

**Материалы  
XII Международной научно-практической конференции  
ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Materials of  
XII International Scientific and Practical Conference  
INNOVATIONS BASED ON  
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**



*1 – 10 октября 2015 года  
Россия, г. Сочи*

ББК 32.97  
УДК 681.3 + 681.5  
И 64

И 64                   Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов–М.: НИУ ВШЭ, 2015, 672 с.

ISSN 2226-6690

Представлены материалы двенадцатой Международной научно-практической конференции. Сборник отражает современное состояние инноватики в образовании, науке, промышленности, социально-экономической сфере и медицине с позиций внедрения новейших информационных и коммуникационных технологий.

Представляет интерес для широкого круга специалистов в области современных информационных и коммуникационных технологий, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, связанных с инновационной деятельностью.

#### **Редакционная коллегия:**

Абрамешин А.Е., Белов А.В., Васильев В.Н., Воробьев Г.А., Горбунов А.П., Губарев В.В., Журков А.П., Иванов И.А.(отв. ред.), Казанский А.Г., Каперко А.Ф., Каштанов В.А., Кечиев Л.Н., Каган М.Ю., Кофанов Ю.Н., Кудж С.А., Кулагин В.П., Кунбутаев Л.М., Линецкий Б.Л., Львов Б.Г., Минзов А.С., Нефедов В.И., Петросянц К.О., Пономарев Л.И., Пожидаев Е.Д., Роберт И.В., Романенко Ю.А., Романова Г.М., Саенко В.С., Сигов А.С., Симонов В.П., Старых В.А., Тихонов А.Н. (научн. ред.), Тумковский С.Р., Увайсов С.У. (общ. ред.), Халютин С.П., Черевков К.В., Черемисина Е.Н., Шмид А.В., Шпак А.В., Щур Л.Н., Юрков Н.К.

ББК 32.97

ISSN 2226-6690

© Оргкомитет конференции  
© НИУ ВШЭ, 2015

**СБОРНИК СОДЕРЖИТ:**

- сведения об организаторах
- материалы докладов

**МЕРОПРИЯТИЯ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Симпозиум 1**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

**Симпозиум 2**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ**

**Симпозиум 3**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Симпозиум 4**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

**Международный фестиваль «ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ 2015»**

**Круглые столы, семинары, мастер-классы**

**АДРЕС ОРГКОМИТЕТА**

**123458, г. Москва, ул.Таллинская, д.34, НИУ ВШЭ**

**E-mail: [conf@diag.ru](mailto:conf@diag.ru)**

**[www.diag.ru](http://www.diag.ru)**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Тихонов А.Н.**, д.т.н., проф., академик РАО, лауреат премий Правительства Российской Федерации, научный руководитель, директор МИЭМ НИУ ВШЭ

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРОГРАММНЫХ КОМИТЕТОВ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Каган М.Ю.**, член-корр. РАН, научный руководитель департамента электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

**ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРОГРАММНЫХ КОМИТЕТОВ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Абрамшин А.Е.**, зам.директора МИЭМ НИУ ВШЭ

**Тумковский С.Р.**, зам.директора по учебной работе МИЭМ НИУ ВШЭ

**Шмид А.В.**, зав. БК Информационно-аналитических систем ЗАО «ЕС-лизинг» МИЭМ НИУ ВШЭ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ»**

**Сопредседатели:**

**Кудж С.А.**, д.т.н., ректор МИРЭА

**Горбунов А.П.**, к.и.н., проф., ак. АПСН, МАНПО, МГА, ректор ПГЛУ

**Позднеев Б.М.**, д.т.н., проф., председатель нац.техн.ком по станд.ТК461 «ИКТ в образовании»

Авдеюк О.А., доц.	Волгоград, зам.декана ВолгГТУ
Белов А.В., проф.	Москва, рук.департамента НИУ ВШЭ
Васильев В.Н., чл.-корр РАН, чл.-корр РАО	С.-Петербург, ректор НИУ ИТМО
Гранкин Ю.Ю., проф.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Каперко А.Ф., проф.	Москва, НИУ ВШЭ
Кравец А.Г., проф.	Волгоград, ВолгГТУ
Львов Б.Г., проф.	Москва, рук.департамента НИУ ВШЭ
Лысак В.И., член-корр.РАН	Волгоград, ректор ВолгГТУ
Макарова И.Л., доц.	Сочи, зав.каф. СГУ
Пименов Ю.Т. проф.	Астрахань, ректор АГТУ
Ретинская И.В., проф.	Москва, проф. РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина
Роберт И.В., академик РАО.	Москва, дир.ИИО
Романенко Ю.А., проф.	Протвино, МО, зам. главы администрации г. Протвино
Романова Г.М., проф.	Сочи, ректор СГУ
Сирый Н.И.	Москва, дир. ГБОУ гимназия № 1519
Черемисина Е.Н., проф.	Дубна, проректор Международного университета «Дубна»
Четвериков В.М., проф.	Москва, НИУ ВШЭ.
Швецов В.И., проф.	Н. Новгород, НГУ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ»**

**Сопредседатели:**

**Сигов А.С.**, академик РАН, президент МИРЭА

**Щур Л.Н.**, д.т.н., проф., зав.каф. «Прикладные информационно-коммуникационные средства и системы» ФГБУН Вычислительного центра им. А.А.Дородницына РАН

**Каштанов В.А.**, д.ф.-м.н., проф., НИУ ВШЭ.

Абрамов О.В., проф.	Владивосток, зав. отд. РАН Дальневосточное отд. ИАПУ
Битюков В.К., проф.	Москва, зав. каф. МИРЭА
Витязев В.В., проф.	Рязань, зав. каф. ТОР РГРТУ
Воробьев Г.А., доц.	Пятигорск, зав. каф. ПГЛУ

Галкин В.А., проф.	Сургут, директор Политехнического института СурГУ
Глазунов В.А., проф.	Москва, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Домрачев В.Г., проф.	Мытищи МО, МГУЛ
Леохин Ю.Л., проф.	Москва, нач. лаборатории МИЭМ НИУ ВШЭ
Литовченко О.Г., проф.	Сургут, проректор по НИР СурГУ
Нефедов В.И., проф.	Москва, зав. каф. МИРЭА
Новиков Н.Н., проф.	Москва, ген. Директор НАЦОТ
Пархоменко П.П., чл.-корр. РАН	Москва, ИПУ РАН
Пожидаев Е.Д., проф.	Москва, ординарный профессор НИУ ВШЭ
Острейковский В.А., проф.	Сургут, зав. каф. Сургутского гос университета
Саенко В.С., проф.	Москва, нач. лаборатории МИЭМ НИУ ВШЭ
Симонов В.П., проф.	Москва, ученый секретарь МИЭМ НИУ ВШЭ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**Сопредседатели:**

**Казанский А.Г.**, ген.директор, ген.конструктор ОАО «НИИССУ»

**Шпак А.В.**, д.т.н., ген. Директор, ген. Конструктор ФГУП «ЦНИРТИ им. Академика А.И. Берга»

**Халютин С.П.** д.т.н., проф., ген. дир. ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

Авакян А.А., с.н.с	Жуковский МО, НИИАО
Балюк Н.В., проф.	Москва, гл.н.с. ФГУ «12 ЦНИИ МО»
Безродный Б.Ф., проф.	Москва, гл. инж. ПКТБ ОАО РЖД
Гродзенский С.Я., проф.	Москва, МИРЭА
Дмитриенко А.Г.	Пенза, ген. Дир. ФГУП «НИИФИ»
Жаднов В.В., проф.	Москва, НИУ ВШЭ
Иофин А.А.	Кам.-Уральский, зам. ген. Констр. ОАО «УПКБ «Деталь»
Камаев В.А., проф.	Волгоград, зав.каф. ВолгГТУ
Недорезов В.Г., проф.	Пенза, ФГУП «НИИЭМП»
Плюснин И.И., доц.	Сургут, дир. Лазерного центра СурГУ
Пономарев Л.И., проф.	Каменск-Уральский, ген. Дир. ОАО «УПКБ «Деталь»
Савченко В.П., проф.	Москва, НТЦ ОАО Радиотехн. Ин-т им. Акад. А.Л. Минца
Сарафанов А.В., проф.	Москва, директор по развитию I-ТЕСО
Тагилаев А.Р., проф.	Махачкала, ген.директор ОАО НИИ «Сапфир»
Черевков К.В., проф.	Москва, гл.н.с. ОАО «Российские космические системы»
Шалумов А.С., проф.	Владимир, зав. каф. Влад. Фил. РАГС при Президенте РФ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И  
СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ»**

**Сопредседатели:**

**Айгистов А.А.**, ген. директор РАРИО

**Барышник Н.В.**, д.п.н., проф., советник ректора ПГЛУ

**Тихомиров Н.П.**, д.э.н., проф., РЭУ им.Г.В.Плеханова.

Агафонов В.И., доц.	Москва, НИУ ВШЭ
Галюжин А.Ю.	Москва, Департамент ИТ Правительства Москвы
Горелова А.И.	Москва, ст.менеджер образовательных программ Лаб. Касперского
Колядин А.П., проф.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Кунбутаев Л.М., проф.	Москва, МЭИ
Микрюков А.А., доц.	Москва, зав.каф. МЭСИ
Панин В.Н., проф.	Пятигорск, Директор Института международных отношений ПГЛУ

Петров Л.Ф., проф.	Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова
Семина В.Г., проф.	Москва, РГСУ
Уолссон Т.	Мальмё, Швеция, Университет Йонкопинг
Федосеев С.В., доц.	Москва, зав. каф. МЭСИ

**ОРГКОМИТЕТ**

Председатель – **Увайсов С.У.**, д.т.н., проф., зам. директора по научной работе МИЭМ НИУ ВШЭ

Зам. председателя – **Юрков Н.К.**, д.т.н., проф., зав.каф. ПГУ

Ученый секретарь – **Иванов И.А.**, к.т.н., нач.отдела МИЭМ НИУ ВШЭ

Бушмелева К.И., проф.	Сургут, зав.каф. СурГУ
Ганин А.А.	Москва, дир. по разв. и раб. с партнёрами РАРИО
Горшков П.С., с.н.с.	Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»
Дианов В.Н., проф.	Москва, Мос. гос. Индустриальный университет
Дрейзин В.Э., проф.	Курск, Юго-западный государственный университет
Журков А.П.	Москва, советник ген. дир. «МКБ «КОМПАС»
Игнатова И.Г., проф.	Москва, проректор НИУ МИЭТ
Каменски Э.	Вена, Австрия, Международный эксперт в области образования
Касимов А.О., доц.	Алматы, зав.каф.РЭиТ КазГТУ
Кечиев Л.Н., проф.	Москва, НИУ ВШЭ
Когельман Л.Г.	Пенза, проректор по информатизации ПГТА
Кофанов Ю.Н., проф.	Москва, начальник лаборатории НИУ ВШЭ
Курылев А.С. проф.	Астрахань, проректор по УМРСМК АГТУ
Левин В.А., магистр	Прага, Чешская республика
Линецкий Б.Л., доц.	Москва, НИУ ВШЭ
Минзов А.С., проф.	Москва, Институт безопасности бизнеса
Нурмагомедова Р.А.	Сочи, представитель оргкомитета ИНФО
Остринская А.Д.	Сочи, директор пансионата «Фрегат»
Савкин А.Н., проф.	Волгоград, декан ВолгГТУ
Тимофеев А.В., проф.	С.-Петербург, зав. каф. СПИИРАН
Толбоев М.О., проф.	Герой России, през. Авиакосм. салона МАКС
Трусов В.А., доц.	Пенза, ПГУ

**Председатель оргкомитета международного фестиваля «ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ – 2015»** - генеральный директор Российского Агентства развития информационного общества (РАРИО), академик Международной академии телевидения и радио, член Рабочей группы ОПРФ по развитию информационного общества, **Айгистов А.А.**

Зам. председателя оргкомитета - **Ганин А.А.**

**КООРДИНАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Королев П.С., НИУ ВШЭ

Литвинова Н.Л., НИУ ВШЭ

Лышов С.М., НИУ ВШЭ

Панасик Д.С., НИУ ВШЭ

Увайсова С.С., МГТУ им. Н.Э. Баумана

Увайсова А.С., МГТУ им. Н.Э. Баумана

**ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

<b>Генеральный организатор</b>	
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	

<b>Соорганизаторы</b>	
Российское Агентство развития информационного общества «РАРИО»	
National Instruments	
Keysight Technologies	
Экспериментальная мастерская «НаукаСофт»	

**Информационные партнеры**

- «Информационные технологии»
- «Измерительная техника»
- «Качество. Инновации. Образование»
- «Датчики и системы»
- «Тяжелое машиностроение»
- «Технологии ЭМС»
- «Методы менеджмента качества»
- «Проблемы управления»
- «Стандарты и качество»
- «Системный администратор»
- Информационный портал "РАРИО"
- Центр развития современных образовательных технологий

### Приветственное слово

**участникам Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» профессора, доктора технических наук, академика РАО, лауреата премий Правительства Российской Федерации, научного руководителя, директора МИЭМ НИУ ВШЭ Тихонова Александра Николаевича.**



### Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!

Наш университет в этом году проводит очередную Международную научно-практическую конференцию «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий».

Активное внедрение новейших информационных и телекоммуникационных технологий является одним из ключевых условий инновационного развития России. Помимо экономического эффекта, инновации на основе информационных и коммуникационных технологий оказывают огромное влияние на образ жизни современного человека. Это и новые модели ведения бизнеса, и новые методы осуществления государственного управления, и, прежде всего, новые технологии развития образования и научных исследований.

Необходимой предпосылкой развития инноваций на основе информационных и коммуникационных технологий является формирование профессионального кадрового потенциала.

Для современной России эффективно функционирующее высшее образование – это ключевой, во многом решающий элемент инновационно-ориентированного развития экономики страны, повышения ее конкурентоспособности в системе международного развития рынка труда.

Организация и проведение научно-практических конференций, подобных нашей, обсуждение на них актуальных вопросов развития высшего образования и научных исследований с использованием инноваций на основе информационных и коммуникационных технологий, должны послужить важному делу – дальнейшему развитию науки и образования.

Убежден, что широкое представительство конференции обеспечит глубокий анализ проблем, стоящих в этой приоритетной сфере, а дискуссионность обсуждения злободневных и острых вопросов развития и внедрения инноваций на основе информационных и коммуникационных технологий, станет залогом их эффективного решения. Уверенность в этом есть, поскольку за каждым из Вас большой жизненный опыт и высокие профессиональные знания.

Желаю участникам конференции плодотворной работы и успешного достижения намеченных целей.



А.Н.Тихонов

Симпозиум 1  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ОБРАЗОВАНИИ**

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ С ОДАРЕННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ В ОБЛАСТИ  
ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Авдеюк Д.Н.  
*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В этой статье приведены основные критерии видов одаренности учащихся, пример исследования понимания сущностных характеристик одаренности в области информатики.

**The urgency of dealing with gifted students in programming. Pavlova E.S., Avdeyuk O.A., Avdeyuk D.N.**

In this article we describe the basic criteria kinds of gifted students, gave an example of the study of understanding the essential characteristics of giftedness in the field of computer science.

Одним из приоритетных направлений образовательной политики России является определение и поддержка талантливой и одаренной молодежи. В результате анализа характеристик одаренности, представленных школьными психологами, был сделан вывод о том, что в конце двадцатого века для старшего школьного возраста наметилась тенденция выделения *одаренности в конкретной предметной области*. В качестве примера, рассмотрим проблему «*одаренности в области информатики (точнее, в области программирования)*». Как указывает автор [2], программист должен иметь высокий уровень развития интеллекта, а также, способность к абстрагированию и пониманию отношений между элементами, гибкое и критичное мышление, быть склонным к планированию, анализу и систематической работе, готовым постоянно повышать свою квалификацию. Распространено мнение, что программирование очень близко к математике и логике и является одним из самых распространенных видов деятельности, но на наш взгляд, справедливы утверждения Г.С. Цейтина [3] о том, что «тезис о математическом характере знаний, лежащих в основе программы, очевиден лишь для математических применений ЭВМ. В общем случае можно сомневаться в первичности математического знания по отношению к программам», и А.П. Ершова [4], который указывает на необходимость математических знаний для программиста, но считает, что для данной профессии важны еще также инженерные способности и навыки. Учитывая обстоятельство, что область программирования стремительно меняется согласно требованиям времени, при оценке одаренности учащихся в области программирования надо опираться не только на уровень развития математико-логических способностей, но и на ряд других качеств. Был проведен социально-психологический анализ деятельности программистов относительно проблемы одаренности учащихся. В результате чего был сделан вывод о том, что *одаренность учащихся в области программирования* – это интегрированное качество личности, которое формируется на основе способностей и задатков индивида к программированию и развивается при наличии соответствующих благоприятных социальных условий.

**Литература**

1. Павлова Е.С. Методика использования систем задач как средства развития одаренности при подготовке школьников к олимпиадам по информатике: диссертация на соискание ученой степени канд. пед. наук, Волгоград, 2014.
2. Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е. Одаренный ребенок за компьютером. – М.: Сканрус, 2003. – 336 с.
3. Что такое одаренность: выявление и развитие одаренных детей. Классические тексты / Под редакцией А.М. Матюшкина, А.А. Матюшкиной – М.: Омега-Л, 2008. – 368 с.
4. Ершов А.П. Программирование — вторая грамотность // Квант. – 1983. – № 2. – С. 2-7.
5. Павлова Е.С., Авдеюк О.А. Использование дистанционного обучения при подготовке школьников к олимпиадам по информатике//Педагогические науки. -2011. -№ 3. -С. 28-30.
6. Муха Ю. П. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк. -2-е изд., стер. -Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ,2011.-92 с.
7. Авдеюк, О. А. Методика организации и контроля качества выполнения самостоятельной работы студентами безотрывной формы обучения / О. А. Авдеюк, А. В. Крохалев, К. В. Приходьков, А.

Н. Савкин // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст./ВолгГТУ. -Волгоград, 2010. -С. 13-15. (Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе. Вып. 7).

8. Обоснование выбора ЯВУ для преподавания основ алгоритмизации первокурсникам технического университета / Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Поляков В.С., Курапин А.В.// Молодой учёный. -2013. -№ 10 (ч. 1). -С. 70-72.

9. Одаренность учащихся в области информатики / Павлова Е.С., Авдеюк О.А. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2015. № 7. С. 30-31.

## ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОДАРЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Авдеюк Д.Н.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

Описаны основные критерии видов одаренности учащихся, приведен пример изучения понимания сущностных характеристик одаренности в области информатики.

### **Basic criteria of gifted students in programming. Pavlova E.S., Avdeyuk O.A., Avdeyuk D.N.**

In this article we describe the basic criteria kinds of gifted students, gave an example of the study of understanding the essential characteristics of giftedness in the field of computer science.

В результате анализа специальной литературы [1], систематизация видов одаренности определяется критерием, положенным в основу классификации. Среди **критериев выделения видов одаренности** можно назвать следующие [2]:

- 1) вид деятельности и обеспечивающие ее сферы психики;
- 2) степень сформированности;
- 3) форма проявлений;
- 4) широта проявлений в различных видах деятельности;
- 5) особенности возрастного развития.

*По критерию «вид деятельности и обеспечивающие ее сферы психики»* выделение видов одаренности осуществляется в рамках основных видов деятельности с учетом разных психических сфер и, соответственно, степени участия определенных уровней психической организации.

К основным видам деятельности относятся: практическая, теоретическая (познавательная), художественно-эстетическая, коммуникативная и духовно-ценностная. Сферы психики представлены интеллектуальной, эмоциональной и мотивационно-волевой.

Поэтому можно выделить соответствующие виды одаренности.

*По критерию «степень сформированности одаренности»* можно дифференцировать **актуальную одаренность**, при которой показатели психического развития проявляются в более высоком уровне выполнения деятельности в конкретной предметной области по сравнению с возрастной и социальной нормами, и **потенциальную одаренность**, которая указывает на определенные психические возможности (потенциал) для высоких достижений в том или ином виде деятельности, не реализованный в данный момент времени в силу функциональной недостаточности. Развитие этого потенциала может сдерживаться рядом неблагоприятных причин (трудными семейными обстоятельствами, недостаточной мотивацией, низким уровнем саморегуляции, отсутствием необходимой образовательной среды и т.д.).

*По критерию «форма проявления»* можно говорить о **явной одаренности**, которая обнаруживает себя в деятельности ребенка достаточно ярко и отчетливо, в том числе и при неблагоприятных условиях, и **скрытой одаренности**, проявляющейся в атипичной, замаскированной форме, она не замечается окружающими.

*По критерию «широта проявлений в различных видах деятельности»* можно выделить **общую одаренность**, которая проявляется по отношению к различным видам деятельности и выступает как основа их продуктивности, и **специальную одаренность**, которая обнаруживает себя в конкретных видах деятельности.

*По критерию «особенности возрастного развития»* можно дифференцировать раннюю одаренность и позднюю одаренность.

Таким образом, любой индивидуальный случай детской одаренности может быть оценен с точки зрения всех вышеперечисленных критериев классификации видов одаренности. Одаренность оказывается, таким образом, многомерным по своему характеру явлением.

### Литература

1. Павлова Е.С. Методика использования систем задач как средства развития одаренности при подготовке школьников к олимпиадам по информатике: диссертация на соискание ученой степени канд. пед. наук, Волгоград, 2014.
2. Богоявленская Д.Б. Рабочая концепция одаренности / Д.Б. Богоявленская, В.Д. Шадриков, Ю.Б. Бабаева, А.В. Брушлинский, В.Н. Дружинин, и др. – М.: Магистр, 2003. – 43 с.
3. Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е. Одаренный ребенок за компьютером. – М.: Сканрус, 2003. – 336 с.
4. Что такое одаренность: выявление и развитие одаренных детей. Классические тексты / Под редакцией А.М. Матюшкина, А.А. Матюшкиной – М.: Омега-Л, 2008. – 368 с.
5. Ершов А.П. Программирование — вторая грамотность // Квант. – 1983. – № 2. – С. 2-7.
6. Павлова, Е.С. Формирование одарённости учащихся в области информатики / Павлова Е.С. // Профессиональное образование. Столица. - 2013. - № 10. - С. 19-21.
7. Павлова, Е.С. Информационные технологии как средство стимулирования педагогов к подготовке школьников к олимпиадам по информатике / Павлова Е.С., Смыковская Т.К. // Учёные записки ИИО РАО. - 2009. - Вып. 30, ч. II. - С. 31-34.
8. Павлова, Е.С. Методические принципы подготовки школьников к олимпиадам по информатике / Павлова Е.С., Смыковская Т.К. // Альманах современной науки и образования. - 2010. - № 3, ч. 1. - С. 177-179.
9. Павлова Е.С., Авдеюк О.А. Использование дистанционного обучения при подготовке школьников к олимпиадам по информатике//Педагогические науки. -2011. -№ 3. -С. 28-30.
10. Муха Ю. П. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк. -2-е изд., стер. -Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ,2011.-92 с.
11. Авдеюк, О. А. Методика организации и контроля качества выполнения самостоятельной работы студентами безотрывной формы обучения / О. А. Авдеюк, А. В. Крохалев, К. В. Приходьков, А. Н. Савкин // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст./ВолгГТУ. -Волгоград, 2010. -С. 13-15. (Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе. Вып. 7).
12. Обоснование выбора ЯВУ для преподавания основ алгоритмизации первокурсникам технического университета / Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Поляков В.С., Курапин А.В.// Молодой учёный. -2013. -№ 10 (ч. 1). -С. 70-72.
13. Одаренность учащихся в области информатики / Павлова Е.С., Авдеюк О.А. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2015. № 7. С. 30-31.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ

Авдеюк О.А., Хворост Т.С., Авдеюк Д.Н.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В работе рассматриваются основные вопросы, связанные с особенностями обучения лиц пенсионного возраста компьютерной грамотности.

**Relevance of education senior citizens computer literate. Avdeyuk O.A., Khvorost T.S., Avdeyuk D.N.**  
The paper deals with the main issues related to the peculiarities of teaching the elderly computer literacy.

В современном обществе немаловажное значение имеет компьютерная грамотность населения, так как информационные технологии очень прочно вошли в нашу жизнь. Всё больше государственных и социальных услуг обретают электронный вид, пользование различными сервисами осуществляются с помощью Интернета, поэтому обучение навыкам работы на компьютере является весьма актуальной задачей. Согласно статистике, в последнее время особый интерес к современным технологиям проявляют люди пенсионного возраста, начинают активно пользоваться электронными услугами, становятся Интернет-пользователями. Таким образом, существует необходимость проведения курсов повышения компьютерной грамотности для слушателей-пенсионеров.

В Волгоградском государственном техническом университете в рамках учебного центра организованы компьютерные курсы для людей пенсионного возраста, основной целью которых является [2,3,4,5]:

- повышение информационной компетентности;
- повышение экономической и социальной активности;

решение проблемы разрыва связи поколений;  
содействие социальной адаптации неработающих пенсионеров с помощью Интернет-технологий;

профессиональной ориентации и переквалификации трудящихся в пожилом возрасте;  
решение проблемы организации досуга, расширение круга общения за счет использования социальной сети, почтовых программ и других сервисов Интернета[1].

В связи с возрастными особенностями слушателей занятия на компьютерных курсах должны быть построены следующим образом:

1. информация подается в более понятной форме, в спокойном темпе, происходит периодическое повторение материала, постепенно слушатель курса знакомится с различными «компьютерными» терминами;
2. создаются комфортные условия, доброжелательная атмосфера;
3. теоретические основы курса, получаемые слушателем, совмещаются с практической реализацией в процессе работы на компьютере;
4. постепенно слушатель курса знакомится с различными «компьютерными» терминами;
5. слушатель обеспечивается соответствующей литературой по компьютерной грамотности, каждое занятие сопровождается изучением печатных графических материалов по рассматриваемой тематике.

Для повышения успешности освоения компьютерных курсов людьми пенсионного возраста необходимо оптимизировать технику преподавания для обеспечения привыкания слушателей к своеобразной компьютерной терминологии, развития профессиональных навыков, исключения чувства страха перед компьютерной техникой. Также нужно помнить, что к каждому слушателю необходим свой индивидуальный подход, поэтому группы составляются небольшие (3-5 человек) для оказания должного внимания каждому.

Среди слушателей, которые прошли обучение в учебном центре при Волгоградском государственном техническом университете по программе «Компьютерные курсы для людей пенсионного возраста» в 2014 году, средний возраст обучающихся составляет около 64 лет. Большую часть прошедших обучение (53%) составляют пенсионеры в возрасте 55-65 лет. Распределение слушателей данного курса по возрасту отражено на круговой диаграмме (рис. 1).

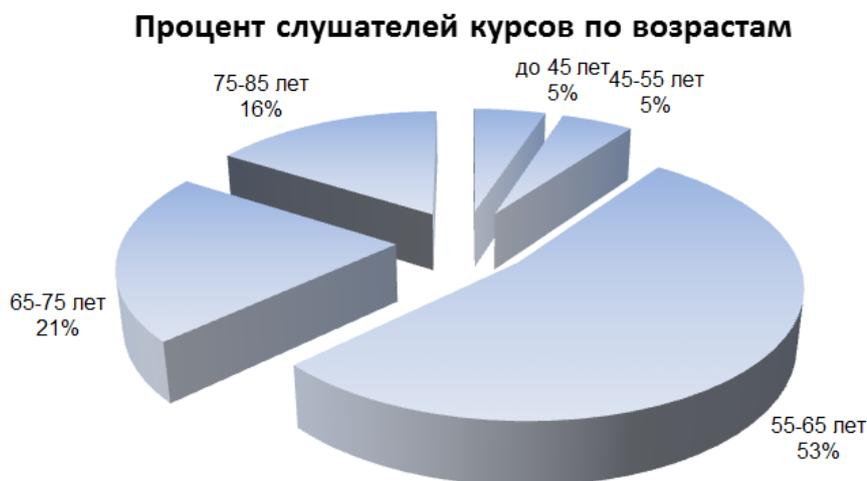


Рисунок 1. Распределение слушателей по возрастному критерию

Среди слушателей преобладают женщины (рис. 2), что, чаще всего, связано с довольно высоким потенциалом социальной активности, согласно теории Хофстеде, они наиболее восприимчивы к любым общественным инновациям, чаще пользуются Интернетом для поиска необходимой информации, общения с родственниками и друзьями через социальные сети.

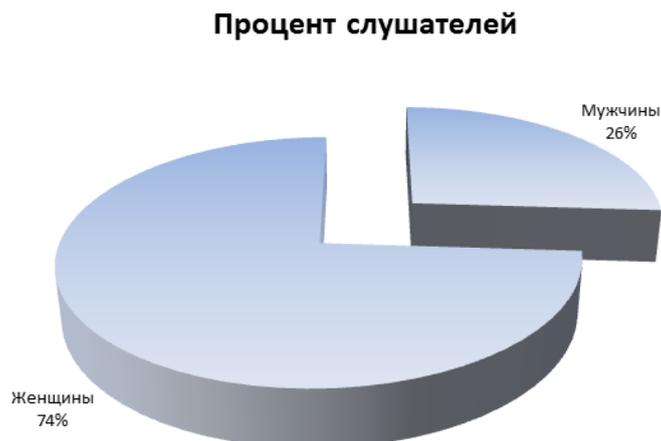


Рисунок 2. Процентное соотношение слушателей по гендерному признаку

Как показала практика, «Компьютерные курсы для людей пенсионного возраста» позволяют овладеть следующими навыками работы на компьютере:

- 1) общие знания об устройстве компьютера, работа с клавиатурой/компьютерной мышью, внешними периферийными устройствами;
- 2) основные действия с файлами, запись информации на внешние носители памяти;
- 3) создание, редактирование, форматирование и сохранение текстов в текстовом редакторе;
- 4) создание таблиц данных в табличном редакторе;
- 5) работа в сети Интернет по поиску информации, загрузке различных файлов, пользовании почтовыми и социальными сервисами, правительственными порталами.

Таким образом, компьютерные курсы для пенсионеров способствуют не только приобретению новых знаний в области информационных технологий, но сохранению активной жизненной позиции в условиях современного общества.

#### Литература

1. Муха Ю. П. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк. -2-е изд., стер. -Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.-92 с.
2. Самореализация личности в современном обществе и в обществе будущего/А. А. Соловьёв, О. А. Авдеюк, А. В. Крохалев, К. Ю. Черebilло, Д. Н. Авдеюк//Актуальные проблемы современной науки.-2013. -№ 3. -С. 57-58.
3. Особенности организации компьютерных курсов для людей пенсионного возраста / Авдеюк О.А., Хворост Т.С., Авдеюк Д.Н. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. № 1. – С. 18-19.
4. Освоение новых информационных технологий как способ адаптации людей пенсионного возраста в информационном обществе / Авдеюк О.А., Хворост Т.С., Авдеюк Д.Н. // Молодой ученый. 2014. № 8. С. 760-763.
5. Актуальность компьютерных курсов для людей пенсионного возраста / Авдеюк О.А., Хворост Т.С., Авдеюк Д.Н. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2014. № 35. С. 326-327.
6. Савкин А.Н.Использование компьютерного тестирования для промежуточной аттестации знаний студентов безотрывной формы обучения / Савкин А.Н., Приходьков К.В., Крохалев А.В., Рязанова Т.Н., Авдеюк О.А. //Молодой учёный. 2012. № 12, т. III. С. 450-452.
7. Роль преподавателя в процессе адаптации студентов к условиям вуза / Авдеюк О.А., Асеева Е.Н. //Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. Т. 10. № 8. С. 11-13.
8. Использование информационных технологий в решении проблемы адаптации к условиям вуза студентов безотрывной формы обучения / Авдеюк О.А., Крохалёв А.В., Приходьков К.В., Савкин А.Н. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2011. № 1. С. 99-101.
9. Организация учебного процесса второго высшего экономического образования на факультете подготовки инженерных кадров / Кузьмина М.И., Авдеюк О.А., Крохалёв А.В., Приходьков К.В., Савкин А.Н. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 62-64.

10. Развитие информационных технологий поддержки заочной формы обучения / Авдеюк О.А., Крохалёв А.В., Приходьков К.В., Савкин А.Н. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2010. № 1. С. 93-95.

11. Место видеосервисов в заочном образовании / Авдеюк О.А., Крохалёв А.В., Приходьков К.В., Приходькова И.В., Савкин А.Н. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2013. № 28. С. 158-159.

12. Влияние научно-технического прогресса на развитие человека / Авдеюк О.А., Соловьев А.А., Авдеюк Д.Н. // Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 25. № 2. С. 13-15.

13. Муха Ю. П. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк. -2-е изд., стер. -Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ,2011.-92 с.

14. Авдеюк О. А. Методика организации и контроля качества выполнения самостоятельной работы студентами безотрывной формы обучения / О. А. Авдеюк, А. В. Крохалев, К. В. Приходьков, А. Н. Савкин // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст./ВолгГТУ. -Волгоград, 2010. -С. 13-15. (Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе. Вып. 7).

15. Обоснование выбора ЯВУ для преподавания основ алгоритмизации первокурсникам технического университета / Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Поляков В.С., Курапин А.В.// Молодой учёный. -2013. -№ 10 (ч. 1). - С. 70-72.

16. Авдеюк О.А. Особенности обучения компьютерной грамотности людей пенсионного возраста / Авдеюк О.А., Хворост Т.С. // Молодой учёный. - 2015. - № 4 (84. - С. 531-534.

## **РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

Лемешкина И.Г., Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Курапин А.В.  
*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В статье определена актуальность внедрения в учебный процесс перспективных средств информационных технологий.

### **The role of modern information technology in modern vocational education. Lemeshkina I.G., Gostevskaya O.V., Avdeyuk O.A., Kurapin A.V.**

In this article we have identified the relevance of implementation in the educational process perspective of information technology.

Для выпускника современного вуза актуальным является не только приобретение конкретной квалификации, но и владение навыками дальнейшего профессионального самосовершенствования, позволяющего дипломированному специалисту постоянно оставаться конкурентноспособным на рынке труда и активно внедряться в выбранную им профессиональную сферу, при необходимости расширяя спектр трудовой деятельности. Одним из наиболее актуальных способов формирования профессиональной компетентности выпускников в системе высшего профессионального образования является применение в процессе обучения современных информационных технологий, направленное на дальнейшее развитие навыков самообразования, позволяющих эффективно находить, оценивать, использовать информацию для успешного включения ее в разнообразные виды деятельности [1]. В настоящее время высшие учебные заведения активно внедряют в учебный процесс перспективные средства информационных технологий, которые в недалеком будущем неизбежно заменят традиционные средства обучения, сделав образовательный процесс более наглядным и комплексным, что ощутимо облегчит восприятие информации студентами. Кроме того, информационные системы позволяют строить образовательный процесс, отталкиваясь от субъективных особенностей восприятия отдельного обучающегося, что крайне положительно сказывается на эффективности усвоения учебного материала. Иными словами, студент сможет выстраивать образовательный процесс наиболее удобным для себя образом, постоянно взаимодействуя с системой, создавая собственные сценарии обучения, избегая необходимости подстраиваться под узкие рамки общепринятых стандартов [2].

Современные информационные телекоммуникационные средства обеспечивают:

- изложение изучаемого материала в форме презентаций, с использованием графических, анимационных, аудио и видео объектов;
- доступ к учебным и справочно-информационным материалам, размещенным на собственном сервере образовательного учреждения;
- интерактивное взаимодействие преподавателей и студентов в процессе обучения, при котором студент становится полноправным участником процесса восприятия и познания;

- возможность самостоятельной работы с различными внешними информационными ресурсами;
- постоянный мониторинг и оценка знаний и умений, приобретенных студентами в процессе обучения, посредством тестирующих систем.

Не стоит забывать о том, что неотъемлемой частью профессиональной компетентности является квалифицированный подход к поиску новой информации, знание разнообразных ее источников, культура чтения и восприятия, умение эффективно представлять результаты собственной деятельности, знание норм использования и защиты интеллектуальной собственности. Особое значение выполняет оснащенность учебного заведения современными компьютерными средствами и программным обеспечением, определяющими, в свою очередь, обширную группу информационных технологий и коммуникаций. Данная категория является основой глобальных, региональных и локальных компьютерных сетей, включая всемирную информационную сеть Интернет, создающую единое информационное пространство, обеспечивающую совместный доступ к общим ресурсам. Подобный подход к обучению развивает интерес студента к изучаемому предмету, повышает мотивацию, позволяет детально воспринимать наиболее значимую информацию, способствует ее переходу в прочные знания, в дальнейшем облегчая применение усвоенного материала на практике, в профессиональной деятельности [3], [4].

Специалисты нового поколения, владеющие современными информационными технологиями, имеют ряд преимуществ, а именно:

- Несравненно более эффективное использование информационных ресурсов общества, являющихся наиболее важным стратегическим фактором его развития. Многолетний опыт показывает, что эффективное использование научных открытий, изобретений, технологий и передовых наработок позволяют получить существенную экономию других видов ресурсов: сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, человеческих ресурсов, социального времени.

- Умение оптимизировать и автоматизировать информационные процессы, которые в последние годы занимают все большее место в жизнедеятельности человека. Общеизвестно, что современное общество является информационным (с некоторых источников утверждается, что наступает время постинформационного общества), в котором объектами и результатами труда большинства занятого населения становятся уже не материальные ценности, а, главным образом, информация и научные знания. В настоящее время в большинстве развитых стран огромная часть занятого населения, в той или иной мере, связана с процессами подготовки, хранения, обработки и передачи информации. Подобные тенденции ведут к возрастанию потребности в специалистах высокого уровня, способных к грамотной систематизации, сбору и группировке данных, умеющих создавать и поддерживать простые и логичные системы, позволяющие в любой момент получить к ним доступ.

- Способность создавать современные программные и аппаратно-технические средства проектирования, исследования, технического диагностирования и промышленных испытаний, разрабатывать современные системы управления и автоматизации производственных или социальных технологий, умение работать в данной сфере и постоянно оптимизировать процессы, связанные с дальнейшим развитием и совершенствованием алгоритмов. Наиболее характерными примерами являются системы автоматизированного проектирования промышленных изделий, гибкие автоматизированные и роботизированные производства, автоматизированные системы управления технологическими процессами и т.п.

- Постоянный поиск, получение и внедрение новейших знаний и технических процессов. При этом на смену традиционным методам информационной поддержки научных исследований путем накопления, классификации и распространения научно-технической документации приходят новые методы, основанные на использовании вновь открывающихся возможностей информационной поддержки фундаментальной и прикладной науки, предоставляющие актуальные информационные технологии.

- Современные методы получения и накопления знаний базируются на теории искусственного интеллекта, методах информационного моделирования, когнитивной компьютерной графики, позволяющих найти решения плохо формализуемых задач, а также задач с неполной информацией и нечеткими, или же недостаточными исходными данными, не позволяющих произвести расчет, используя лишь предложенные создателем технического задания параметры.

- Владение методами информационного моделирования глобальных процессов, дающих возможность прогнозирования многих кризисных ситуаций, представляющих повышенную опасность для общества.

Подготовка студентов, происходящая в области информационных технологий, должна быть наиболее актуальной и востребованной, т.е. происходить в соответствии с распространением ИКТ в реальном информационном мире и без значительного временного отставания. В идеальных условиях программа обучения должна иметь определенный “запас прочности”, позволяющий прогнозировать даль-

нейшее развитие технологий и делать упор на ту или иную перспективную сферу деятельности [5]. Кроме того, процесс модификации учебного плана должен иметь циклический характер, учитывая динамику изменения всей мировой информационной системы, должны быть выработаны рекомендации по изменению содержания программы изучения этих технологий, основанные на объективных аналитических методах анализа ситуации и на субъективных оценках опытных экспертов.

#### **Литература**

1. Использование современных информационных технологий для решения задач векторной алгебры / Лемешкина И.Г., Гостевская О.В., Курапин А.В. // *Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий*. 2014. № 1. С. 25-27.
2. Обоснование выбора ЯВУ для преподавания основ алгоритмизации первокурсникам технического университета / Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Поляков В.С., Курапин А.В. // *Молодой учёный*. -2013. -№ 10 (ч. 1). -С. 70-72.
3. Информационные технологии профессионального становления студентов технического вуза/И.Г. Лемешкина, Е.С. Павлова, И.В. Приходькова, О.А. Авдеюк//*Сборники конференций НИЦ Социосфера*. -2013. -№ 50. -С. 075-076.
4. Использование технологии программированного обучения при изучении общепрофессиональных дисциплин / Наумов В.Ю., Акулов Л.Г., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г. // *Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий*. 2013. Т. 1. С. 91-93.
5. Работа с файлами в ТР / Гостевская О.В. учебное пособие / О. В. Гостевская, И. Г. Лемешкина, Е. С. Павлова ; Федеральное агентство по образованию, Волгоградский гос. технический ун-т. Волгоград, 2010.
6. Организация самостоятельной работы для студентов факультета автомобильного транспорта / Павлова Е.С., Приходькова И.В., Лемешкина И.Г. // *Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий*. 2013. Т. 1. С. 97-99.
7. Муха Ю. П. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк. -2-е изд., стер. -Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. -92 с.
8. Авдеюк, О. А. Методика организации и контроля качества выполнения самостоятельной работы студентами безотрывной формы обучения / О. А. Авдеюк, А. В. Крохалев, К. В. Приходьков, А. Н. Савкин // *Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст./ВолгГТУ*. -Волгоград, 2010. -С. 13-15. (Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе. Вып. 7).
9. Роль современных информационных технологий в формировании профессиональной компетентности студентов / Лемешкина И.Г., Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Курапин А.В.// *Молодой учёный*. 2015. № 3 (83). С. 799-801.

#### **МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

*Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Приходькова И.В.  
Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В данной статье подняты вопросы, связанные с определением интеллектуального уровня и дальнейшего потенциала учащихся и следующее за этим распределение детей по категориям, построение четко выверенных образовательных этапов, позволяющих максимально систематизировать процесс подготовки.

#### **Method of abilities of pupils in programming. Pavlova E.S., Avdeyuk O.A., Lemeshkina I.G., Prihodkova I.V.**

This article raised issues related to the definition of intellectual level and the further potential of students and the consequent distribution of children by category, construction of a carefully considered educational steps that can help to organize the process of preparation.

Анализ существующей методической литературы показал, что на данный момент практически не существует готовых и точно выверенных образовательных систем, предназначенных для развития одаренности при подготовке школьников в области информатики. Следовательно, основной целью является разработка подобной программы, позволяющей полностью раскрыть потенциал отдельно взятого обучающегося. Анализ содержания задач по информатике показал, что они включают задачи по сортировке и перебору данных, динамическому программированию, моделированию, оптимизации,

длинной арифметике, линейному и двоичному поиску, жадным алгоритмам, рекурсии, теории графов, комбинаторике и по работе с данными строкового и файлового типов.

В процессе работы создана методика развития способностей школьников в области программирования с использованием систем задач, которая основана на:

1. модели процесса создания системы задач, включающей следующие этапы: аналитический (анализ содержания учебного материала и требований стандарта, формулирование целей и установление их взаимного соответствия, отбор содержания), проектировочный (выбор методов и методических приемов, определение форм представления учебного материала, способов его подачи) и технологический (техническое создание систем задач в соответствии с предъявляемыми требованиями);
2. системе требований к заданиям, определяющих педагогическую целесообразность их использования: дидактические, отражающие соответствующие традиционные и специфические принципы обучения; и методические, учитывающие особенности информатики как учебного предмета и науки.

В исследовании показано, что методика использования систем задач при развитии способностей школьников в области программирования базируется на учете специфики целевого, содержательного и процессуального компонентов на этапе формирующего эксперимента.

Исходя из того, что целевой компонент является системообразующим в создаваемой методике и состоит из системы взаимосвязанных целей:

1. Развитие способностей школьников в области программирования.
2. Обучение школьников методам решения задач по информатике.

Содержательный компонент состоит из учебных тем, в которых рассматриваются алгоритмы, методы и принципы решения задач по информатике. Для основных учебных тем, выявленных в ходе логико-алгоритмического анализа содержания; составлены системы задач. По теме «Техника программирования» разработаны системы задач по программированию разветвляющихся и циклических вычислительных процессов, системы задач для работы с одномерными и двумерными массивами, для обработки строк символов, для изучения рекуррентных алгоритмов, алгоритмов длинной арифметики и динамических структур данных. По теме «Алгоритмы, методы и принципы решения задач» – системы задач для изучения алгоритмов линейного и двоичного поиска, алгоритмов сортировки информации, перебора данных, динамического программирования, алгоритмов работы с графами.

Эффективность подготовки школьников обеспечивается посредством:

1. Разработки специализированных систем задач, охватывающих основные разделы информатики, и построенных на основе задач из общероссийской базы заданий олимпиад по информатике.
2. Внедрения авторской программы подготовки школьников, основанной на трехэтапной модели развития одаренности.
3. Роста уровня образованности и одаренности учащихся за счет использования систем задач, которые позволяют корректировать образовательный процесс в зависимости от достигнутого уровня.
4. Постоянного мониторинга знаний и одаренности школьников в области информатики при выборе задач из созданных систем задач для построения индивидуальных образовательных программ.
5. Реализации индивидуальных образовательных программ в рамках учебных занятий.
6. Создания возможностей для проявления каждым школьником его одаренности на максимально возможном уровне за счет работы в динамичных малых группах и, при необходимости, самостоятельной работы с использованием дистанционной поддержки со стороны преподавателя.
7. Наличия программной и материально-технической базы для очного и дистанционного обучения школьников.

Существуют определенные дидактические условия эффективного использования систем задач при развитии способностей школьников в области программирования:

1. Наличие разработанных специализированных систем задач, охватывающих основные разделы информатики.
2. Реализация авторской программы подготовки школьников, основанной на трехэтапной модели развития одаренности.
3. Использование систем задач, которые позволяют корректировать процесс обучения в зависимости от достигнутого уровня подготовки и одаренности учащихся.
4. Конструирование и реализация индивидуальных образовательных траекторий в рамках учебных занятий по развитию способностей школьников в области программирования.
5. Постоянный мониторинг предметных знаний, умений и одаренности школьников в области программирования при выборе задач из созданных систем задач для построения индивидуальных образовательных программ.
6. Предоставление возможностей для проявления каждым школьником его одаренности на максимально возможном уровне за счет работы в динамичных малых группах и, при необходимости, самостоятельной работы с дистанционной поддержкой со стороны преподавателя.

7. Наличие программной и материально-технической базы для очного и дистанционного обучения школьников.

Анализ данных об уровне способностей у школьников экспериментальной и контрольной групп на начало и конец формирующего эксперимента показал, что в экспериментальной группе качественные закрепления положительной динамики произошли в типологических группах «высокий уровень» и «средний уровень», при этом существенных изменений в составе типологических групп контрольной группы не произошло. Данные, полученные в ходе формирующего эксперимента, были статистически и математически подтверждены, что с достаточной долей объективности свидетельствует о наметившихся тенденциях в положительной динамике развития у школьников показателей одаренности.

#### **Литература**

1. Адаптация первокурсников к обучению в вузе и роль олимпиад по техническим предметам в этом процессе / Авдеюк О.А., Асеева Е.Н., Павлова Е.С. // Молодой ученый. 2011. № 4-2. С. 72-73.
2. Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е. Одаренный ребенок за компьютером. – М.: Сканрус, 2003. – 336 с.
3. Барулин В.В. Одаренность. Проблемы и исследования // Образование, 2003. – № 8. – С. 79-93.
4. Взаимосвязь философии и информатики / Авдеюк О.А., Соловьев А.А., Авдеюк Д.Н. // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 328-330.
5. Информационные технологии профессионального становления студентов технического вуза / Лемешкина И.Г., Павлова Е.С., Приходькова И.В., Авдеюк О.А. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2013. № 50. С. 075-076.
6. Использование технологии программированного обучения при изучении общепрофессиональных дисциплин / Наумов В.Ю., Акулов Л.Г., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 91-93.
7. Использование метода проектов на уроках информатики и информационных технологий / Захарова Ю.Ю., Наумов В.Ю., Авдеюк О.А., Приходьков К.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. № 1. С. 144-145.
8. Использование дистанционного обучения в подготовке школьников к олимпиадам по информатике / Павлова Е.С., Авдеюк О.А. // Педагогические науки. 2011. № 3. С. 28-30.
9. Обоснование выбора ЯВУ для преподавания основ алгоритмизации первокурсникам технического университета / Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Поляков В.С., Курапин А.В. // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 70-72.
10. Общие подходы к разработке методики подготовки студентов вузов к предметным олимпиадам / Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Тарасова И.А., Шведов Е.Г. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2013. № 9. С. 117-118.
11. Средства развития способностей школьников в области программирования / Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Павлова Е.С., Приходькова И.В. // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 97.

#### **УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ**

Сухова А. С., Селезнева И.Г.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В данной работе была проанализирована система образовательных технологий, повышающих технологичность текущей и итоговой успеваемости студентов. Исследованы известные методики контроля знаний студентов и была разработана на кафедре политологии ВолГТУ собственная оптимальная система контроля качества знаний студентов в правовом образовании.

**Increase the manufacturability of current and final uspevaemosti students.  
Sukhov A. S., Selezneva I. G.**

In this paper, we have analyzed the system of educational technologies that increase the manufacturability of current and total progress of students. Known methods of control of knowledge of students and was developed at the Department of political science Volgtu own optimal system of quality control of knowledge of students in legal education.

Реформирование системы образования требует пересмотра существующих подходов в оценивании учебных достижений студентов. Образовательный стандарт предполагает наличие устойчивой оценки качества усвоения школьниками учебной информации, а также необходимой адекватности этой оценки действительному уровню учебной деятельности.

Общество в целом выигрывает в оптимальном воспроизводстве совокупного личностно-интеллектуального потенциала. Уровень и глубина контроля качества обучения должны определяться не только документом, который выдается учащемуся или студенту после завершения цикла обучения, но и некоторой регистрацией качества обучения государственными или другими структурами. Цель такой регистрации - не прозевать личность при формировании коллективов для решения социальных задач регионального и более высокого уровня.

На кафедре политологии ВолгГТУ разрабатывается система контроля качества знаний студентов. Основой создания такой системы является оптимальный подбор действий и ресурсов, обеспечивающих более-менее объективную оценку и регистрацию качества знаний студентов. В основе оценивания процесса, и результатов обучения лежат следующие основные критерии, степень полноты проявления которых по ступеням учебной деятельности представляют собой обобщение критерии учебных достижений:

полнота, обобщенность, системность, которые являются конкретными показателями качества знаний на предметно-содержательном уровне;

прочность, мобильность, действенность и другие, которые характеризуют качество знаний на содержательно-деятельностном уровне;

потребности, мотивы учения, проявление волевых усилий, критичности и других психических и личностных компонентов сфер человека, характеризующих индивидуальную, личностную сторону качества обучения.

Качества знаний являются признаками, на основании которых производится оценка. Характер оценки может существенно меняться, если процесс оценивания учитывает критериальность одного качества, нескольких или системы качеств на разных этапах обучения (единичная, комплексная, интегральная оценка). На этой основе определяют виды и формы контроля, которые можно выразить в табличной форме:

Достижения студентов	Уровень усвоения учебного материала	Критерии оценки	Балл
Перцептивная деятельность	Непосредственное восприятие и запоминание образа. Классификация воспринимаемых образов, формирование обобщенного представления и т. д.	Узнавание объектов изучения (структурных элементов знаний курса - понятия, явления, модели, теории, законы, закономерности) и выделение присущих ему компонентов знаний (определение, признаки явления, способы наблюдения явления)	до 4
Репродуктивная деятельность	Запоминание, уяснение смысла. Уяснение логики, составление плана, конспектирование. Уяснение рациональных приемов, поэлементная отработка операций. Тренировка. Формирование навыков. Попытки ввести изменения в решения. в соответствии с указаниями	Воспроизведение учебного материала (фактического и теоретического) на описательном уровне с опорой на учебник, фотографий, модели, таблицы, схемы, атласы, карты и другие источники информации; оперирование элементарными навыками ведения наблюдений за явлениями, выполнение простейших практических заданий, умение пользоваться элементарными приборами и справочными материалами	2-12

Вариативная деятельность	Анализ новых условий и допустимости разных вариаций. Выбор способа анализа информации для решения проблемы. Варьирование исполнения с учетом заданных условий	Воспроизведение учебного материала в логической последовательности, определяемой структурой знания курса соответствующей содержательной линии, проявление умений структурировать материал на основной и второстепенный, иллюстрировать соответствующие выводы на конкретных примерах и использовать знания при решении типовых практических задач. Свободное оперирование изученным материалом, умение устанавливать причинно-следственные связи, сопоставлять ранее изученный материал с новым, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов, самостоятельно делать выводы и обобщения, работать с различными источниками информации, проводить наблюдения и измерения, которые обеспечивают получение правильных результатов, применять теоретические знания для решения качественных, экспериментальных и расчетных задач (по известным алгоритмам)	9-15
Проблемно-ориентированная деятельность	Выбор способа решения проблемы. Результаты решения	Осознанное и оперативное использование знаний и умений при выполнении заданий как теоретического, так и практического характера в знакомой ситуации. При изменении ситуации способен разработать программу действий для достижения конечного результата. Применение на практике знаний в незнакомых ситуациях с использованием сведений из других учебных курсов, дисциплин, научно-популярной и справочной литературы	11-25

При обновлении системы необходимо учитывать индивидуальные особенности и возможности обучающихся; контроль знаний должен учитывать имеющиеся затруднения студентов и предусматривать коррекцию заданий.

Процедура текущего контроля должна осуществляться снизу вверх при постепенном повышении трудоемкости и сложности заданий до границы индивидуальных возможностей обучаемого.

#### **Литература**

1. Белоусова А. С. Совершенствование контроля знаний студентов при изучении гуманитарных дисциплин/ А.С. Белоусова// Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Под ред. Ю.В. Попова.- Волгоград , 2001.-Вып.7.
2. Белоусова А.С., Паршев С.Н. Разработка и оценка эффективности методов контроля знаний студентов, основанных на применении тестирования./Белоусова А.С., Паршев С.Н. // Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Под ред. Ю.В. Попова.- Волгоград , 2002.-Вып.8.
3. Белоусова А.С. Способы активизации студентов на семинарских занятиях по политологии/ А.С. Белоусова// Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Под ред. Ю.В. Попова.- Волгоград , 2003.-Вып.9.
4. Белоусова А.С. Галкин А.П. Система контроля качества знаний студентов по политологии/ А.С. Белоусова, А.П.Галкин//Изн.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2004.-Вып.1№8.

5. Белоусова А.С., Паршев С.Н. Технологии активизации латерального мышления у студентов/Белоусова А.С., Паршев С.Н. // Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2005.-Вып.2№4.
6. Белоусова А.С. Интерактивные технологии организации семинарских занятий по правоведению/ А.С. Белоусова// Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2006.-Вып.3. №8.
7. СелезневаИ.Г. , Сухова А.С., Скобелина Н.А. Групповая дискуссия как форма образовательного процесса/ СелезневаИ.Г. , Сухова А.С., Скобелина Н.А// Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2008.-Вып.5. №5.
8. Сухова А.С., Селезнева И.Г., Скобелина Н.А. Олимпиада как форма активизации креативного мышления у студентов/ Сухова А.С., Селезнева И.Г., Скобелина Н.А. // Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2008.-Вып.5. №5.
9. Сухова А.С. , Селезнева И.Г. Методические положения для преподавателей по проведению семинарских занятий по правоведению./ Сухова А.С. , Селезнева И.Г. // Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2009.-Вып.6. №10.
10. СуховаА.С. Селезнева И.Г., Грицкевич Н.К. Технологии активизации латерального мышления в правовом обучении / СуховаА.С. Селезнева И.Г., Грицкевич Н.К. // Вестник Томского государственного педагогического ууунниверсиитета.-2009.-Вып.11.
11. Селезнева И.Г., Сухова А.С. Инновационные методы в преподавании политико-правовых дисциплин /Селезнева И.Г., Сухова А.С.// Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2010.-Вып.7. №8
12. СуховаА.С, Селезнева И.Г. Инновационные технологии активизации латерального мышления в политико-правовом обучении./ Сухова А.С. , Селезнева И.Г. // Изв.ВолгГТУ.Сер. Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе: Межвуз. сб.науч.тр. / ВолгГТУ; Волгоград , 2012.-Вып.9. №11.

## **КВЕСТ-ТЕХНОЛОГИИ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРАВОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Сухова А. С., Селезнева И.Г.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В данной работе была проанализирована природа влияния квестов на повышения уровня восприятия сложного и объемного правового материала у студентов разных курсов. Исследован коммуникативный комплекс, раскрыты структура и формы влияния квестовых технологий на весь процесс правового обучения, представлены возможные варианты активизации аналитического мышления с помощью квестовых методик в правовом образовании.

### **Quest technology as a method of increasing the productivity of the right of education. Sukhova A. S., Selezneva I. G.**

In this paper, we have analyzed the nature of the influence of quests to improve your perception of complex and voluminous legal material in students from different courses. Studied communication complex, the structure and forms of influence of quest technologies throughout the entire legal process of learning, presents options to enhance analytical thinking with the help of quest methods in legal education.

Сегодня правовое образование должно иметь проблемно-ориентированный характер, базовым принципом которого является ориентация на самостоятельную работу студентов и активные методы обучения. Правовые дисциплины отличаются своей вариативностью, потенциальной возможностью получения множества решений, многообразием точек зрения, имеющих одинаково научный характер. Следовательно, преподавание юридических дисциплин имеет свои специфические возможности для развития творческого мышления. В ходе реализации программы повышения продуктивности правового образования необходимо предусмотреть следующее: сочетание образовательной, научно-исследовательской и учебно-методической составляющих; овладение способами проведения занятий с

использованием интерактивных методик обучения и современных информационно-коммуникационных и мультимедийных технологий ; освоение инновационных методик проведения семинарских занятий; освоение принципов разработки квестовых методик и контрольно-измерительных материалов для оценки качества правового образования. Правовое обучение отличается своей вариативностью, потенциальной возможностью получения множества решений, многообразием точек зрения, имеющих одинаково научный характер.

Следовательно, преподавание правовых дисциплин имеет свои специфические возможности для развития творческого мышления. Сегодня во всех высших учебных заведениях большинство студентов свободно пользуются современными информационными технологиями, что, конечно же, упрощает для них процесс поиска информации, обработки ее и предоставления в различных формах. Поэтому использование в проектной деятельности студентов компьютера как инструмента творческой деятельности способствует достижению нескольких целей:

- повышение мотивации к самообучению;
- формирование новых компетенций;
- реализация креативного потенциала;
- повышение личностной самооценки;
- развитие невостребованных в учебном процессе личностных качеств (например, поэтические, музыкальные, художественные способности).

Развитие квестовых технологий даёт мощный импульс развития правового обучения. Осознавая этот факт, необходимо стремиться активно использовать новые технические достижения в учебных целях. Одной из таких попыток стало использование квеста, особого типа поисковой деятельности, которую студенты смогли бы осуществлять с помощью Интернета. Квест как образовательная технология опирается на такой подход к обучению, в процессе которого происходит конструирование нового. Согласно данному подходу, преподаватель становится организатором и координатором проблемно-ориентированной, исследовательской, учебно-познавательной деятельности студентов. Преподавателем правовых дисциплин создаются условия для самостоятельной умственной и творческой деятельности студентов и поддерживается их инициатива. В свою очередь, студенты становятся равноправными участниками процесса обучения, разделяя ответственность за процесс и результаты обучения с преподавателем.

Квест включает в себя в качестве обязательных следующие части:

- введение (тема и обоснование ценности проекта). Этот этап предоставляет основную информацию, вводит ключевые понятия, а также содержит вопрос, над которыми будут размышлять студенты;
- задание . Это наиболее важная часть квеста. Задание направляет студентов на ряд конкретных действий на пути решения правовой проблемы;
- процесс (поэтапное описание хода работы, распределение ролей, обязанностей каждого студента, ссылки на интернет-ресурсы, конечный продукт). В этом разделе содержатся указания, как именно участники будут выполнять задание (порядок выполнения и сортировки информации);
- оценка (критерии оценки преподавателя). Раздел содержит критерии оценки выполненного задания в соответствии с определенными стандартами;
- заключение (обобщение результатов, подведение итогов). Здесь подводится итог и поощряется креатив и дальнейшие исследования по проблеме;
- страницы для преподавателя. В них содержится информация для помощи другим преподавателям, которые будут использовать квесты.

Для создания шкалы оценки необходимо:

1. Сформулировать наиболее значимые критерии. Они должны быть адекватны типу задания, целям и видам деятельности и в равной степени учитывать:
  - достижение заявленной цели;
  - качество выполнения работы;
  - качество процесса выполнения работы;
  - содержание;
  - сложность задания.
2. Определить уровень сложности - например, трех-, четырех-, пятибалльный
3. Подготовить описание параметров оценки.

Как видно, основной методической задачей преподавателя на пути создания качественного и продуктивного квеста остается продуманность содержания, выбор темы и постановка правовой задачи. Специфика квеста по правовым дисциплинам лишней раз убеждает в его широких возможностях применительно к обучению новым законодательным актам. По мнению многих педагогов, успешно внедряющих квесты в учебный процесс, данная технология предоставляет три основных составляющих продуктивного правового обучения: проблемность, актуальность и интерактивность, которая является

ведущим фактором в обучении правведению. Квесты позволяют студентам разных курсов получать информацию в устной и письменной форме. В интерактивности знание права проходит немедленную проверку, обогащаясь вместе с тем и новым содержанием. Все это способствует развитию беглости, точности в использовании правовых знаний на практике.

Сегодня квесты значительно варьируются не только по своей тематике, но и по структуре. Выделяется несколько этапов работы над квестом.

#### 1. Начальный этап

Студенты знакомятся с основными понятиями по правовой задаче. Распределяются роли в команде: по 1-4 человека на 1 роль. Все члены группы должны помогать друг другу и учиться работе с правовыми источниками.

#### 2. Ролевой этап

Индивидуальная работа в студенческой группе на общий результат. Студенты данной группы одновременно, в соответствии с выбранными ролями, выполняют задания. Так как цель работы не соревновательная, то в процессе работы над квестом происходит взаимное обучение участников команды умениям работы с законодательными актами и указами президента по выбранной тематике. Группа совместно подводит итоги выполнения каждого задания, участники обмениваются материалами для достижения общей цели.

Задачи:

1) поиск информации по правовой теме; 2) разработка решения данной правовой темы; 3) анализ собранной информации; 4) доработка материалов и создание правовой модели решения поставленной задачи.

#### 3. Заключительный этап

Группа работает совместно, под руководством преподавателя, ощущает свою ответственность за созданную модель решения правовой задачи и результаты исследования. По результатам исследования проблемы формулируются выводы и предложения. Проводится конкурс выполненных работ, где оцениваются понимание задания, достоверность используемой информации, ее отношение к заданной теме, критический анализ, логичность, структурированность информации, определенность позиций, подходы к решению проблемы, индивидуальность, профессионализм представления. В оценке результатов принимают участие как преподаватели, так и студенты путем голосования.

Квесты являются комплексным заданием, в связи с этим оценка его выполнения должна основываться на нескольких критериях, ориентированных на тип проблемного правового задания и форму представления результата. Необходимо использовать 4-8 критериев, которые могут включать оценку: исследовательской и творческой работы, качества аргументации, оригинальности работы, навыков работы в микрогруппе, устного выступления, мультимедийной презентации, письменного текста.

В ходе организации работы студентов над квестами реализуются следующие цели:

- образовательная — вовлечение каждого студента в активный познавательный процесс. Организация индивидуальной и групповой деятельности студентов, выявление умений и способностей работать самостоятельно по теме.

- развивающая — развитие интереса к правовым дисциплинам, творческих способностей воображения учащихся; формирование навыков применения теоретических знаний на практике и в исследовательской деятельности, публичных выступлений, умений самостоятельной работы.

- воспитательная — воспитание толерантности, личной ответственности за выполнение выбранной работы.

Квест, используя информационные ресурсы Интернета и интегрируя их в учебный процесс, помогает эффективно решать целый ряд практических задач, так как в процессе работы над квестом развивается ряд компетенций, предусмотренных рабочими программами по правведению:

- использование информационных технологий для решения профессиональных задач;

- самообучение и самоорганизация;

- работа в команде;

- умение находить несколько способов решений правовой проблемной ситуации.

Одним из перспективных направлений формирования информационных и коммуникационных компетенций является технология образовательных квестов

В ходе реализации программы повышения продуктивности правового образования будет предусмотрено: сочетание образовательной, научно-исследовательской и учебно-методической составляющих; овладение способами практического применения теоретических знаний, полученных на правовых дисциплинах, проведения занятий с использованием интерактивных методик обучения и современных информационно-коммуникационных и мультимедийных технологий; освоение инновационных методик проведения контрольных семинарских занятий; освоение принципов тестовых и контрольно-измерительных материалов для оценки качества своего образования.

Правовое образование является основным условием для того, чтобы превратить общество из объекта манипуляций властей и конфликтующей с ними оппозиции в коллективный субъект политики. Правовые знания помогут «перевести» идеи и действия современных представителей власти с «государственного языка» на язык повседневной жизни. Цель ознакомления с правоведением как раз и состоит в том, чтобы лучше и со знанием дела участвовать в политической жизни страны. В процессе применения квестовых методик формируется человек, умеющий действовать не только по образцу, но и самостоятельно получающий необходимую информацию из максимально большего числа источников, умеющий ее анализировать, выдвигать гипотезы, строить модели, экспериментировать и делать выводы, принимать решения в сложных ситуациях. Происходит развитие личности студента, подготовка его к свободной и законной жизни в условиях информационного общества. Применение метода квеста имеет большие преимущества. Во-первых, квест способствует успешной социализации первокурсников за счет создания адекватной информационной среды, в которой студенты учатся ориентироваться самостоятельно. Выходя за рамки учебных программ, этот метод заставляет студентов обращаться не только к справочной литературе, но и к электронным источникам. А это приводит к формированию личности, обладающей информационной культурой. Во-вторых, актуальность тем правовых исследований, возможность наглядно познакомиться с результатами своих поисков позволяют организовать процесс правового обучения на всех его этапах. Развиваются креативные способности студентов. В-третьих, студенты осваивают технологию проведения правового исследования. В-четвертых, выбирая проблему исследования и решая конкретную задачу внутри группы, студенты исходят из своих интересов и степени подготовленности. Это создает возможность построения открытой системы правового образования, обеспечивающей каждому студенту собственную траекторию обучения сложным правовым проблемам современности. Таким образом, применение квестовых технологий в учебном процессе формирует междисциплинарные навыки, включающие в себя умение решать постоянно возникающие новые, нестандартные проблемы; соответствовать предъявляемым повышенным требованиям к коммуникационному взаимодействию.

Но иногда от студентов можно слышать такое суждение: «Мы пришли в технический вуз, чтобы получить образование инженера, а вот потом, когда закончим, и будет время, займемся политическим образованием». Что можно возразить? Как нельзя наесться впрок, так и нельзя «на потом» отложить образование. Если человек невежествен политически, безграмотен в правоведении, то он не в состоянии сделать осознанный выбор своего участия в системе власти. Тогда в представительные органы власти могут быть избраны случайные люди, не способные к разумным решениям, а это неизбежно приведет к отрицательным результатам. Современный период общественного развития характеризуется возрастающей ролью политики. Она сегодня охватывает все сферы жизни общества, оказывает глубокое влияние на их функционирование. Возрастание роли политики имеет свои конкретные причины, характеризующие этот процесс. Они связаны с тем, что экономические, социальные, духовные проблемы общества сегодня приобретают глобальный характер, становятся, с одной стороны, все более взаимосвязанными, с другой – взаимозависимыми. Они могут и должны решаться в масштабах всего общества, требуют политического подхода, разработки ясной и четкой политической линии, организации усилий всего общества на ее реализацию. Ведь именно политика является той областью общественной жизни, где концентрируются и осмысливаются все важнейшие общественные проблемы, где они соотносятся с интересами классов и социальных групп, где вырабатывается механизм и способы их решения. Политология своими средствами и методами позволяет проникать в тайны политики и власти, раскрывать подлинную суть деятельности политической элиты, лидеров, партий, политического поведения классов и масс. Важнейший аспект современной политологии - выявление причины и только затем - цели политической деятельности, выявление «кто есть кто» и «кто где» в политической жизни.

Повышение качества и эффективности подготовки специалистов в современных условиях невозможно без использования в учебном процессе новых информационных технологий. Одним из направлений их практического применения инновационных методов в образовании с использованием средств мультимедиа. Политико-правовые дисциплины дают студенту необходимый любому образованному гражданину минимум знаний о политических реальностях и ценностях, нормах правового поведения. Политология дает подготовку по методологии анализа политической жизни, вырабатывает необходимые мировоззренческие и ценностные критерии оценки текущих событий, умение связывать политические знания с общественной практикой. Современный этап развития высшего профессионального образования в вузах России характеризуется кардинальными изменениями в системе гуманитарной подготовки студентов. Гуманитаризация образования направлена на интеллектуальное, эстетическое и нравственное развитие личности, повышение уровня образованности будущего специалиста. Решение этих задач предполагает внедрение новых образовательных технологий, обновление организационных и методических форм активизации эвристического потенциала студентов.

Общество в целом выигрывает в оптимальном воспроизводстве совокупного личностно-интеллектуального потенциала. Уровень и глубина контроля качества обучения должны определяться не

только документом, который выдается учащемуся или студенту после завершения цикла обучения, но и некоторой регистрацией качества обучения государственными или другими структурами. Цель такой регистрации - не прозевать личность при формировании коллективов для решения социальных задач регионального и более высокого уровня.

Анализ современных источников информации показал, что система контроля качества знаний учащихся и студентов должна учитывать и опираться на ряд факторов: маркетинг образовательных услуг; целевую подготовку кадров; профессионализм, работоспособность, готовность к риску, принципиальность; проект первой совместной Совета Европы/ЮНЕСКО конвенции о признании документов в области высшего образования в европейском регионе (шестой вариант); образование, как основное стратегическое средство борьбы с безработицей; преемственность общего среднего и высшего профессионального образования; проблемы поиска объективных и достоверных критериев, определяющих эффективность труда преподавателей; различие систем оценки знаний; возможность и глубину использования ЭВМ в обучении и контроле знаний

Особенностью преподавания курсов "Правоведение" и «Политология» на кафедре политологии и права ВолгГТУ явилось то, что данные дисциплины стали системообразующим ядром в организации гражданско-правового образования. Достоинство курса в том, что он способствует воспитанию гуманистического мировоззрения личности, дает импульс к творчеству, помогает познать себя, дает огромный багаж правовых знаний, необходимых современному человеку.

Для того, чтобы выяснить отношение к правоведению, мы предложили студентам анкету. Анализ ответов учащихся на вопрос: "Что дают вам лекции и семинары по правоведению и политологии?" показал, что отношение студентов к предметам неодинаково. Ответы оказались разнохарактерными и противоречивыми, но искренними.

Первую группу составили ответы, в которых отразились познавательные мотивы. Учащиеся ценят этот предмет за то, что он расширяет их кругозор.

Вторую группу составили ответы, выражающие эмоциональную оценку учащимися данного предмета, имеющие определившиеся профессиональные интересы.

Участники опроса 3-й группы свидетельствуют о практической направленности учебных занятий.

Четвертую группу составляют ответы, которые отражают нравственную оценку учебной дисциплины.

Полученная информация была полезной и позволила нам скорректировать учебную работу. Уровень гражданственности по успеваемости мы определяли по следующим критериям: общественная направленность личности, выполнение гражданского долга, осознание прав и обязанностей, гражданская позиция, которые характеризуют мировоззренческие взгляды личности, ее убеждения, отношение к обществу и государству.

Рассмотрим педагогические условия, способствующие эффективному функционированию модели воспитания гражданственности средствами общественных дисциплин. Гражданственность мы рассматриваем как интегративное качество по следующим аспектам: а) мировоззренческому; б) поведенческому; в) оценочному; г) культурному. Реализация определенного нами интегративно-деятельностного подхода в воспитании гражданственности у учащихся будет эффективной, если преподаватель обеспечит комфортные условия для студентов в учебной работе; выявит возрастные интересы учащихся, увеличит на занятиях роль диагностических, социологических методов.

Для реализации интегративности в процессе формирования у учащихся основ гражданственности предполагается: развитие их интереса к предмету, использование различных форм организации образовательного процесса, что позволяет студентам в большей степени проявлять активность, самостоятельность в применении знаний. Специфика деятельностного подхода - это выход на актуальные проблемы, использование форм делового, неформального общения на занятиях, применение диалоговых форм общения. Все это приводит к конкретизации условий.

Воспитание и обучение должны помочь учащимся сохранить свою личную индивидуальность. Выделенное нами второе условие - личностно-ориентированное обучение - обеспечивает индивидуальный подход. На первый план выдвигается личность, начинается утверждение ценностей, связанных с инициативой человека, с его свободой. Поэтому необходимо гибкое, бережное отношение к студенту, к его склонностям и способностям. Важно воспитать душу, сердце, сознание, создать условия для наиболее полного раскрытия потенциальных возможностей личности как субъекта социальной деятельности. На первое место важно ставить вопросы не просто о развитии учащихся, а о стимулировании их саморазвития.

На кафедре политологии и права ВолгГТУ разрабатывается система контроля качества знаний студентов. Основой создания такой системы является оптимальный подбор действий и ресурсов, обеспечивающих более-менее объективную оценку и регистрацию качества знаний студентов.

В основе оценивания процесса и результатов обучения лежат следующие основные критерии, степень полноты проявления которых по ступеням учебной деятельности представляют собой обобщение критерии учебных достижений:

полнота, обобщенность, системность, которые являются конкретными показателями качества знаний на предметно-содержательном уровне;

прочность, мобильность, действенность и другие, которые характеризуют качество знаний на содержательно-деятельностном уровне;

потребности, мотивы учения, проявление волевых усилий, критичности и других психических и личностных компонентов сфер человека, характеризующих индивидуальную, личностную сторону качества обучения.

Под латеральным мышлением понимается процесс обработки информации, способствующий активизации творческих способностей и интуиции. Латеральное, в отличие от вертикального или традиционного логического мышления - вполне конкретный способ применения мыслительного аппарата, однако эти два способа имеют четкие отличия. При вертикальном мышлении человек продвигается вперед, делая последовательные шаги, каждый из которых должен быть оправдан. При латеральном же мышлении человек использует поступающую информацию не ради нее самой, ради результата, который она может принести. Для латерального мышления характерна созидательность, в то время как для вертикального - избирательность.

Латеральное мышление не подменяет вертикальное, а дополняет и расширяет его возможности. Наиболее эффективный способ изменения идей - действовать не извне - конфликтным путем, а изнутри - интуитивной перегруппировкой доступной информации.

Достижению поставленных учебных и воспитательных целей, формированию сознательного социально активного поведения студентов наибольшей степени способствуют технологии развития креативного мышления. Креативное мышление - это один из важнейших инструментариев современного молодого человека, осуществляющего главные социальные функции.

Способность к креативному мышлению является мистической способностью лишь отдельных студентов. Экспериментальные исследования и целенаправленные наблюдения деятельностью учащихся показали, что креативные способности можно развивать путем тренировки быстроты, гибкости и прогностичности ума. Быстрота ума - это способность за единицу времени решить такое количество задач, с которыми в состоянии справиться при случайной выборке сорок из ста респондентов. Гибкость - это умение быстро перестраиваться и отказываться от усвоенных ранее шаблонов. Прогностичность - это умение человека предвидеть наступление вполне конкретных событий. Первые две способности достаточно эффективно тренируются с помощью специальных абстрактных упражнений.

Творческое мышление предполагает прокладку новых путей к цели, которые до этого были неизвестны субъекту деятельности. Данные пути созданы из совершенно новых элементов мысли, а также собраны в обновленных звеньях уже встречавшихся структур. Латеральное мышление предполагает умственную концентрацию на основной проблеме или основной задаче и сосредоточение на ней интел-лектуальных усилий. При проведении практических занятий со студентами складывается определенная система нового активного и творческого поведения:

1. Сбор информации. Анализ и обобщение данных. Сравнение показателей.
2. Концентрация, Сосредоточение; на отдельных фактах или участках задачи.
3. Инкубация идей. Все идеи, которые возникают в процессе мыслительной концентрации, группируются по методологическим; основаниям.
4. Процесс переработки идей. Здесь нет критики по поводу диких идей, а из каждой теории берется свое рациональное зерно.
5. Анализ и синтез. Исследование результатов креативного мышления на уровне логического анализа.

Данная схема, креативного мышления может использоваться в качестве модели для организации мыслительной деятельности при разрешении любой практической задачи.

Креативное мышление обычно ассоциируется с индивидуальной деятельностью людей, однако оно может захватывать и целую группу. Для активизации креативных тенденций у студентов применяется метод "мозговой атаки". Данный метод основан на знании психологических и педагогических закономерностей, помогающих устранить явные и скрытые психологические и социальные барьеры и активизировать творческую энергию участников. "Мозговая атака" подразумевает следующие основные принципы:

Сотворчество в процессе решения определенной задачи. Все участники должны быть психологически готовы к непосредственному включению в данную форму работы. Сказывается известная закрепощенность, скованность, традиционность поведения. В этой связи полезны разминки, постоянное поощрение участников за оригинальные идеи и версии.

Вера в творческие силы и способности друг друга. Данный организационный прием дает возможность увидеть своих сокурсников со стороны: как они общаются, как реагируют на чужую мысль, как улаживают назревающий конфликт и т. д.

Использование оптимального сочетания интуитивного и логического: при генерировании идей оптимальным является ослабление активности логического мышления и поощрение интуитивных гипотез, чему способствует запрет критики и отсроченный логический анализ полученных идей.

Активный "мозговой" штурм продолжительностью час-полтора создает ту степень напряжения, которая является идеальной обстановкой для наилучшего использования творческих способностей каждого из участников. Студенты работают, в небольших подгруппах, разрабатывают технологии решения нестандартных задач, выявляют определенные модификации основных гипотез решения, которые созрели в группе. Критерий интеллектуальной активности имеет множество переходных форм, но в конечном итоге испытуемые классифицируются на три категории:

Стимульно-продуктивный уровень интеллектуальной активности: решение задач при помощи гипотез и находок. Испытуемого относят к данному уровню, если при энергичной работе он остается в рамках первоначально найденного способа решения.

Эвристический уровень: открытие закономерностей эмпирическим путем. Имея надежный способ решения, испытуемый анализирует состав, структуру своей деятельности, что приводит к открытию новых оригинальных способов решения.

Креативный уровень теоретических открытий: создание теории и постановка новой проблемы. Обнаруженная закономерность становится самостоятельной проблемой. При этом часто испытуемые выходили на креативный уровень после решения нескольких задач - характерная черта теоретического мышления - способность вскрывать существенное путем анализа единичного объекта.

При коллективном поиске идей все студенты группы уравниваются, создается доброжелательный психологический климат, что активизирует их интуицию и воображение, минимизирует стереотипное мышление, что создает питательную среду для генерирования новых оригинальных творческих идей.

Эффективность творческих решений проявляется в том, что они превосходят поставленные задачи и ожидания. Инновационные образовательные технологии в современном учебном процессе - это превращение информационного потока в идею, а способности студентов - в умение правильно рассуждать и анализировать. Такой анализ, в первую очередь, требует напряженного логического и аналитического мышления, основанных, скорее, на оценке фактов и показателей.

#### **Литература**

1. Задорожник И. Сегодня, завтра,..., послезавтра// Alma mater. - 1997. -№ 1.-С.48.
2. Линнамайя Отала. Задача обучения на протяжении всей жизни - вызов университетам// Alma mater. - 1997. - № 4. - С. 24-32.
3. Панкрухин А. Философские аспекты маркетингового подхода к образованию//Alma mater. -1997. - № 1. - С. 25-30.
4. Панкрухин А. Образовательные услуги: точка зрения маркетолога//Alma mater. - 1997. - № 3. - С. 27-32.
5. Системы качества. Сборник нормативно-методических документов/ Государственный комитет СССР по стандартам. М., 1989. - 119 с.
6. Сенашенко В. Преемственность общего среднего и высшего профессионального образования/Высшее образование в России. -1997. -№ 1. -С. 53-56.
7. Соловьев В., Курдюмов Г., Кулагина А. В поисках критериев эффективности преподавательского труда// Высшее образование в России. - 1997. - № 1. - С. 72-76.
8. Филиппов В. Признание дипломов: добрая воля и большие обязательства// Alma mater. - 1997. - № 2. - С. 8 - 11.

### **ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ЧЕМПИОНАТОВ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МАСТЕРСТВУ WORLDSKILLS В ПРОВЕДЕНИИ ОЛИМПИАД И ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИТОВОВЫХ АТТЕСТАЦИЙ**

Литовкин Р.В., Орлова О.Ю.

*Волгоград, Волгоградский экономико-технический колледж*

В работе рассматриваются вопросы применения стандартов чемпионатов по профессиональному мастерству WorldSkills при проведении олимпиад и государственных итоговых аттестаций в среднем профессиональном образовании.

**Experience and prospects of the use of professional skills WorldSkills championships standards for the competition and the state final examination. Litovkin R.V., Orlova O.J.**

The paper deals with the application of the standards of professional skills WorldSkills championships for the competitions and the state final examination in secondary vocational education.

Несмотря на векторы импортозамещения наблюдается серьезные процессы интеграции отечественной промышленности с зарубежными секторами. Это приводит к тому что, все комплектующие расходные материалы, готовые изделия, стандарты изготовления, эксплуатации и ремонта, естественно, должны быть зарубежные. Это накладывает определенные требования к учебным заведениям, которые готовят специалистов по профессиям, имеющим отношение к этим секторам. Это не только высокотехнологические сектора, но и такие как, повара, каменщики, плотники, слесаря и т.п. Обучающиеся должны не только получить теоретические знания, но и овладеть умениями работы с соответствующим оборудованием, материалами и прежде всего стандартами и культурой труда. Предшествующая культура труда, выросшая из промышленной революции эпохи СССР, конечно была достаточной для того времени. Но сегодня повсеместная глобализация требует ее сильнейшего изменения. К наиболее распространённым классам стандартов развития культуры труда относятся американские, европейские и восточноазиатские. Естественно, это и отражается в развитии этих трех направлений в образовательной сфере, ориентированной на производство. В середине двадцатого века в Европе организовали «олимпиаду» по профессиональному мастерству – WorldSkills, - призванную как раз объединить различные стандарты и культуры среди профессионалов.

В настоящее время Россия для увеличения конкурентоспособности в промышленности и образовании активно участвует в этом движении. Для более сильной интеграции этих профессиональных образовательных учреждений в движение приветствуется внедрение в образовательный процесс различные формы подготовки и аттестации по различным компетенциям по, так называемым, стандартам wordskills. Сущность этих стандартов заключается в том, что, во-первых, подготовка должна осуществляться по дуальной системе, когда изучение компетенций закрепляется на практике в равной пропорции по времени и другим ресурсам. А, во-вторых, аттестация осуществляется по специальной форме. На сегодняшний момент эта форма аттестации еще в новинку для профессиональных образовательных учреждений. Она заключается в том, что обучающийся должен в строго регламентированное время выполнить проект, т.е. практически, подтвердить все компетенции, а не одну-две, как осуществляется сейчас. Причем время выполнения может составлять несколько дней. Аттестация обучающегося проводится экспертным сообществом. Большой проект и ограниченное время под пристальным вниманием многих экспертов позволяет более объективно оценить человека как профессионала в своем деле, с которым он столкнется в жизни. Ключевым моментом аттестации является система заданий и оценок. Проект, как и в промышленном процессе, разбивается на мелкие подэтапы. Каждый этап оценивается отдельно. Причем оценивается практически все: умение работать с инструментом, ведение рабочего места, время выполнения, качество выполнения и количественные показатели результата подэтапа и т.п. При этом упор в оценках делается на объективные показатели. За весь этап аттестации обычно используют до несколько сотен оценок. Прозрачность все системы обеспечивается онлайн трансляцией и облачным механизмом регистрации оценок.

Согласно этим рекомендациям были разработаны задания и системы оценок на региональные олимпиады по профессиональному мастерству среди средних профессиональных учреждений: «Web-мастер» и «ООП и базы данных». Опыт проведения аттестации показал, что, во-первых, такая система сильно организует самих конкурсантов за счет разбивки на подэтапы и прозрачности их оценки. А во-вторых «тотальная» объективность системы оценок вводит больше однозначности среди экспертов за счет снижения вариантов толкования.

В связи с очередными реформами в сфере профессионального образования и постоянными посланиями президента и правительства по этому поводу во многих крупных промышленных центрах в профессиональных образовательных учреждениях уже применяется государственная итоговая аттестация по стандартам wordskills. Поэтому предлагается более активно внедрять эту форму итоговой аттестации в регионе.

Для проведения итоговой аттестации по стандартам wordskills необходимо выполнить следующие этапы:

- наладить инфраструктуру для онлайн-трансляции;
- проинструктировать и обучить экспертов;
- разработать задания согласно компетенциям;

- организовать и оснастить рабочие места согласно заданиям.

### **Литература**

1. Литовкин, Р.В. Implementing practice-oriented approach in education / Литовкин Р.В., Наумов В.Ю., Авдеюк О.А. // Innovation Information Technologie : mater. of the 3rd Int. scien.-pract. conf. (Praque, April 21-25, 2014). Part 1 / МИЭМ ВШЭ, Рос. центр науки и культуры в Праге. - М., 2014. - С. 72-75.
2. Внедрение практико-ориентированного подхода для студентов укрупнённой группы специальностей 230000 «Информатика и вычислительная техника» и предложения по повышению его эффективности / Литовкин Р.В., Наумов В.Ю., Авдеюк О.А., Приходьков К.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014: матер. XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.) / Национальный исследовательский ун-т "Высшая школа экономики" [и др.]. - М., 2014. - С. 35-36.
3. Дистанционное образование с использованием технологии программированного обучения в среде непрерывного профессионального образования / Литовкин Р.В., Наумов В.Ю., Акулов Л.Г., Авдеюк О.А., Приходьков К.В., Савкин А.Н. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014: матер. XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.) / Национальный исследовательский ун-т "Высшая школа экономики" [и др.]. - М., 2014. - С. 37-38.
4. Финал III Национального чемпионата по профессиональному мастерству по стандартам WorldSkills [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://worldskillsrussia.org>. – (Дата обращения: 15.06.2015).

## **ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ**

Котельникова И.А.

*Волгоград, ГБОУ СПО ВЭТК*

В статье описано, как дистанционная форма образования позволяет реализовывать идеи личностно-ориентированного обучения.

### **Personality-oriented approach in distance learning math. Kotelnikov I. A.**

The article describes how the distance form of education allows you to realize the ideas of student-centered learning.

В федеральных государственных образовательных стандартах второго поколения одной из главных ролей отводится дистанционному образованию. Дистанционное образование – новая, современная технология, которая позволяет сделать обучение более качественным и доступным.

Анализируя многочисленные аргументы сторонников и противников дистанционной формы обучения, среди них нельзя не выделить следующего. По мнению многих специалистов, как отечественных, так и зарубежных, при переходе на дистанционное обучение неизбежно произойдёт потеря личностного фактора, который традиционно считается неперемным условием успешности любого образовательного процесса. Сторонники этой точки зрения утверждают, что дистанционное обучение ведёт к снижению влияния личностных факторов и сводит роль преподавателя к чисто технической. Минимизация личных контактов учащегося и преподавателя приведёт к потере эмоциональной мотивации обучения, к утрате дифференцированного подхода к обучению.

Реализация дистанционной формы обучения предполагает естественным образом активное использование средств информационных технологий (ИТ) в образовательном процессе. Поэтому проблемы личностно-ориентированного подхода к дистанционному обучению математике будут рассматриваться в неизбежной связи с современными подходами и методами применения средств и возможностей ИТ в образовании.

Полат Е.С. называет четыре основных направления применения новых информационных технологий в учебном процессе, осуществляемом в рамках системы дистанционного образования, отвечающих современным социальным запросам:

- использование текстовых редакторов и издательских технологий;
- телекоммуникации;
- гипертексты и интерактивные мультимедиа;
- компьютерная робототехника.

Автор обосновывает актуальность создания этой группы средств не только их высокими технологическими возможностями, но, прежде всего, педагогическими потребностями обучения и повышения его эффективности, в частности, необходимостью формирования навыков самостоятельной учебной деятельности, исследовательского подхода в обучении; формирования критического мышления, культуры труда и др. Также рассматриваются дидактические возможности этих средств: многократное повторение фрагмента; визуализация представлений и понятий различными формами предъявления учебного материала (графика, цвет, динамика и др.); различные виды моделирования; автоматизация обработки данных и др.

Дидактические возможности осуществляемого учебного процесса, в особенности, позволяют реализовывать в учебном процессе технологии мультимедиа (от лат. multum - много, media - размышление).

Мультимедиа – многокомпонентная информационная среда, составляющие которой удобно разделить на три группы: аудиоряд, видеоряд, текстовая информация. Мультимедиа является современной компьютерной технологией, позволяющей объединять в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию. В результате происходит воздействие сразу на несколько органов чувств аудио и визуальной информации, что значительно повышает запоминание изучаемого материала и делает их наиболее удобным обучающим средством в дистанционном обучении математике.

Состояние и возможности использования информационных технологий в процессе дистанционного обучения позволяет сделать выводы:

1) обучение в среде компьютерных технологий требует от педагогов определенной профессиональной подготовленности и соответствующей оценки ими имеющихся информационных технологий;

2) при использовании информационных технологий в процессе обучения существуют некоторые проблемы их применения. Первая состоит в том, как сочетать обучение при помощи компьютера с другими формами представления знаний, например с книгами. Вторая – любая ИТ реализует точку зрения автора, которая достаточно жестко внедряется в сознание обучаемого системой связей структуры, что не всегда способствует развитию личности;

3) для устранения вышеперечисленных проблем и более эффективного применения ИТ в обучении необходимо проанализировать методы и формы организации всех видов занятий по математике с использованием ИТ.

Современный уровень любого учебного заведения, предполагает подготовку высококвалифицированных специалистов к их будущей профессиональной деятельности в условиях информационного общества. Осуществление такой подготовки возможно при реализации методических подходов, обеспечивающих формирование специальных знаний, умений и навыков, владение информационными технологиями в процессе решения профессиональных задач, ориентированных на реализацию личностных возможностей и интересов обучаемых. Только став Личностью, человек способен полноценно трудиться в условиях научно-технического прогресса, интеллектуализации всех сфер деятельности в современном обществе. Это возможно при ориентации образования на развитие личности человека, как субъекта гуманных, демократических отношений.

Основными целями личностно ориентированного обучения являются: создание условий для реализации личностных возможностей обучаемого в процессе обретения знаний, умений, навыков; развитие мышления, интеллекта; формирование способности к самостоятельной учебной деятельности, самоконтролю, самоуправлению.

Таким образом, именно дистанционная форма обучения, которая предполагает активное общение между преподавателем и студентом как посредством электронной почты, так и в режиме on-line, позволяет осуществлять обратную связь и, соответственно, наиболее эффективно реализовывать идеи личностно-ориентированного обучения.

#### **Литература**

1. Лукьянова М.И. Теоретико-методологические основы организации личностно ориентированного урока//Завуч.-2006.-№2
2. Перевознюк Е.С. Уроки математики в рамках концепции личностно ориентированного обучения// Математика в школе.-2006.-№4.
3. Малова И.Е., Руденкова Н.М. Как «увидеть» на уроке математики личностно ориентированное обучение?//Математика в школе.-2007.-№4
4. Информационные технологии на уроках математики. Старцева Надежда Алексеевна, с.н.с. Института электронных программно-методических средств обучения РАО.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

Захарова Ю.Ю.  
ГБОУ СПО ВЭТК

В статье описано, как метод проектов позволяет студентам перейти от усвоения готовых знаний к их осознанному приобретению.

### **The application of design technologies in mathematics lessons. Zakharova Yu. Yu.**

The article describes how project-based learning allows students to move from the ready assimilation of knowledge to their conscious acquisition.

В традиционной модели образования хорошим учеником считается послушный и исполнительный ученик, выполняющий все задания учителя без лишнего обсуждения и раздумывания, по инструкции и в срок. В таком режиме работать значительно проще и учителю и ученику.

Но условия современной жизни ставят перед образованием другие задачи и инициативность предпочтительнее, чем исполнительность. Эта черта личности сегодня скорее гарантирует успех в жизни, мобильность и готовность к решению проблем различного характера.

Мечтой большинства педагогических работников является наиболее полное раскрытие возможностей и способностей каждого ученика, развитие его неповторимой индивидуальности. В связи с этим необходимо преобразовать авторитарный процесс обучения в процесс сотрудничества учителя и ученика по самообразованию, саморазвитию каждого студента.

Умение учащихся самостоятельно добывать знания и совершенствоваться очень важно, потому что современному обществу, производству нужны работники и руководители, способные быстро и правильно решать постоянно возникающие конкретные задачи, вести диалог с коллегами и партнерами, самостоятельно принимать решения. Поэтому на уроках используются технологии, отвечающие современным требованиям. Одной из таких технологий является «технология проектов». Суть и идея ее заключается в организации самостоятельной, поисковой, творческой деятельности учащихся.

В основу «технологии проектов» положена идея о направленности учебно-познавательной деятельности учащихся на результат, который получается при решении той или иной практической или теоретической значимой проблемы. Внешний результат можно увидеть, осмыслить, применить в реальной практической деятельности. Внутренний результат – опыт деятельности – становится достоянием учащегося, соединяя в себе знания и умения, компетенции и ценности.

Проект, который выполняют студенты, должен вызвать в них энтузиазм, увлекать их, идти от души. Любое действие, выполненное индивидуально или в группах, учащиеся должны спланировать, самостоятельно выполнить, проанализировать и оценить.

В своей работе я применяю уроки-проекты. Это исследовательские лабораторные работы в группах: «Определители третьего порядка и способы их вычисления», «Системы линейных уравнений и способы их решения», «Исследование и построение графика функции», «Вычисление площади криволинейной трапеции». Студенты ориентированы на сопоставление и сравнение понятий и способов решения, умение анализировать и делать выводы, проводить презентацию и защищать свой проект.

Эти небольшие проекты на несколько уроков, где проводится совместная работа над подготовкой проекта - прекрасная возможность дать каждому участнику шанс проявить свою творческую индивидуальность.

Приведем пример проектной работы.

Тема проекта: «Системы линейных уравнений и способы их решений».

Участники проекта: студенты 2 курса.

Сроки реализации проекта: две недели.

Результат: защита проектов, а затем оказание помощи одноклассникам, испытывающим затруднения по данному учебному материалу.

Задания для групп (в каждой группе 2-3 человека):

Задание для группы 1.

1. Сбор информации по теме «Метод Крамера» (использование материалов учебников, справочников, Интернета).
2. Подбор 3-5 систем уравнений по данной теме (вместе с решением).
3. Оформление отчёта о проделанной работе: теория + практические задания («бумажный» вариант).
4. Подготовка к защите проекта.
5. Защита проекта (презентация).

Задание для группы 2.

1. Сбор информации по теме «Метод Гаусса» (использование материалов учебников, справочников, Интернета).
2. Подбор 3-5 систем уравнений по данной теме (вместе с решением).
3. Оформление отчёта о проделанной работе: теория + практические задания («бумажный» вариант).
4. Подготовка к защите проекта.
5. Защита проекта (презентация).

На завершающем этапе подводятся итоги работы учеников, дается качественная оценка проделанной работы по осуществлению проекта. Критерии оценки проекта должны быть понятны. Их должно быть не более 7-10. Оцениваться, прежде всего, должно качество работы в целом, а не только презентация. Очевидно, что эти критерии должны быть известны всем проектантам задолго до защиты. Приведу перечень критериев, которые я использую при оценке:

1. Важность темы проекта;
2. Глубина исследовательской проблемы;
3. Оригинальность предложенных решений;
4. Качество выполнения продукта;
5. Защита, убедительность презентации.

Можно предложить еще один вид проекта - информационный (ознакомительно-ориентированный) проект, который предполагает:

- сбор информации об ученых-математиках, их жизни и учениях;
- интересные факты о математике и математиках;
- рассмотрение интересных задач практического содержания по геометрии: «Многогранники», «Геометрия в лесу, в дороге», «Практическая геометрия египтян и римлян», «Теория вероятности в нашей жизни» и др.

Для студентов работа над учебными проектами — это возможность максимального раскрытия их творческого потенциала. Это деятельность, позволяет проявить себя индивидуально или в группе, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, показать публично достигнутый результат. Это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной зачастую самими учащимися в виде задачи, когда результат этой деятельности — найденный способ решения проблемы — носит практический характер, имеет важное прикладное значение и, что весьма важно, интересен и значим для самих открывателей. У учащихся формируется научно- теоретическое, нестандартное мышление, развивается способность к рефлексии. Метод проектов позволяет студентам перейти от усвоения готовых знаний к их осознанному приобретению.

#### **Литература**

1. Брыкова О.В. Проектная деятельность в учебном процессе [Текст] / О.В. Брыкова, Т.В. Громова. – М.: Чистые пруды, 2006.
2. Валущэ, А.М. Математика для техникумов. / А.М. Валущэ – Москва, 2009
3. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб.пособие сост. Е.С.Полат, М.Ю. Бухарина, М.В.Моисеева, А.Е.Петров; под ред. Е.С.Полат. - М.: Издательский центр «Академия», 2002.
4. Стратегия модернизации содержания общего образования. М.,2001г.
5. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся. М.: АРКТИ, 2003г

#### **ИНФРАСТРУКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ МЕТАДААННЫХ С НОСИМЫХ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ**

Литовкин Р.В., Вертяков Д.Н.

*Волгоград, Волгоградский экономико-технический колледж*

В работе рассматриваются вопросы создания инфраструктуры для сбора и обработки информации, регистрируемой с помощью носимых беспроводных устройств. Регистрируемой информацией являются: электрофизиологические данные (ЭЭГ, ЭКГ и т.п.), геолокация, положение в пространстве и видео.

**Infrastructure solutions for the collection and processing of metadata with wearable wireless devices based on social networks. Litovkin R.V., Vertyakov D.N.**

The work deals with the creation of infrastructure for the collection and processing of information recorded using wearable wireless devices. Information to be registered are: electrophysiological data (EEG, ECG, etc.), geolocation, position in space, and video.

Согласно различным аналитикам наиболее быстрыми в росте и емкими в объеме секторами в IT-сфере в ближайшие десятилетия, помимо интернета вещей и дополненной реальности, будут технологии мобильного здоровья, носимой электроники и, так называемого, сектора neuroscience. Последняя технология подразумевает широкое внедрение в повседневную жизнь различных методов и средств получения информации с мозга человека и даже управления им. Это позволит расширить формирование интерфейсов «человек-компьютер» и «человек-компьютер-человек». Предполагается разработать программно-аппаратную инфраструктуру, которая будет выступать моделью для гаджетов будущего, обеспечивающих полный «скрининг» организма человека. Носимая электроника обеспечит квантификацию пользователя в его повседневной обстановке. А облачная инфраструктура на основе метаданных обеспечит накопление и обработку информации для формирования интеллектуальных алгоритмов, необходимых для построения новых интерфейсов. Социальная составляющая обеспечит массовое «внедрение» технологии и квантификацию социальной коммуникации. На сегодняшний момент на основе тестового образца системы уже возможно обеспечить качественное профилирование пользователей, которое может быть полезным в игровом контенте или в, так называемом, brain-фитнесе.

Цель проекта - создать инфраструктурное шаблонное решение для сбора и обработки метаданных, получаемых с носимых устройств, измеряющих электрофизиологические показатели человека.

Результаты проекта позволят значительно комфортнее подготовить потенциальных пользователей к приходу новых технологий. При этом увеличится вовлечение обычных людей в эти технологии, что за счет обратной связи на основе монетизации приведет к более быстрому росту объема этого рынка технологий. Механизм субархитекторов инфраструктуры сформирует новый класс пользователей, самостоятельно генерирующий контекст перспективных технологий. Т.е. раннее применение перспективных технологий значительно эффективнее решит проблему ее применимости в будущем.

Основными пользователями будут выступать молодые люди и даже дети. Социальная составляющая инфраструктуры в основном будет привлекать молодое поколение среднего возраста. Более сложная квантификация будет полезна для «старшей» молодежи, которая позволит раскрыть индивидуальный потенциал. А игровая форма инфраструктуры привлечет наиболее младшую группу молодежи. Предлагается кастомизация инфраструктуры под 4 целевые группы:

- целевая группа №1 – пользователи социальных сетей, возраст 16+;
- целевая группа №2 – спортсмены и физически активные люди, возраст 16+;
- целевая группа №3 – люди с большой умственной нагрузкой, возраст 16+;
- целевая группа №4 – дети, возраст 5+;

Задачами проекта являются:

- создание опытного образца носимого устройства (измерение электроэнцефалограммы и электрокардиограммы, геонавигация, подключение через 3G/4G/WiFi и т.п.);
- создание инфраструктуры поддержки социальной сети на основе метаданных, получаемых с носимых устройств и профилей пользователей на основе развернутой СУБД и сервисов.

Для проектирования инфраструктуры применяются методы системного анализа и блочно-функционального распределения, что ускорит процесс реализации при командной разработке проекта. Проектирование аппаратной части проводится согласно ГОСТ и IPC, что увеличит надежность изготовления аппаратуры на различных предприятиях. В качестве элементной базы используются многофункциональные унифицированные микропроцессорные модуля, обеспечивающие актуальность, применимость и масштабируемость разработки еще минимум на 5 лет. Проектирование программной части инфраструктуры придерживается открытой архитектуры и преимущественно по принципам opensource, что значительно эффективнее формирует сообщество субархитекторов инфраструктуры. Программное обеспечение инфраструктуры строится как облачный сервис, что, во-первых, формирует концепцию мультиплатформенности, и во-вторых обеспечит средство создания сторонних инфраструктур или внедрения в другие платформы. При реализации СУБД инфраструктуры применяются методы максимально позволяющих на сегодняшний день расширять ее без серьезных последствий к параметрам системы SaaS, например, технологии NoSQL с шардингом.

В инфраструктуре будут применяться технологии обработки метаданных, позволяющие выявить скрытые связи между электрофизиологией и квантовыми профилями пользователя: кластерный анализ, корреляционный анализ, дисперсионный анализ, метод главных компонент и т.п.

Ожидается выйти на годовые показатели проекта:

- 2 опытных образца носимых устройств;

- развернутая СУБД метаданных и сервисы;
- привлечение субархитекторов инфраструктуры;
- открытость проекта для развития инфраструктуры;
- возможность продвижения проекта в интернете;
- возможность представления проекта на различных конференциях и форумах;
- возможность формирования метаданных для их обработки с формированием новых алгоритмов и сервисов;
- возможность профессиональной ориентации молодежи в сверхперспективных секторах IT-сферы.

### **Литература**

1. Адаптивное формирование параметров блоков в информационно-измерительных системах / Акулов Л.Г., Литовкин Р.В., Наумов В.Ю., Тарасова И.А. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014 : матер. XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.) / Национальный исследовательский ун-т "Высшая школа экономики" [и др.]. - М., 2014. - С. 134-135.
2. Анализ входного сигнала при оценке метрологических характеристик системы измерения биопотенциалов / Литовкин Р.В., Акулов Л.Г., Муха Ю.П., Авдеюк О.А. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014 : матер. XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.) / Национальный исследовательский ун-т "Высшая школа экономики" [и др.]. - М., 2014. - С. 135-137.
3. Аппаратно-программный комплекс для регистрации и анализа биоэлектрических потенциалов человека / Литовкин Р.В., Иванов М.П., Акулов Л.Г., Русаков С.А. // Информационные технологии в образовании, технике и медицине: матер. междунар. конф., Волгоград, 23-26 октября 2006 г. / ВолгГТУ и др. - Волгоград, 2006. - С. 208-209.
4. Литовкин, Р.В. Беспроводной мониторинг физиологических показателей организма / Литовкин Р.В. // Инновационные информационные технологии: матер. первой междунар. науч.-практ. конф. , г. Прага, 23-27 апр. 2012 г. / Моск. гос. ин-т электроники и математики (МИЭМ) [и др.]. - М., 2012. - С. 225-227.
5. Акулов, Л.Г. Вейвлет-фильтрация в полианализаторах реального масштаба времени / Акулов Л.Г., Литовкин Р.В., Муха Ю.П. // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2011. - № 6. - С. 33-40.
6. Акулов, Л.Г. Использование категориальной формы преобразующих операций при проектировании систем биомедицинского мониторинга / Акулов Л.Г., Литовкин Р.В., Тарасова И.А. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014 : матер. XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.) / Национальный исследовательский ун-т "Высшая школа экономики" [и др.]. - М., 2014. - С. 137-139.
7. Акулов, Л.Г. Метрологический подход к оценке структурной сложности системы исследования биопотенциалов мозга / Акулов Л.Г., Литовкин Р.В. // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2009. - № 4. - С. 42-50.
8. Акулов, Л.Г. Обработка биомедицинских сигналов с применением адаптивных измерительных преобразователей: монография / Акулов Л.Г., Литовкин Р.В.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 132 с.
9. Литовкин, Р.В. Погрешности измерений в электронных медицинских системах: теоретический и практический расчеты / Литовкин Р.В. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. - 2002. - N4. - С. 53-61.
10. Литовкин, Р.В. Применение оптимизации в адаптивных преобразователях / Литовкин Р.В. // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2009. - № 4. - С. 35-41.
11. Литовкин, Р.В. Проектирование диагностических комплексов регистрации и анализа биопотенциалов: проблемы и пути их решения / Литовкин Р.В. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. - 2005. - №3. - С. 61-68.
12. Литовкин, Роман Васильевич. Измерительные системы мониторинга с заданными метрологическими характеристиками: автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.11.16 / Волгогр. гос. техн. ун-т Волгоград, 2004 20 с. : 9 04-2/3175-3 9 04-2/3176-1
13. Products / ENOBIO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neuroelectrics.com/products/enobio/>. – (Дата обращения: 15.06.2015).
14. EPOC+ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://emotiv.com>. – (Дата обращения: 15.06.2015).
15. Neurosky [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neurosky.com/>. – (Дата обращения: 15.06.2015).

16. G.tec Medical engineering [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gtec.at> – (Дата обращения: 15.06.2015).ё

17. Компьютерный электрокардиограф-энцефалограф (компьютерная серия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vstu.ru/files/product/1519/komputerniy\\_elektrokardiograf\\_komputernaya\\_seriya.pdf](http://www.vstu.ru/files/product/1519/komputerniy_elektrokardiograf_komputernaya_seriya.pdf) – (Дата обращения: 15.06.2015).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ PiVIDEO В ОБРАЗОВАНИИ**

Анофрикова Н.С., \*Карпов Д.С.

*Саратов, СГУ им. Н.Г. Чернышевского; \*Саратов, ООО «Профф-Эл»*

Рассмотрены основные функциональные возможности системы видеоконференций PiVideo. Описаны возможные направления использования ее функционала в сфере образования.

### **The use of functional of videoconferencing system PiVideo in education. Anofrikova N., Karpov D.**

The basic functionality of the video conferencing system PiVideo is considered. The basic directions of its functional use in education are described.

В 2014 году малым инновационным предприятием СГУ имени Н.Г. Чернышевского ООО «Профф-Эл» начал реализовываться проект «Система видеоконференций PiVideo». Целью проекта является разработка новой усовершенствованной версии системы видеоконференций (on-line сервиса для предоставления услуг видеоконференцсвязи) с учетом новых технологий, появившихся в последнее время на рынке программного обеспечения.

Предыдущая версия продукта Ipsilon-Video, разработанная сотрудниками СГУ в 2008 году на Flash технологии, была внесена в уставный капитал ООО «Профф-Эл» и послужила отправной точкой для будущих исследований. До настоящего времени система видеоконференцсвязи Ipsilon-Video успешно использовалась не только в образовательной сфере, но и для проведения совещаний различного уровня, виртуальных общественных приемных, консультирования и т.д.

Основа разрабатываемой в рамках проекта системы видеоконференций – сервис, базирующийся на «облачных» технологиях.

Основные свойства новой системы видеоконференций можно охарактеризовать следующим образом:

- кроссплатформенность (Windows, MacOS, Linux), работа в таких современных браузерах как Google Chrome, Opera (впоследствии - Mozilla Firefox);
- невысокая требовательность к аппаратному обеспечению клиента;
- возможность конфигурирования сервиса «под себя» с подбором необходимых дополнительных модулей;
- неограниченное количество подключений к выбранной трансляции;
- использование современных кодеков — VP8 - для видео и Opus - для звука;
- применение современных технологий для разработки программного продукта под все возможные платформы: WebRTC, HTML5.

На данный момент реализована бета-версия продукта, содержащая следующий набор функций:

- подключение к сервису из любой точки земного шара со своего персонального компьютера, ноутбука;
- два режима проведения интерактивного взаимодействия: свободное вещание, вещание по запросу;
- наличие виртуальной доски с возможностью рисования, набора текста и загрузки изображений во всех известных форматах;
- возможность загрузки, показа средствами виртуальной доски презентаций, документов, аудио и видеофайлов;
- возможность обмена файлами;
- обмен текстовыми сообщениями с возможностью создания приватного чата;
- неограниченное количество участников и одновременных трансляций (комнат вещания);
- мультиязычный пользовательский интерфейс, который позволяет общаться с иностранцами, а также внедрять продукт в зарубежные компании;
- интегрируемость со сторонними сервисами, позволяющая легко поместить продукт в единое

информационное пространство организаций;

- возможность записи видеоконференций и последующего просмотра через специализированный плеер с одновременным отображением всех участников;
- передача медиа-данных на скорости от 256 кБит/сек;
- возможность использования системы как saas-сервиса, так и обособленного продукта в рамках интрасети;
- модульная архитектура сервиса, позволяющая расширять функционал системы, не затрагивая ядро, что делает возможным постоянное проведение обновлений и предоставление клиентам новых услуг по мере их появления.

В процессе дальнейшей реализации проекта планируется добавить следующий функционал:

- подключение к сервису из любой точки земного шара с планшета или смартфона;
- возможность совместного редактирования средствами виртуальной доски презентаций, документов;
- возможность демонстрации рабочего стола другим участникам конференции.

Функционал системы и интуитивно понятный интерфейс позволяют оперативно решать вопросы на расстоянии и максимально качественно проводить учебные, научные и организационные мероприятия.

Хотя разрабатываемый продукт имеет широкую сферу применения, мы остановимся в данном случае на возможных способах его использования в сфере образования.

Потенциальными потребителями в данной сфере могут быть как образовательные организации высшего образования, профессиональные образовательные организации, организации дополнительного профессионального образования, так и дошкольные образовательные, общеобразовательные организации и организации дополнительного образования.

При этом в первом случае видеоконференцсвязь может применяться для проведения:

- занятий при реализации образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- повышения квалификации;
- лекций с привлечением ученых из других образовательных или научных организаций, в том числе из других городов и стран;
- занятий с привлечением производственного сектора;
- дистанционных встреч с работодателями;
- совещаний, консультаций между руководящими работниками различных образовательных организаций для оперативного решения совместных задач;
- on-line встреч родителей с руководством или педагогическими работниками образовательной организации;
- совместных научных исследований, проектов, экспериментов представителями различных подразделений одной образовательной организации или представителями различных образовательных и научных организаций, удаленных друг от друга территориально;
- научных и научно-практических конференций, семинаров, симпозиумов, олимпиад для обучающихся и сотрудников образовательных организаций;
- консультаций педагогическими, социальными работниками.

Преимуществами использования видеоконференцсвязи является:

- расширение географии обучающихся и их количества за счет внедрения дистанционного образования;
- расширение спектра предлагаемых образовательных, консультационных услуг;
- решение социальных задач, за счет предоставления возможности участия в различных дистанционных мероприятиях лицам с ограниченными возможностями здоровья;
- расширение географии научно-исследовательского сотрудничества;
- расширение взаимодействия и увеличение контактов с работодателями.

Для второй группы организаций использование видеоконференцсвязи позволит оптимизировать работу с родителями, детьми, коллективом педагогических работников за счет возможности:

- посещать дистанционные занятия в организациях дополнительного образования лицам с ограниченными возможностями;
- посещать учащимся общеобразовательных организаций уроки дистанционно, что может быть актуальным, например, для школьников, которые не могут посещать образовательное учреждение в течение длительного промежутка времени, например, по болезни;
- вести запись урока с последующим воспроизведением, что также может быть востребовано учащимися, отсутствующими на занятиях по уважительной причине;

- проводить родительские собрания дистанционно, в удобное для всех участников время;
- оперативно проводить совещания с сотрудниками;
- проводить районные совещания;
- проводить практические on-line конференции, семинары, презентации для сотрудников образовательных организаций, родителей обучающихся;
- получать дистанционные on-line консультации детям и (или) их родителям.

Данный продукт уже проходит апробацию в некоторых учебных заведениях. Так с мая 2015 года проводится тестирование системы с целью ее использования в образовательном процессе СГУ. Замену предыдущей версии продукта на систему, разработанную в рамках проекта, планируется провести с сентября 2015 года. Кроме того, данным сервисом заинтересовались сотрудники Анкарского университета с целью его внедрения в свой образовательный процесс.

Таким образом, использование системы видеоконференций PiVideo позволит:

- значительно повысить продуктивность деятельности, как рядовых пользователей, так и организаций;
- получать консультации специалистов, проводить обучение (как индивидуальное, так и групповое), осуществлять личное и корпоративное общение без временных и материальных затрат на переезды и командировки;
- производить своевременный, оперативный обмен необходимой информацией;
- проводить совместную работу над какой-либо задачей удаленным друг от друга участникам образовательного процесса или научно-исследовательской деятельности.

## **ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОМЕРНОЙ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ**

Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М.

*г. Оренбург, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*

В работе на основе нового метода оценивания уровня компетентности в многомерном пространстве компетенций рассмотрены основные положения информационно-алгоритмического обеспечения этого процесса. Программа условно поделена на три части, связанные с набором реализуемых функций: ввода и вывода информации и расчета основных показателей.

### **Information and algorithmic support of the multidimensional assessment of competence. Akhmedyanova G. F., Pishchukhin A. M.**

In work on the basis of a new estimation method of competence level in multi-dimensional space of competences basic provisions of information and algorithmic ensuring this process are considered. The program is divided into three parts related to the set of implemented functions: input and output of information and calculation of key indicators.

На современном этапе развития многоуровневого образования компетентный подход стал основополагающим инструментом повышения качества подготовки выпускников инженерно-технических направлений. При этом нужно уделять особое внимание объективному оцениванию уровня достигнутой обучающимися компетентности, что определяет их конкурентоспособность при дальнейшей работе в высокотехнологичных отраслях промышленности [7].

В работе [2] предложено оценивать компетентность обучающихся вуза на основе многомерного пространства компетенций. Прогресс образовательного процесса выражается в этом случае величиной изменений в направлении уровней полностью сформированных компетенций, оцениваемых через направляющие косинусы. При этом возникает большой объем оценочной и вычислительной работы, что требует разработки специального программного средства.

Современные компьютерные технологии характеризуются рядом важных свойств: огромным быстродействием, большими объемами хранимой информации, произвольными сроками ее хранения, богатым выбором методов ее анализа, обработки и порождения, возможностью ее передачи на большие расстояния. Все это применительно к образовательному процессу полностью его преобразует и придает ему ряд новых качеств [6].

Разрабатываемая компьютерная программа должна включать алгоритмы ввода и вывода информации и расчета основных показателей. Очевидно при этом можно воспользоваться системой традиционного меню.

При вводе информации в программу необходимо указать значения всех уровней развиваемых компетенций в начале образовательного процесса и в конце каждого из его этапов. При этом возникает вопрос о методах оценивания уровня компетентности обучающихся [5]. Поскольку компетентность включает два класса компетенций: когнитивно-операциональные и профессионально-личностные определение уровней развития компетенций в каждом классе может проводиться по-разному [1]. В первом приближении значения уровней компетенций когнитивно-операционального класса могут быть определены как сумма оценок, полученных обучающимся по предметам, непосредственно включенным в ту или иную компетенцию. Уровни компетенций профессионально-личностного класса лучше определять с помощью тестов. В этом случае можно ввести балльную оценку креативных заданий и уровень развития компетенции оценивать в сумме баллов по дисциплинам, развивающим профессионально-личностный класс компетенций.

По каждой из координат многомерного пространства откладывается уровень каждой из компетенций, необходимой для развития компетентности по данному направлению обучения. В этом пространстве область компетентного обучающегося, в соответствии с требованиями работодателей различных отраслей индустрии, однозначно будет очерчена плоскостями нормальными к координатным осям, расположенными на уровнях компетенций, достаточных для присвоения соответствующей квалификации. Это означает, что заранее известна целевая область, куда должен вести обучающегося образовательный процесс.

Введенные уровни развития компетенций, позволят оценить как уровень компетентности в целом, так и направление и величину происходящих изменений. Для первой оценки необходимо определить относительное положение точки, отображающей уровень сформированности компетенций конкретного обучающегося, либо средний уровень по группе обучающихся по отношению к целевой точке – уровням полной сформированности всех компетенций, например, указав абсолютное расстояние между ними и направляющие косинусы отрезка их соединяющего.

Для оценки направления и величины происходящих изменений уровней сформированности компетенций в образовательном процессе, необходимо исследовать отрезок, соединяющий точки начальных и конечных значений уровней какого-либо этапа образовательного процесса. Вычисляя при этом направляющие косинусы на целевое направление, мы можем оценивать эффективность применения различных педагогических средств и если нужно, то и «побочные эффекты» не ведущие прямо к цели.

С точки зрения устойчивости действия применяемых педагогических средств важен разброс (дисперсия) вычисленных критериев. Большой разброс говорит о нестабильности результатов обучения, об отсутствии в базовых параметрах дополнительной информации, оценивающей состояние обучающегося, колебание которой и вызвало указанный разброс (психологическое состояние обучающегося, накопленная усталость, сопутствующие неприятности или успехи и т.д.).

По этим параметрам можно сравнивать эффективность различных педагогических средств, вычислять области их наиболее эффективного применения и проектировать различные индивидуальные или общегрупповые образовательные маршруты, для чего необходимо разработать дополнительные соответствующие алгоритмы, использующие методы искусственного интеллекта или агент-ориентированного моделирования [3]. Эти инструменты позволяют создать базу знаний с правилами построения образовательных маршрутов и выбора адекватных педагогических средств, что значительно облегчит труд преподавателя, увеличит время на творческую составляющую его труда.

Вывод информации тоже требует особого подхода, поскольку наглядное представление невозможно в силу большого количества рассматриваемых компетенций. Удобнее всего организовать вывод информации в виде таблиц. Однако даже в этом случае разработанные образовательные маршруты требуют дополнительной проработки в отношении представления. При этом необходимо указывать этапы образовательного процесса, формируемые компетенции и дисциплины, которыми они формируются, а также педагогические средства, применяемые при изучении этих дисциплин.

Кроме того, для выявленных областей эффективности применяемых педагогических средств, необходимо определяться с количеством и наименованием факторов, связанных с начальными знаниями обучающегося, его психофизиологическими особенностями, умением организоваться, способностями к системному и креативному мышлению, видам занятий, особенностями изучаемой дисциплины, распределением сложности материала по периоду обучения, возможностями ведущего преподавателя и другое.

Особое внимание необходимо уделять разработке интерфейса программы. Он должен быть дружелюбным и понятным даже для начинающего педагога. Для этого должны выводиться дополнительные подсказки и предупреждения, облегчающие ввод и понимание информации. Поэтому данная программа работает в режиме развернутого меню и имеет много информации вводимой по умолчанию, с параллельным вопросом к пользователю.

Таким образом, предлагаемое программное средство позволяет оценивать уровни сформированности компетенций обучающихся и вносить необходимые коррективы в образовательный

процесс в реальном времени. Оно может быть полезным инструментом в работе начинающих преподавателей, помогая выбирать адекватные педагогические средства и добиваться повышения уровня компетентности обучающихся.

#### **Литература**

1. Ахмедьянова, Г.Ф. Особенности развития когнитивно-операциональных и профессионально-личностных компетенций бакалавров. / Ахмедьянова Г.Ф. // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-20. С. 4492-4495.
2. Ахмедьянова Г.Ф. Проектирование образовательного маршрута в пространстве компетенций. / Г.Ф. Ахмедьянова, А.М. Пищухин // *Вестник Оренбургского государственного университета*. -2015. -№ 3- С. 21-24.
3. Ахмедьянова, Г.Ф. Агент-ориентированный подход к моделированию процесса обучения. / Г.Ф. Ахмедьянова, О.С. Ерошенко, А.М. Пищухин // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11-3. С. 521-524.
4. Пиралова, О.Ф. Закономерности формирования компетентности выпускника инженерно-технического вуза при оптимизации обучения профессиональным дисциплинам. / О.Ф. Пиралова, Ф.Ф. Ведякин // *Высшее образование сегодня*. 2012. № 10. С. 16-19.
5. Пиралова, О.Ф. Система диагностики инженерной компетентности выпускников технических вузов. / О.Ф. Пиралова // *Высшее образование сегодня*. 2010. № 6. С. 26-29.
6. Хайруллина, Э.Р. и др. Информационно-коммуникативные технологии как способ интенсификации образовательного процесса бакалавров в технологическом университете. / Н.А. Колобаева, И.В. Вяткина, Н.К. Гарифуллина, Э.Р. Хайруллина // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17. № 11. С. 224-228.
7. The peculiarities of the advanced training of the future specialists for the competitive high-tech industry in the process of integration of education, science and industry. / Shaidullina A.R., Sheymardanov Sh.F., Ganieva Y.N., Yakovlev S.A., Khairullina E.R., Biktemirova M.K., Kashirina I.B. // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Т. 6. № 2. С. 43-49.

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПОДГОТОВКИ ТЕХНИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ**

Батура В.П.

*Москва, НИУ МИЭТ*

Рассмотрена проблема повышения уровня подготовки технико-управленческих кадров в промышленности. Предложены организационные методы дальнейшего повышения качества высшего технического образования.

#### **Information support training technical and administrative staff. Batura V.P.**

The problem of increasing the level of training of technical and managerial personnel in the industry is discussed. Organizational methods to further enhance the quality of higher technical education is proposed.

Поскольку экономическая наука в России получила уже достаточное развитие, то по аналогии с Высшей школой экономики (ВШЭ) настало время создавать Высшую школу производства (ВШП), т.е. ускорить подготовку технико-управленческих кадров в области материального производства в особенности недостающих компонентов для развития страны вне зависимости от импортных поставок, не исключив их полностью.

Подготовкой высококлассных технических специалистов уже занимаются ведущие вузы страны (МФТИ, МГТУ, МИФИ и др.). Однако уровень подготовки управленческих кадров, определяющих направления развития и техническую политику достигается путем дальнейшего самообразования специалиста после окончания вуза. Этот процесс значительно ускорится в случае создания специализированного ВУЗа - ВШП.

Кроме знаний MBA (Master of Business Administration), в ВШП необходимо преподавание основ конкурентной разведки и технологий обеспечения качества продукции [1], включая 14 принципов Э. Деминга (как говорится, качество – это то, что не надо переделывать), знаний по психологии управления коллективом и управления информационной безопасностью, а также технологий защиты от информации и от методов информационного нападения на лицо принимающее решение (ЛПР). Изучение в ВШП истории нашей страны и других стран дает возможность оценить и использовать бесценный опыт выдающихся организаторов производства. Еще на заре развития автомобилестроения Генри Форд

использовал метод управления производством, который называется «Путем хождения повсюду», или «Видимое управление» (Эд Карлсон, «Юнайтед эйрлайнз»), что давало возможность получать информацию из первых рук и, таким образом, принимать адекватные управленческие решения. Этот метод является одним из элементов технологии защиты от информации, при котором ЛПР сравнивает «объективную информацию» с информацией из первых рук и имеет возможность выявить дезинформацию, а заодно и ее источник. С усложнением производства права на принятие решений делегируются на разные уровни управления, что предполагает определенную степень доверия и ответственности ЛПР, но не исключает применимости метода Форда.

Определенным препятствием на пути совершенствования технологий материального производства является положение ст.50 Гражданского Кодекса о том, что главной целью коммерческого предприятия является получение прибыли. Эта очевидная цель не является первичной в обеспечении устойчивого развития, поскольку развитие - это расширенное производство необходимого товара и сворачивание производства ненужного, а прибыль можно получать и путем производства ненужного товара, например, за счет рекламы.

Предприятие обязано ставить своей целью сохранение рабочих мест при производстве общественно необходимых товаров и услуг, опираясь на инициативу предпринимателей, инвесторов, на государственную поддержку. Получаемая при этом прибыль является следствием усилий по организации производства, но не является важнейшей целью коммерческого предприятия. Что касается целей некоммерческих предприятий, то ст. 50 ГК их не описывает, но должна включать в себя цели поддержки области материального производства (например, научиться говорить «...около пятисот человек.», вместо «...около пятиста человек»).

Вместе с созданием ВШП достраивается образовательная технология для получения технико-управленческого образования топ-менеджеров, которая дополняет систему подготовки производственников начиная с уроков труда в школах, далее в колледжах (профтехучилищах) и вузах. В результате выполнения образовательных программ выпускник ВШП получает знания профессионала для решения производственных задач (как говорится, профессионал – это тот человек, который знает, что он решит новую задачу, но пока еще не знает как). Условия работы профессионала, в свою очередь, должны исключать враждебное окружение: «Нашел - молчи, потерял - молчи, украл – молчи», как это описывается у В. Гиляровского об условиях выживания человека в России в конце 19-го, начале 20 века).

ВШП как и ВШЭ принимает участие:

- в определении направлений развития и технической политике государства совместно с профильными комитетами Госдумы (например, «комитетом по науке и технике») и академическим сообществом;
- в назначении Главных конструкторов по приоритетным направлениям развития науки и техники;
- в разработке законодательных инициатив по совершенствованию законов, регулирующих предпринимательскую и иную деятельность;
- в разработке образовательных программ среднего, средне-технического и высшего технического образования;
- в подготовке кризисных управляющих для восстановления работоспособности предприятий-банкротов.

Успешность реализации образовательных программ в ВШП определяется в первую очередь заинтересованностью профессорско-преподавательского состава в результатах своей работы, что в большой степени определяет будущие предпочтения выпускников вузов за счет блестящих лекций по предмету и личности самого преподавателя. Поэтому, направляя лучших специалистов своего дела в избранную для развития область науки и техники можно ожидать конкретных результатов. Привлекаемые для этих целей денежные средства «должны давать возможность» реализовать «метод конечного результата» для оценки эффективности использования инвестиций путем объективной, а не «независимой» оценки результатов.

За достижения в области организации производства конкретных изделий можно ввести звание «Герой научно-технического производства». Именно таким способом будет оцениваться вклад специалиста в развитие техники и технологии, т.е. по методу «конечного результата».

За все время существования рекламы «купи, продай», только единожды встретилась реклама выставки ОАО «КМПО» (г. Казань) по импортозамещению [2].

Подход объединения КМПО единственно правильный и его можно поддержать, создавая ВШП вместо рекламных агентств. Инновационность и своевременность пути ОАО «КМПО» (г. Казань) очевидна, но пока не поддержана образовательными технологиями ВШП.

### Литература

1. Деминг Э. Выход из кризиса. – Тверь: «Альба», 1994, 497 с.: ил.
2. [www.kmpo.ru](http://www.kmpo.ru)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NOSQL ПОДХОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Главацкий С.Т., Бурькин И.Г.  
Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова

Рассмотрены преимущества использования NoSQL баз данных по сравнению с реляционными для развития и поддержки системы дистанционного обучения.

### Use NoSQL for implementation eLearning System. Glavatsky S., Burykin I.

Considered the advantages of usage NoSQL databases compared to relational ones for e-learning systems development and support.

Система дистанционного обучения (СДО) [1,2] функционирует в течение ряда лет в МГУ имени М.В.Ломоносова.

СДО разрабатывалась для:

- создания комплекса современных дистанционных образовательных курсов, модулей и программ Московского университета;
- осуществления интерактивного взаимодействия ведущих профессоров и преподавателей МГУ со студентами, аспирантами, абитуриентами посредством сервисов Internet;
- свободного использования образовательных курсов школьниками и слушателями подготовительных отделений в рамках программы «МГУ-школе» [3].

В качестве стандарта представления образовательного контента в СДО был выбран международный стандарт SCORM 2004 4th Edition version 1.1 [4].

Идея использования технологии баз данных для поддержки системы дистанционного обучения заключается в создании общего хранилища контента в рамках всего Московского университета и предоставлении возможности его многократного использования, как в рамках отдельных факультетов, так и для создания межфакультетских образовательных курсов.

В общей базе данных хранятся следующие сущности, связи и их атрибуты, заданные в соответствии со стандартом SCORM:

- учебные материалы (<resources>);
- учебный материал (<resource>);
- файл учебных материалов (<file>);
- группировка файлов ресурса (<dependency>);
- структура учебных материалов;
- учебные курсы (<organizations>);
- учебный курс (<organization>);
- раздел курса (<item>);
- информация о том, как организованы в пакете объекты информационного наполнения (учебные курсы);
- контейнер для упорядочивания элементов контента (<imsss:sequencingCollection>);
- презентация учебного курса (<adlnav:presentation>);
- интерфейс для презентаций (<adlnav:navigationInterface>);
- спецификация интерфейса для презентаций (<adlnav:hideLMSUI>).

При разработке нового курса автор создает декларацию, содержащую информацию о том, как осуществить информационное наполнение для его активного использования слушателем. Декларация представляет собой единицу многократного использования, которая включает в себя метаданные, учебные курсы и ресурсы и/или ссылки на ресурсы.

При создании декларации (<manifest>) для конкретного образовательного курса автор имеет возможность не только разрабатывать собственный контент, но и использовать уже существующие курсы путем выборки из базы данных:

- либо отдельных учебных материалов и разработки на их основе новых разделов курса, их упорядочивания и создания на их основе нового учебного курса;
- либо отдельных разделов курса / учебных материалов и создания на их основе нового учебного курса.

При этой выборке данные из базы данных транслируются в файл `imsmanifest.xml` в соответствии со стандартом SCORM.

Помочь автору осуществить подобную выборку из общей базы данных призваны метаданные (<metadata>), которые также хранятся в общей базе данных.

Таким образом, с помощью запросов к общей базе данных автор может фактически создавать новый контент, komponуя результаты запросов так же легко, как кубики в конструкторе Лего.

При проектировании блока контрольных заданий/тестов СДО разработчиками была частично расширена модель данных SCORM CAM, поскольку возможности, предоставляемые SCORM CAM и SCORM Sequencing and Navigation, были сочтены недостаточными для разработки подсистем создания и оценки вопросов и тестов, используемых в СДО.

В системе дистанционного обучения предусмотрено хранение заданий/тестов в общей базе данных. Для этой цели используются следующие сущности:

- “задание”, которое является электронной разработкой задания с вопросами и возможными ответами;
- “вопросы заданий”, предназначенные для установления связи между вопросами и заданиями;
- “вопросы/задачи”, служащие для создания и управление вопросами, которые будут представлены в задании;
- “группа ответов” – это список возможных ответов на вопросы;
- “ответы”, которые служат для создания ответов для группы ответов и управление ими;
- “группы результатов”, предназначенные для создания и управления группами результатов для получения итоговых оценок ответов на вопрос по группе;
- “оценка для группы результатов”, которая обеспечивает соотнесение интервалов оценок и групп результатов в задании и определение различных текстов, которые будут представлены участнику после выполнения задания.

При работе же с контрольными заданиями/тестами система выполняет запрос к базе данных СДО МГУ и автоматически (“на лету”) создает совместно используемый объект информационного наполнения – Sharable Content Object (SCO) – для взаимодействия с пользователем.

Таким образом, хранение заданий/тестов в общей базе данных позволяет использовать один и тот же вопрос не только в различных разделах в рамках одного курса, но и в различных учебных курсах. Напомним, что стандарт SCORM в настоящее время не поддерживает совместное использование ресурсов между пакетами.

В системе также предусмотрено хранение вопросов и ответов по выполненному студентом заданию и полученных им оценок.

База данных реализована в среде СУБД Oracle Real Application Clusters12c.

Во время опытно-промышленной эксплуатации СДО разработчики столкнулись со следующей проблемой, решить которую в рамках традиционной реляционной архитектуры не представляется возможным. Так при каждом запросе контента пользователем выполняется естественное соединение (Inner Joins / Outer Joins / Semijoins / Antijoins / ...) большого количества таблиц, включая:

- собственно контент (SCORM Content Packaging) описывается 23 таблицами;
- расширение модели данных для контрольных заданий/тестов – 14 таблиц;
- метаданные (SCORM Metadata) – 43 таблицы;
- учебная часть и личное дело слушателя – 14 таблиц;
- форум и внутренняя электронная почта – 6 таблиц;
- классификаторы и кодификаторы – 44 таблицы
- вопросы-ответы 9 основных и 6 вспомогательных таблиц.

Таким образом, например, чтобы создать и показать пользователю контрольное задание/тест, нужно задействовать в SQL-запросе (или в хранимой процедуре) около 15-ти таблиц. Это существенно ухудшает время отклика системы на запросы пользователей.

Для решения данной проблемы было решено обратиться к возможностям NoSQL баз данных. В качестве БД для хранения учебного контента, контрольных заданий/тестов и метаданных была рассмотрена MongoDB 3.0.

Поскольку структура учебного контента, блока контрольных заданий/тестов и метаданных фактически является иерархической, то поддерживаемое MongoDB документо-ориентированное хранение является предпочтительным для данной предметной области. Т.е., вместо реляционных таблиц все необходимые данные хранятся в одной коллекции. И ответ на запрос получается как одна сущность (без выполнения операций естественного соединения).

Одной из важных причин выбора MongoDB является то, что для данной СУБД можно установить либо свойство согласованности данных, либо их доступность. А поскольку учебный контент, контрольные задания/тесты и метаданные не являются часто изменяемыми сущностями, то можно пожертвовать согласованностью данных (считая их постоянными), что делает разрабатываемую NoSQL-версию СДО подобной реляционной ACID-системе. Для ускорения поиска информации MongoDB позволяет использовать вторичные индексы. Немаловажным преимуществом MongoDB является ее свободная доступность (лицензия GNU AGPL 3).

В настоящее время продолжают теоретические исследования, разработка версий и тестирование NoSQL-версии СДО.

#### **Литература**

1. Главацкий С.Т. Разработка учебных курсов в системе дистанционного обучения МГУ. Стандарт SCORM / Главацкий С.Т., Адрианов Н.М., Бурыкин И.Г., Иванов А.Б., Одинцов А.А. // М.: Издательство Московского университета, 2007. – 128 с.
2. Главацкий С., Бурыкин И. Компьютерные технологии в системе дистанционного обучения МГУ. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 156 с.
3. Главацкий С. Использование инновационных технологий электронного обучения для программы “МГУ-школе” / Главацкий С., Адрианов Н., Бурыкин И., Иванов А., Одинцов А. // Международная конференция ИИТО-2012 ”ИКТ в образовании: педагогика, образовательные ресурсы и обеспечение качества”, 13-14 ноября 2012 г., г. Москва, Россия. – М: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2012. – С. 109-112.
4. Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 4th Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.1, 2009.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ И ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАНИЙ**

Грачев Н.Н.  
*Москва, НИУ ВШЭ*

В работе проведен анализ одного из направлений информационно-коммуникационных технологий связанного с созданием коллекций электронных документов, в частности, в форме электронных библиотечных систем и электронных изданий. Преимуществами электронных изданий и электронно-библиотечных систем являются такие их свойства, как оперативная публикация поступающих материалов, постоянный доступ к контенту в системе образования и научным статьям.

#### **Improving education and science based on introduction of electronic library systems and electronic publications. Grachev N.**

The analysis of one of the areas of information and communication technologies linked to the creation of collections of electronic documents, particularly in the form of electronic library systems and electronic publications. The advantages of electronic publications and electronic library systems are such properties as the rapid publication of incoming materials, permanent access to the content in the education system and scientific articles.

Качественные изменения в области развития современных информационных технологий и средств передачи информационных данных привели к необходимости поиска кардинально новых подходов и решений проблем создания хранилищ (репозиторий) информационных ресурсов, их организации, средств, способов и методов доступа к ним пользователей. В самом обобщенном виде такие подходы сегодня стали трактовать как создание “электронных” библиотек и электронно-библиотечных систем (ЭБС) [1].

Вся необходимая электронная информация по технологиям дистанционного интернет обучения может располагаться на различных WEB - серверах учреждения при условии наличия и применения программы поиска и просмотра информации, использовании гипертекста и каталога описания документа, аналогичного имеющемуся в библиотеке электронного контента [2].

Электронные библиотеки должны обеспечивать конечным пользователям доступ к первичной информации, в частности к полным текстам; системы, обеспечивающие доступ только к метаинформации, не могут рассматриваться в качестве электронных библиотек. Также электронными библиотеками не будут являться системы, аккумулирующие новостную, реферативную, рекламную и подобную им информацию.

Таким образом, электронные библиотеки образуют подкласс полнотекстовых информационных систем. Следовательно, не все полнотекстовые информационные системы являются электронными библиотеками, но любая электронная библиотека является полнотекстовой системой.

Каковы отличия электронно-библиотечных систем (ЭБС) от электронной библиотеки? На самом деле отличий нет, есть дальнейшее углубление [3]. Например, электронная библиотека мультимедийных и 3D продуктов - это электронная библиотека и ничего другого. Так и ЭБС - это тоже электронная

библиотека образовательных ресурсов, и ничего другого. Тем не менее, если посмотреть на сайты наших агрегаторов, то они выделяют следующие отличия ЭБ и ЭБС:

1. ЭБ может включать контент различной тематики, тогда как ЭБС должна включать широкий спектр образовательной, научной и иной литературы, используемой в учебных программах;
2. ЭБС должна включать ряд дополнительных возможностей: специализированные сервисы по работе с текстом документа, поиска, навигации, а также сервиса, позволяющего формировать свои закладки, «книжные полки», рекомендации и т.п., основанного на использовании технологии Web 2.0. Фактически это то, что сегодня позволяет использование технологии Web 2.0 в любых системах.

Министерство образования совместно с Рособнадзором выпустило требование о том, что с 2011 г. все вузы России должны обеспечить соответствие требованиям стандартов высшего профессионального образования нового поколения.

В связи с этим к образовательным учреждениям предъявляются следующие требования:

- основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам и дисциплинам (модулям) основной образовательной программы; содержание каждой программы должно быть представлено в Интернете и в локальной вычислительной сети (ЛВС).
- Само содержание - контент – должно включать учебные и учебно-методические издания по основным изучаемым дисциплинам;
- каждый обучающийся должен быть обеспечен доступом к ЭБС; для всех документов, входящих в ЭБС, должны быть заключены договора с правообладателями. Но здесь функции соблюдения авторских прав берет на себя ЭБС.

Основу контента ЭБС должна составлять учебная литература, изданная за последние 10 лет, а по дисциплинам базовой части гуманитарного, социологического и экономического цикла - за последние 5 лет. Это требование Приказа от 03.09.2009 г. №588.

В 2011 г. вступили в действия новые ФГОСы, требующие от вуза наличие электронно-библиотечной системы (п. 7.17 (7.18)): *«Основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (курсов, модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети образовательного учреждения. Каждый обучающийся должен быть обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы».*

Каким же образом на данный момент можно решить проблему обеспечения библиотеки вуза легальной ЭБС?

Известны три основные модели [3]:

1. оформление подписки на готовую ЭБС у сторонних организаций (агрегаторов);
2. создание собственной ЭБС;
3. создание межвузовских (корпоративных) библиотек.

Проведем анализ каждого из этих вариантов.

Первый вариант (оформление подписки на готовую ЭБС у сторонних организаций) кажется наиболее простым. В данный момент, на рынке, присутствует множество агрегаторов контента, предлагающих свои услуги в виде подписки на ЭБС. При этом все проблемы, связанные с легитимностью контента, а именно с оформлением прав на него согласно IV части ГК РФ, агрегаторы берут на себя. Но, тем не менее, библиотеки вузов оказываются перед проблемой выбора предлагаемых ЭБС, т.к. на практике не так просто найти предложение, при котором соотношение цена/качество наполнения ресурса было бы оптимальным. Хотя надо отметить, что качество контента, предоставляемого в различных ЭБС, значительно улучшилось. Кроме того, ни одна из существующих на рынке ЭБС не предоставляет необходимый объем изданий для поддержания учебного процесса, и, следовательно, не может полностью обеспечить вуз изданиями «по основным изучаемым дисциплинам (без ограничения какой-либо отдельной предметной областью или несколькими специализированными областями)» (согласно Приказу Минобрнауки России от 7 июня 2010 г. N 588). Единственным выходом для библиотеки остается вариант подписки на несколько ЭБС, что в теории позволит закрыть все недостающие материалы по изучаемым дисциплинам, но повлечет за собой перерасход бюджетных средств. К тому же пользование несколькими коллекциями крайне неудобно в связи с тем, что каждая система имеет собственные условия доступа к контенту. Вместе с тем, следует отметить, что стоимость годовой подписки на тот или иной ресурс может составлять сотни тысяч рублей. После прекращения срока действия договора с владельцем ЭБС библиотека вуза снова остается ни с чем: у большинства

агрегаторов с прекращением подписки прекращается и доступ к документам. Подобная ситуация превращает вузовскую библиотеку в заложника ежегодной подписки на сторонние ресурсы.

Вместе с тем, остается открытым вопрос об использовании в ЭБС материалов, подготовленных в стенах вуза: созданных в рамках служебных произведений или оформленных через лицензионный договор. Речь идет именно о тех изданиях, которыми студенты и аспиранты вуза пользуются чаще всего. Не секрет, что вузовские издания перекрывают потребности учебного процесса по каждой дисциплине. В итоге вуз теряет возможность закрыть «пробелы» существующих ЭБС собственными материалами.

Современное информационное общество характеризуется стремительным развитием и активным использованием таких информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), которые обеспечивают не только сетевой обмен информацией, но и возможность интеграции локальных информационных ресурсов в единое информационное пространство. Эти ресурсы существенно влияют на интенсивность процессов обучения и научных исследований, поэтому обеспечение публичного (в том числе удаленного) доступа к ним стало одной из первоочередных задач обслуживания образования, науки и культуры.

#### **Литература**

1. Азаров В.Н., Грачев Н.Н. Электронное интернет издательство и электронно-библиотечная система комплексное решение задачи качества общеузовской системы образования и выхода во внешнюю систему образования и библиотечных ресурсов. // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 7. С. 7-15
2. Азаров В. Н., Грачев Н. Н. Электронный журнал как элемент повышения эффективности и качества образовательного и научно-исследовательского процесса // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 8(111). С. 44-54.
3. Штрайберг Я.Л. Электронно-библиотечные ресурсы, так что же все это означает. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Электронные ресурсы: от читателей к издателям», М.: 2011, С. 28-30.

### **ВЕРБАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ НА РОДНОМ И ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКАХ ПРИ НАРУШЕННОЙ СЛУХОВОЙ ФУНКЦИИ – МИФЫ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?**

Евчик Н.С.

*Минский государственный лингвистический университет*

Раскрыто содержание нового концептуального подхода к решению проблемы коммуникации лиц с нарушенной слуховой функцией способом общения через словесную речь. Сущность подхода заключается в восстановлении утерянного звена в работе речевой функциональной системы индивида – обратного слухового самоконтроля за собственной вербальной речью. Ее исполнение с высокой степенью точности становится реальным благодаря экономным кодам визуально-фонетической системы, формирующей в памяти неслышащего высшие символические обобщения языка, эквивалентные нормативным.

#### **Verbal communication in native and foreign languages with impaired hearing function – myth or reality? N.S.Evchik**

The article reveals the content of a new conceptual approach to solving the problem of communication of hearing-impaired persons by interacting through a word. The essence of the approach is to restore the lost link in the functioning of the individual speech system – reverse auditory self-control of the own verbal speech. Its performance becomes real with a high degree of accuracy thanks to the economical codes of the visual phonetic system, forming higher symbolic generalizations of the language, which are equivalent to the norm, in the memory of a hearing-impaired person.

На основе исследований в области смежных с лингвистикой наук – психологии, физиологии, нейрологии – уже давно назрела необходимость принципиально нового подхода в рассмотрению речевого процесса как своеобразного живого механизма и регулирования его звеньев в рамках речевой функциональной системы индивида.

Исходя из структуры речевой функциональной системы (А.Р.Лурия, 1970; П.К.Анохин, 1998; Н.С.Евчик, 2000), следует обратить внимание на понятие обратной связи, идущей от речевых органов, под контролем которой и образуются в речедвигательном анализаторе языковые структуры. Однако именно обратная связь не может появиться у неслышащих детей, поскольку у них отсутствует слуховое восприятие. Важность обратной связи очевидна: ей человек обязан созданием в речедвигательном

анализаторе максимально точных артикуляций для выполнения осваиваемых языковых структур. Известный русский физиолог Н.И.Жинкин еще в середине прошлого века (1958) не только указал на слуховой самоконтроль как на важнейшее звено в нарушенной слуховой перцепции, но и, учитывая доступность данного звена для воздействия извне, определил путь, по которому следует идти для обучения неслышащих устной речи: поиск его замещения другими сохранными средствами. Выполнение этого поиска необходимо, чтобы восстановить потерянную обратную связь и организовать нормативные речедвижения. При этом для достижения успеха важно, чтобы заменитель был эквивалентен слуховому контролю.

Поиск ответа на вопрос о равнозначной замене слухового контроля является в высшей степени актуальным, так как ясно, что он сможет внести кардинальные изменения в проблему формирования речи у инвалидов слуха.

Многолетний традиционный опыт развития речи у лиц со слуховой депривацией заключается в использовании обходных путей, которые, основываясь на профессиональных знаниях, могут быть выполнены только педагогом, требуют чрезвычайных усилий ребенка и все же не приводят результат к желаемому качеству.

Нашими исследованиями выявлена высокая эффективность авторской разработки технологии Визуально-фонетической системы коммуникации, которая благодаря своему конструктивному устройству, основывающемуся на 6 концептуальных принципах, реально выполняет функцию замены слухового самоконтроля за реализацией речевой цепи.

Параметры результата выполненного перцептивно-артикуляционного действия поступают на контроль обратной афферентации, которая в Визуально-фонетической системе представлена 8 мануально-тактильными кинемами. Результаты целенаправленных действий в виде артикулируемых индивидом слоговых комплексов поступают на самоконтроль в сопровождении мануально-тактильных кинем, физиологическая роль которых состоит в замене нарушенного слухового самоконтроля.

Будучи сопряженными непосредственно с восприятием и артикуляцией данных единиц как вызвавшие их актуализацию, мануально-артикуляционные действия не требуют дополнительной перекодировки. Сличаясь с находящимися в акцепторе результатов речевой функциональной системы, они дают возможность оценить успех выполняемого перцептивно-артикуляционного действия. Всякий раз перцептивно-артикуляционные действия, проходя сенсорные коррекции, оттачивают и утончают артикуляционные движения. Так ассоциативные структуры мозга благодаря мануально-тактильному контролю, синхронизированному с артикуляцией, пластично включаются в обеспечение разных сторон речевого поведения и создают ту основу, которая в условиях нарушения слуха необходима для формирования лишенных дефекта эталонов – нормативных фонологических обобщений ритмико-мелодических и слоговых структур в единицы высшего языкового символического уровня.

Важно подчеркнуть факт, что по мере повышения уровня формирования высших символических обобщений языка необходимость в использовании визуально-фонетической системы языка отпадает, и пользователи становятся от нее независимыми. Обогадив свой словарь, овладев смысловой структурой речи и развив аппарат лингвистического прогнозирования, они переходят на свободное чтение с губ. Практически с этого времени можно говорить об их коммуникативной автономности, достижение которой в значительной степени решает актуальную для современного общества проблему социальной интеграции. Это свидетельствует о том, что главной в визуально-фонетической системе коммуникации является функция формирующая, поскольку неслышащие нуждаются в ней только в период интенсивного формирования перцептивной базы на родном и/или иностранном языке.

Так миф о владении родным и любимым иностранном языком в условиях слуховой депривации становится реальностью, которая имеет место в системе образования Республики Беларусь.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА “ОСНОВЫ РАБОТЫ В СДО MOODLE”**

Жуков А.А., Коротаев А.Г.

*Томск, НИТГУ*

Изложена структура электронного учебного курса «Основы работы в СДО Moodle». Курс используется в учебном процессе для организации аудиторной и самостоятельной работы студентов радиофизического факультета Томского государственного университета.

**Information and methodical support practical work on learning course "Moodle for students".  
Zhukov A.A., Korotaev A.G.**

The structure of e-learning course "Moodle for students" is described. The course is used for training students of Radiophysics Faculty of Tomsk State University.

В настоящее время больше внимания уделяется развитию электронного обучения, его организации и использованию в учебном процессе вуза [1]. Электронное обучение широко используется для активации познавательной деятельности студентов, организации и повышения эффективности их самостоятельной работы [2] и проведения контроля знаний. Для решения этих задач активно используется система дистанционного обучения (СДО) Moodle [3]. Она позволяет размещать по изучаемому курсу различные материалы для самостоятельного изучения и контроля знаний: текстовые, видео-файлы, презентации и web-страницы, тесты, задания, опросы. Кроме этого, система может быть дополнена различными модулями, расширяющими ее функциональные возможности.

На радиофизическом факультете ТГУ в системе Moodle подготовлен и активно используется в учебном процессе целый набор потоковых [4,5] и специальных курсов [6,7]. Кроме того система используется для тестирования студентов [8] и организации их научно-исследовательской работы [9]. Все студенты факультета зарегистрированы в СДО Moodle, а две трети из них регулярно обращаются к электронным ресурсам.

Практика применения СДО Moodle в учебном процессе и опросы студентов показывают, что слабое знание студентами ресурсов и возможностей системы Moodle часто является сдерживающим фактором активного использования этой системы при изучении общеобразовательных и профессиональных дисциплин. Поэтому создание электронного курса, посвященного основам работы в СДО Moodle, является актуальной задачей.

Авторами разработан и внедрен в учебный процесс электронный учебный курс «Основы работы в СДО Moodle». Курс предназначен для информационной поддержки самостоятельной работы студентов по дисциплине «Введение в специальность», читаемой студентам первого курса радиофизического факультета Томского государственного университета. Также этот курс используется магистрантами, поступившими в магистратуру факультета из других вузов и не имеющих навыков работы с системами электронного обучения. Курс размещен на образовательном сервере радиофизического факультета ТГУ (<http://info.rff.tsu.ru>).

Изучение данного электронного курса направлено на формирование у студентов способности самостоятельного приобретения новых знаний на основе современных образовательных и информационных технологий. Курс предоставляет студентам широкие возможности для эффективного усвоения материала, способствует формированию соответствующих общекультурных и профессиональных компетенций с использованием возможностей системы Moodle (представление учебного материала в различных форматах, оперативный обмен информацией между участниками курса, обращение к внешним обучающим и справочным ресурсам, оперативный контроль знаний и др.). Кроме того, электронный курс предоставляет широкие возможности для эффективной организации самостоятельной работы студентов и формированию индивидуальных образовательных траекторий на основе использования таких элементов системы Moodle как лекция, задание, тесты, форум и глоссарий.

В ходе изучения курса студенты знакомятся с современными системами электронного обучения, их назначением и особенностями реализации. Кроме того изучают основы работы с СДО Moodle (вход в систему, редактирование информации о пользователе, работа с элементами и ресурсами системы) и приобретают навыки практического использования системы Moodle в учебном процессе.

Электронный курс включает в себя теоретический материал, тестовый модуль, комплект практических заданий. Фрагмент главной страницы разработанного ресурса показан на рис. 1.

Электронный курс содержит общую информацию о дисциплине, методические рекомендации по работе с курсом, список литературы, методические указания по современным системам электронного обучения и материалы по основным темам практических занятий. Указания оформлены в виде элементов Moodle «Лекция» и содержат информационный материал и контрольные вопросы. Материалы включают текстовую и графическую информацию по возможностям системы, работе с ее элементами и ресурсами, просмотру оценок и общению с преподавателем в рамках системы Moodle. Кроме того в курсе размещены методические указания с вариантами заданий для самостоятельной работы, примерами их реализации и требованиями к оформлению отчетов по их выполнению. Также курс содержит тестовый модуль с вопросами по современным системам электронного обучения и основам работы в СДО Moodle. В тестах используются три вида вопросов: вопросы с одним правильным ответом, вопросы с несколькими правильными ответами, вопросы на соответствие.

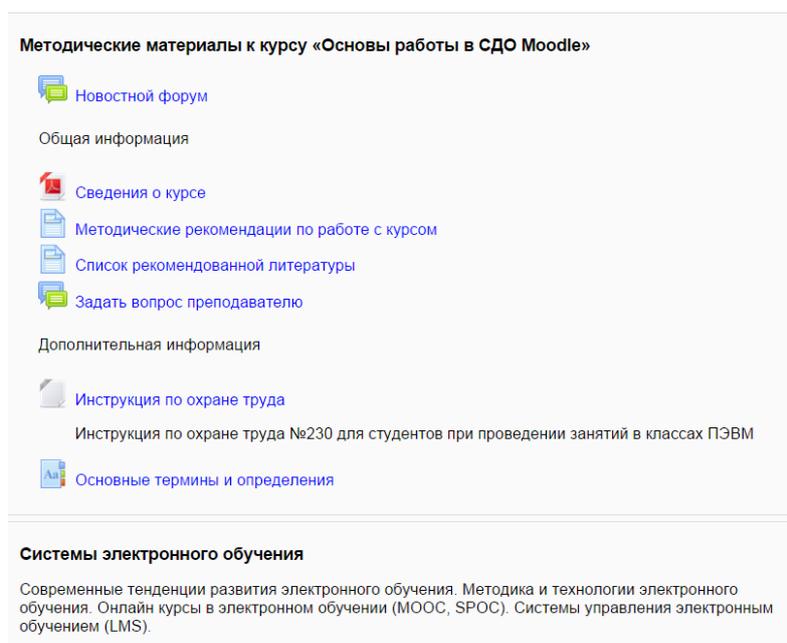


Рис. 1. Фрагмент страницы электронного курса «Основы работы в СДО Moodle»

По курсу предусмотрено 7 тем практических занятий:

- Редактирование личной информации.
- Работа с элементом курса «Форум».
- Работа с элементом курса «Задание».
- Работа с элементом курса «Лекция».
- Работа с элементом курса «Семинар».
- Работа с элементом курса «Тест».
- Работа с элементами курса «Глоссарий» и «Обратная связь».

Каждое занятие предусматривает несколько вариантов заданий. После выполнения заданий по каждому занятию студенты на компьютере создают отчеты и в рамках электронного курса отправляют их на проверку преподавателю. Результаты работы оцениваются. Оценки доступны студентам для просмотра. В рамках электронного ресурса средствами СДО Moodle ведется журнал текущей успеваемости, в который автоматически заносятся оценки студентов по практическим занятиям и тестам. Также в курсе предусмотрено анонимное анкетирование.

Разработанный электронный курс позволяет значительно повысить эффективность самостоятельной работы студентов.

#### Литература

1. Бабанская О.М., Можяева Г.В., Сербин В.А., Фещенко А.В. Системный подход к организации электронного обучения в классическом университете // Открытое образование. – 2015. – № 2 (109). – С. 63-69.
2. Глазунова, Е.Г. Факторы эффективной организации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений с использованием технологий e-learning // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. – № 11. – с. 36–51.
3. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 292 с.
4. Брюханова В.В., Дорошкевич А.А., Кириллов Н.С., Самохвалов И.В. Организация контроля базовых знаний при фронтальном проведении лабораторных работ // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – №10/3. – С. 130–132.
5. Жуков А.А. Информационное и техническое обеспечение практикума по радиоэлектронике // Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Международного симпозиума. – М.: ДМК Пресс, 2015. – С. 179–182.
6. Вячистая Ю.В. Использование виртуальной обучающей среды в рамках специализированных физических учебных курсов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 8/3. – С. 225–226.

7. Жуков А.А., Дейкова Г.М. Информационное и методическое обеспечение курса «Схемотехника аналоговых электронных устройств» // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 124–126.

8. Маслова Ю.В., Коханенко А.П. Использование электронного тестирующего модуля в системе Moodle для развития необходимых компетенций у студентов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 156–158.

9. Жуков А.А., Доценко О.А., Кочеткова Т.Д., Павлова А.А., Шабурова О.Г., Смирнова Т. Е., Черноброва Д.А. Использование информационных технологий в организации научно-исследовательской работы студентов-радиофизиков // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 8/3. – С. 233–235.

## **РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНЫХ СИСТЕМ КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ**

Звездов Д.С., Романов А.Ю., Абрамешин Д.А.  
*Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ*

Описана актуальность изучения студентами портативных систем и одноплатных компьютеров. Выявлены предпосылки для включения в учебные планы новых дисциплин по данному направлению. Рассмотрена возможность создания научно-учебной лаборатории. Проведен анализ и оценка технического обеспечения.

**Portable systems development as a direction of research activity of students. Zvezdov D., Romanov A., Abrameshin D.**

The relevance of the portable systems and single-board computers as a students' study direction are described. The prerequisites for new courses inclusion in the curriculum in this area are revealed. The possibility of creating a scientific and educational laboratory is described. The analysis and evaluation of technical support are made.

Современная среда информационных технологий выходит далеко за рамки настольных ПК, смартфонов и сложных серверных комплексов. Существенную нишу в ИТ занимает класс устройств SBC – Single Board Computers [1, 2], размеры и стоимость которых минимальны и позволяют существенно увеличить функциональность и универсальность оборудования. Основное назначение SBC можно сформулировать следующим образом – это универсальное стандартизованное микропроцессорное решение, легко адаптируемое (тем или иным способом) для выполнения конкретных задач. Именно такие SBC являются вычислительным ядром большинства встраиваемых систем в настоящее время. Основанные на данной технологии портативные системы имеют широчайшее применение в приборостроении, медицине, авиации, робототехнике, мобильных устройствах и средствах сбора информации.

### **Концепция повышения качества научно-учебного процесса**

Разработка программного обеспечения и внедрение информационных систем автоматизации является полноценным направлением обучения студентов бакалавриата МИЭМ НИУ ВШЭ. Специализированное изучение данных дисциплин в первую очередь относится к департаменту компьютерной инженерии (ДКИ). Одним из общих направлений изучения компьютерной лингвистики является курс проектирования программного обеспечения под системы Android. Основываясь на знаниях, полученных студентами в процессе обучения, можно существенно улучшить качество образования за счет создания курсов проектирования и программирования портативных систем, которые на данный момент изучаются все еще недостаточно. Следует также отметить, что предприятия, сотрудничающие с ДКИ и предоставляющие студентам места для прохождения практики, высказывают заинтересованность в том, чтобы студенты обладали этими знаниями.

В рамках образовательного процесса предлагается создание блоков из новых учебных дисциплин и расширение существующих, а так же организация научно-учебной лаборатории по разработке цифровых портативных систем, отвечающей требованиям, которые предъявляет современный этап развития информационных технологий.

### **Детальное описание блоков учебных дисциплин:**

**Микропроцессорные системы. Разработка программного обеспечения под портативные устройства.** Компьютерные системы и периферийные устройства. Микропроцессоры и микроконтроллеры. Проектирование компьютерных систем на базе

микропроцессора / микроконтроллера. Многопроцессорные / многоядерные системы. Портативные системы. Базовая архитектура микропроцессоров / микроконтроллеров, их программирование и отладка.

**Разработка и программирование систем на базе одноплатных компьютеров (miniPC, single board computer).** Одноплатные компьютеры и области их применения. Стандартные интерфейсы. Модули памяти. Операционные системы для портативных устройств. Компьютерное зрение. Проектирование портативных систем на базе одноплатных компьютеров и их программирование.

**Научно-учебная лаборатория проектирования портативных систем.**

Анализ существующих решений и поставщиков технического и программного обеспечения портативных систем. Разработка новых систем и предоставление студентам возможности развития практических навыков программирования и проектирования одноплатных компьютеров. Предложение конкурентоспособных решений с целью выхода на отечественный и зарубежный рынки.

В рамках деятельности лаборатории студенты смогут готовить проекты, затрагивающие различные области человеческой жизнедеятельности, например: «умный дом», системы сигнализации / пожарные системы, системы идентификации, медицинские комплексы, «интернет вещей», автомобильные гаджеты, авиатехнологии и дроны. Необходимо отметить, что в МИЭМ НИУ ВШЭ уже имеются некоторые подобные разработки как в отрасли дронов, так и в системах умного дома, а также в медицинском оборудовании. Создание лаборатории позволит объединить усилия различных научно-учебных групп для выполнения поставленных задач.

**Техническое обеспечение лаборатории**

Для проведения соответствующей подготовки студентов по вышеописанным дисциплинам необходимо обеспечить лабораторию техническими средствами, позволяющими в полной мере изучать данную область информационных технологий. К таким средствам относятся микроконтроллерные платы семейств Arduino [3] и ST Electronics (более дешевый аналог), а также одноплатные компьютеры семейств BeagleBone [4] и Cubie:

<b>Наименование оборудования</b>	<b>Количество</b>	<b>Цена</b>
Arduino UNO R3	8	20\$
Arduino Starter Kit [English]	2	80\$
Arduino Mega 2560 Rev3	2	36\$
STM32F4DISCOVERY (альтернативно)	10	15\$
Светодиоды, датчики, соединительные провода, электронные компоненты, сенсоры		
BeagleBone Black	8	55\$
BeagleBoard-xM	2	149\$
CubieBoard 4 / CC-A80	2	200\$

Отметим, что суммарная стоимость расходов на закупку оборудования составляет 1530\$. Учитывая затраты на расходные материалы, инструменты и прочие необходимые компоненты, стоимость переоборудования одного из компьютерных классов в научно-учебную лабораторию не превышает 2000–2500\$

Микропроцессорные платы применимы для обучения программированию микропроцессоров, обработки звука, передачи данных, цифровых сигналов и навигации [5]. На одноплатных компьютерах, после подключения монитора, можно выполнять разработку программного обеспечения или обработку поступающих данных с периферийных устройств. Стоит отметить, что для данных средств можно использовать бесплатное программное обеспечение, например, Coocox CoIDE.

**Выводы**

В статье описываются методы улучшения образовательной программы студентов путем расширения учебных дисциплин. Предлагается добавить новое направление обучения – портативные системы и одноплатные компьютеры. Приведена аргументация актуальности данной тематики, а также произведен анализ и оценка необходимой технической базы. Слушатели данных дисциплин смогут повысить свои навыки и компетенции в области разработки, проектирования и программирования микроконтроллеров, работы с периферийными устройствами и анализа данных показателей датчиков.

**Литература**

1. Randell C., Djiallis C., Muller H. Personal position measurement using dead reckoning // Seventh IEEE International Symposium on Wearable Computers. Proceedings. – IEEE, 2003. – P. 166–175.
2. Кругляк К. Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем // Современные технологии автоматизации. – 2003. – №. 4. – С. 6–17.
3. Margolis M. Arduino Cookbook. – Sebastopol, CA: O'Reilly, 2011. – 654 p.

4. Barrett S.F., Kridner J. Bad to the Bone: Crafting Electronics Systems with BeagleBone and BeagleBone Black // Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems. – Morgan and Claypool, 2013. – Vol. 8. – No. 2. – P. 1–430.
5. Abdelbaki H.E. Fundamentals of Microprocessors. – 87 p.

## ПРОБЛЕМЫ НАРУШЕНИЯ СТИЛИСТИКИ И ГРАМОТНОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

Игнатьева Э.А.

Чебоксары, ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»,

В статье приводятся результаты небольшого исследования с целью выявления нарушений стилистики и грамотности в процессе виртуального общения молодежи. Были опрошены учащиеся и родители общеобразовательных учреждений, выявлено их отношение к этой проблеме.

### The issue of violation of stylistics and literacy virtual communication youth. Ignatieva E. A.

The article presents the results of a small empirical study to identify violations of stylistics and literacy in the process of virtual communication youth. Surveyed students and parents of schools, they revealed their attitude to this problem.

Как известно, каждому человеку свойственен свой индивидуальный стиль общения, который накладывает характерный отпечаток на его поведение и общение в любых ситуациях. Под *стилем виртуального общения* будем понимать особенности виртуального общения человека, характеризующие его общий подход к построению взаимодействия с собеседником [1]. При этом стиль отражает специфику отношений между виртуальными собеседниками, которые, в свою очередь, выражают многообразную и в то же время неповторимую сущность разнообразных личностей, включенных в общение. Нами были выделены следующие стили виртуального общения: грамматический, разговорный, с грамматическими и этическими нарушениями (Рис. 1).



Рис 1. Стили виртуального общения

Вместе с тем стиль общения, на наш взгляд, определяет и то, как человек строит общение в Интернет и понимает различные выражения, как формируется его отношение к людям, способам решения проблем.

Коммуникативная деятельность для подросткового возраста имеет определяющее значение в формировании личности. Однако подросток, обладая противоречивыми особенностями, не всегда может успешно реализовать себя как коммуникант. Виртуальное общение, которое поначалу позволяет подростку чувствовать себя защищенным и независимым, может стать причиной неадекватного реагирования в коммуникативной ситуации. Этот факт экспериментальным путем доказали психологи и лингвисты: С.В. Фадеева, Фр. Дольто, С.И. Выгонский, Б.Ю. Норман и др.

Из 100 опрошенных школьников в возрасте от 8 до 17 лет 76 человек Интернет используют для общения. Подавляющее большинство молодых людей имеет собственные странички в различных социальных сетях, например: в ВКонтакте или в Одноклассниках. Для выделения факторов влияющих на уровень грамотности и культуры речи современных подростков был проведен опрос в одной из школ города Марий Эл.

На вопрос «Влияет ли Интернет -переписка на уровень грамотности?» были получены следующие ответы:

- уровень грамотности улучшился – 23%;
- уровень грамотности не изменился – 34%;
- уровень грамотности ухудшился – 43%.

Результаты опроса подтверждают предположение о том, что общение в виртуальном пространстве негативно влияет на уровень грамотности, а именно на правописание и пунктуацию.

61% респондентов утверждают, что благодаря систематическому использованию Интернет научились четко и коротко высказывать свои мысли.

И педагогам, и учащимся был задан один и тот же вопрос: «Следите ли Вы за грамотностью, когда пишете в Интернете?» (табл.1).

Почти все педагоги ответили, что следят, а среди учащихся только 48% ответили утвердительно. Интересно сравнить ответы учащихся 4, 9 и 11 классов.

Таблица 1.

Ответы на вопрос: «Следите ли Вы за грамотностью, когда пишете в Интернете?»

Варианты ответов	Классы			Учителя и работники школы
	4 класс	9 класс	11 класс	
Да	33,3%	7%	8%	92%
Иногда	33,3%	7%	16%	7%
Не задумываюсь	33,3%	86%	76%	1%

Большая часть учащиеся не старается грамотно составлять интернет -сообщения, подчеркивая, что главное передать информацию, а следить за грамотностью не так важно. Из вышесказанного следует, что школьники очень часто допускают разного рода ошибки осознанно, не задумываясь о грамматике высказываний.

72% респондентов постоянно прибегает к сокращениям слов, когда набирают сообщения. Интересно, что 63% опрошенных осуждают адресанта за наличие в тексте ошибок. Не следят за своей грамотностью -62 % (рис. 1).

Так же была проведена беседа с родителями на тему: «Может ли написание Интернет – сообщения улучшить грамотность?».

«Ну как сообщения могут улучшить грамотность детей, если там все дело в скорости! В тетрадках они хоть как-то пытаются следовать правилам орфографии и пунктуации, а тут скорей-скорей... Если человек (ребенок или взрослый) грамотен, он везде грамотен. Не улучшают Интернет - сообщения грамотности ни у кого! Не люблю неграмотных людей. Очень раздражает читать письма или объявления с ошибками»- ответила мама ученика 6 класса.



Рис. 2.Отношение к интернет-сообщениям.

Мама ученицы 8 класса: «Я в детстве прочитала много книг, а так как развита фотографическая память, то я сразу вижу, какое слово написано неправильно, хотя уже не помню все орфограммы. Если вижу, как кто пишет сАбака, или мАлАко, то мне становится грустно, неужели скоро все станут неграмотными и необразованными, ведь мы были самой читающей страной в мире».

Интересную мысль высказала мама одного из учеников: «Всем тем, кто говорит "Зачем писать правильно, мы же не на уроке русского языка", желаю встретить кассира, который обсчитает их со словами: "Зачем считать правильно, мы же не на уроке математики. Я за грамотность!"

Большинство опрошенных родителей указали на снижение уровня грамотности среди подростков из-за увлечения Интернет -языком. Но были и те, кто говорил: «Лично мне нравится читать тексты, написанные в разговорном жанре, простые, понятные иногда и с современным словом».

Большинство учащихся общаются в Интернете и не замечают негативного влияния интернет -общения на свою грамотность, не следят за орфографией и пунктуацией собственных сообщений. В Интернет - текстах много нарушений общепринятых стандартов грамотности, которые, как правило, связаны с намеренным их использованием. Но ошибки в чужих текстах многих раздражают.

Можно утверждать, что роль Интернета будет возрастать и дальше, так как он обладает существенными для молодежи качествами: скоростью, лаконичностью, экономичностью. Поэтому единственный способ недопущения их влияния на грамотность – это ответственное отношение к языку, а для этого необходимо убедить подростков разграничивать Интернет -общение с общением в реальном мире.

#### **Литература**

1. Игнатъева, Э. А., Софронова, Н. В. Психологические особенности взаимодействия людей в информационном обществе: монография. –М : Спутник+, 2014. – 196 с.

### **МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ И РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ВЫПУСКНИКОВ С АКТИВНЫМ УЧАСТИЕМ РАБОТОДАТЕЛЕЙ**

Карминская Т.Д.

*ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет»*

Рассмотрен способ повышения качества образовательных услуг посредством применения разработанный методики участия работодателей в управлении образовательным процессом. Методика обеспечивает качественно новое отношение обучающихся и образовательных организации к составу и качеству сформированных на выходе компетенций, процедурам и механизмом их измерения. В составе методики используется механизм рейтингов программ и выпускников, как инструмент формирования базы данных востребованных экономикой региона специалистов.

Внедрение предложенного способа формирования и оценки кадрового потенциала региона способствует повышению его инвестиционной привлекательности.

#### **Method of training and rating assessment of the level of graduates with the active participation of employers. Tatiana D. Karminskaia FSBEI HPE "Yugra State University"**

The way of increase the quality of educational services through the application of the developed technique of employer participation in the management of the educational process has been considered. The method provides a qualitatively new relationship of students and the educational organization to composition and quality of the competences, generated at the output, procedures and mechanism for measuring them. Ratings of programs and graduates is used as a tool for creating database popular transition region specialists within a practice mechanism .Implementation of the proposed method of formation and assessment of personnel potential of the region contributes to its investment prospects.

Современные условия экономического развития Российской Федерации формируют запрос на крупные инновационные проекты в высокотехнологичных отраслях. Реализация проектов напрямую зависит от качественного состава трудовых ресурсов страны. Необходимо выстраивать процессы подготовки и переподготовки профессиональных кадров с активным участием работодателей, формирующего требования к набору компетенций на выходе и выступающего независимым экспертом качества конечного продукта системы образования.

В настоящее время у работодателя нет нормативно закрепленных инструментов воздействия на образовательные стандарты и учебные планы. Поэтому при приеме на работу молодых сотрудников работодателю сложно адекватно оценить специалистов по итоговым оценкам. Непрозрачность оценок также связана с тем, что образовательное учреждение (ОУ) может формировать свой список компетенций, который будет отличаться от набора компетенций других ОУ. Разные ОУ могут обеспечивать одну компетенцию разным набором дисциплин и имеют профессорско-преподавательский состав и учебно-лабораторную базу разного уровня.

В работах [1-14] предлагаются способы решения проблемы качества подготовки инженерных кадров, которые можно разделить на группы:

- создание студенческих конструкторских бюро, учебно-производственных

предприятий в структуре ОУ, опытных производственных участков (полигонов) на ведущих отраслевых предприятиях обеспечит интеграцию образования, науки производства, производственную подготовку студентов [10,11,13];

- создание научно-образовательных центров, общевузовских лабораторий, центров коллективного пользования позволит преодолеть финансовые сложности, с которыми сталкиваются ОУ, не позволяющими им в одиночку развивать научную инфраструктуру [11,13,14];

- объединение учреждений ВПО и СПО в одно ОУ с целью использования общей материально-технической и учебно-методической базы [11];

- создание объединения ОУ и предприятий с целью взаимовыгодного сотрудничества в использовании научных и технических средств, обмена студентами и персоналом между ОУ и предприятиями, использования уже существующих знаний, образование новых дочерних предприятий и т.д. [3,5,8,11];

- более тесное сотрудничество работодателей с ОУ в плане формирования квалификационных требований к выпускникам, дисциплин вузовского компонента учебных планов, заданий на курсовые и дипломные проекты, а также постановка задач для исследований научными коллективами. В эту группу можно отнести участие работодателей в ГАК и попечительском Совете ОУ. Участие работодателей во всех процессах разработки учебных планов, итоговой аттестации, контроле качества подготовки специалистов позволит заказчикам кадров быть уверенными в уровне знаний и профессиональной компетентности выпускников [8,10,11,13];

- внедрение в ОУ проектов по профессиональной сертификации и обучение по международным сертифицированным программам позволит студентам получать знания и навыки работы с передовыми технологиями и оборудованием. Профессиональные сертификаты позволят оценить уровень подготовки специалистов в различных ОУ [3,4,6,9].

Следовательно, учреждениям профессионального образования. ОУ совместно с работодателями необходимо решить задачи:

- 1) сформировать механизмы и методы совместной разработки вариативной части дисциплин учебного плана и требований ФГОС с целью обеспечения студентов актуальными и необходимыми экономике компетенциями;

- 2) сформировать систему независимой профессиональной сертификации выпускников. Сертификат, выдаваемый на основании утвержденных ведущими предприятиями округа норм к выпускникам, позволит показать и оценить уровень знаний, умений и навыков выпускника как специалиста и сравнивать выпускников разных ОУ между собой. Также сертификат, организованный по аналогии с ЕГЭ (когда экзамен проводит одна группа лиц, а проверяет и оценивает другая) поможет объективно оценить качество подготовки специалистов.

Реализация первой задачи позволит работодателю участвовать в образовательном процессе посредством совместной разработки с ОУ учебных планов и формирования набора компетенций. При этом обратная связь будет осуществляться посредством сертификации и мониторинга итоговых интегральных оценок выпускников. Это позволит работодателям получать специалистов с необходимым набором компетенций и делать заказ на подготовку специалистов в ОУ, где интегральная оценка выпускников выше.

Предложенный механизм совместного формирования перечня компетенций и разработки учебных планов может осуществляться посредством добавления к уже обозначенным в ФГОС новых компетенций, которые, по мнению работодателя, необходимы выпускнику данной специальности. Каждая компетенция обеспечивается набором дисциплин, практиками и выпускной квалификационной работой. В качестве инструмента воздействия работодателя на подготовку специалистов целесообразно выбирать именно дисциплины, так как они обеспечивают конкретный навык, способность или знание. Общие дисциплины ОУ обязано преподавать студентам, а дисциплины вариативной части составляются исходя из возможностей университета, рекомендаций работодателя и мнения обучающихся. Таким образом, обеспечивается полноценное участие работодателя в учебном процессе, тем более что объем вариативных дисциплин в общем объеме учебного плана составляет 70% .

Для обеспечения дополнительной мотивации студентов, предлагается система рейтингования, которая фиксирует уровень знаний студентов в течение всего периода обучения. Этот рейтинг будет строиться на основании оценок студентов, с учетом значимости каждой дисциплины для специальности. Система рейтингования позволит в динамике отображать уровень студента как специалиста, а рейтинг будет служить стимулом в процессе обучения. Значимость дисциплин при расчете рейтинга будет определяться работодателем. Это позволит мотивировать студента к выбору наиболее значимых для специальности дисциплин. При этом значимость каждой дисциплины для разных специальностей будет различной. В этом варианте роль работодателя приобретает конкретную реализацию.

Создание системы независимой профессиональной сертификации долгий и сложный процесс. При этом предложенный рейтинг может служить первым шагом по созданию этой системы, так как

позволит выделить наиболее приоритетные для работодателя компетенции и подготовить соответствующие сертификационные испытания. Система рейтингования может объективно сравнивать выпускников тех ОУ, которые посредством механизма разработки учебных планов совместно с работодателем утвердили одинаковый набор компетенций и дисциплин, обеспечивающих эти компетенции. При этом успешное прохождение сертификационных испытаний позволяет квалифицировать уровень освоения студентом основных компетенций, как достаточный для работодателя.

Алгоритм рейтингования студентов должен учитывать мнение работодателей и условную сложность каждой изучаемой дисциплины. Так как каждая дисциплина имеет свои характеристические признаки, такие как: количество часов выделенных на освоение теоретических знаний и практических умений, степень оснащенности учебно-лабораторной базы, уровень подготовленности преподавательского и вспомогательного технического персонала, необходимо учесть сложность освоения дисциплин для студентов. В этом случае ранжирование дисциплин по сложности позволит выявить наиболее способных студентов в этой области. Работодателю это позволит определить приоритетные для него направления, в которых более сложные дисциплины будут вносить существенный вклад. Для реализации рейтинга необходимо:

1. Разделить дисциплины по признаку: «приоритетные» и «не приоритетные». Группа приоритетных дисциплин будет вносить максимальный вклад (X%). Это позволит выделить значимость наиболее важных для работодателя дисциплин. Количество групп может быть увеличено, но это приведет к усложнению процедуры ранжирования, а качественных изменений не произойдет, так как вклад наибольший будет вносить группа приоритетных дисциплин.
2. В каждой группе делим дисциплины на n подгрупп в зависимости от значимости. Количество подгрупп зависит от количества дисциплин и от мнения эксперта.
3. Каждой подгруппе дисциплин выставляются весовые коэффициенты в зависимости от значимости.
4. Определяется вклад X в рейтинг приоритетных дисциплин (в процентах от общего).

Решение задачи определения сложности дисциплин будет основано на «дихотомической модели Раша»[12]. Это связано с тем, что данная модель учитывает подготовленность тестируемого («подготовленность») и сложность задания («трудность»), что для процесса важно[15].

Методика рейтингования будет интегрирована в информационную систему прогнозирования потребностей в кадрах региональной экономики. Наличие подобного инновационного ресурса, который обеспечивает как анализ потребностей, так и обобщает информацию о потенциальном кадровом резерве, обеспечит инвестиционную привлекательность региона.

Предложенный механизм рейтингования выпускников ОУ региона, будет способствовать формированию базы данных специалистов, которая может настраиваться в соответствии с запросами региональных предприятий. Участие работодателей в формировании образовательных программ и материально-технического оснащения процесса обучения обеспечат гибкую целевую систему профессионального образования.

Предлагаемая методика организации подготовки кадров и рейтинговой оценки уровня выпускников с активным участием работодателей будет способствовать формированию качественно нового отношения обучающихся и образовательных организаций к качеству образования и получаемым по его итогам компетенциям, процедурам и механизмам их измерения и оценки.

#### **Литературы:**

1. Карминская Т.Д. Подходы к управлению системой подготовки кадров для региональных экономических систем – Известия ОрелГТУ: серия «Информационные системы и технологии», 2010. – С. 57–66.
2. Карминская Т.Д., Алексеев В.И. Гибридная модель прогнозирования потребностей в квалифицированных кадрах для социально-экономических систем регионального уровня управления.// Известия ОрелГТУ. 2009, № 2/52(563). С.3-11.
3. Гибсон М. Бизнес и высшее образование: опыт взаимодействия в Великобритании / М. Гибсон, А. Ю. Афонин // Университетское управление: практика и анализ. – 2004. – № 4 (32). – С. 59.
4. Данилкина С. Сертификация подтвердит высокий уровень российских кадровиков, Управление персоналом №15, 2009.
5. Рисин И. Е. Расширение форм сотрудничества ВУЗов и бизнеса как основа развития инновационного потенциала: зарубежный опыт для России, 2007. <http://www.it-expo.org/de/2009-04-29-11-17-26-3-2009-04-29-11-16-21/7-2009-04-29-12-09-58>.
6. Профессиональная сертификация менеджеров. [http://www.cbsd.ru/cert/hr\\_management/](http://www.cbsd.ru/cert/hr_management/), [http://www.cbsd.ru/cert/finance\\_prog/](http://www.cbsd.ru/cert/finance_prog/).

7. Стенографический отчёт о совместном заседании Государственного совета и Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России. 2010. [www.youngscience.ru](http://www.youngscience.ru).
8. Сорокина Г.П. Направление взаимодействия вузов и промышленных предприятий. Транспортное дело России №4, 2008.
9. Профессиональная сертификация бухгалтеров. <http://www.begin.ru/rdr.php?url/>
10. Альгина М. Бизнес и вуз: вертикальная интеграция. Высшее образование в России №12, 2005.
11. Айтуганов И.М., Корчагин Е.А., Матухин Е.Л., Митрофанова Э.П., Сафин Р.С. Взаимодействие профессиональных образовательных учреждений и предприятий-заказчиков кадров. Казанский педагогический журнал, 2008.
12. Математические теории педагогических измерений: Учебное пособие. – Уфа: Эдвис, 2007. – 92с.
13. Третьяков Р. Разработка и апробирование оптимальной модели взаимовыгодного сотрудничества вуза с предприятиями и организациями отрасли, обеспечивающей качественную подготовку специалистов [Электронный ресурс] / Р.Третьяков // Инновации в профессиональном образовании. – Режим доступа: [http://www.ics2.ru/articles/index.php?ELEMENT\\_ID=5231](http://www.ics2.ru/articles/index.php?ELEMENT_ID=5231).
14. Малахов А.А. Зарубежная практика взаимодействия университетов с инновационным сектором экономики. Экономические науки/10 Экономика предприятия, 2010.
15. Карминская Т.Д., Русанов М.А., Татьянакин В.М., Тей Д.О. Способ повышения качества образовательных услуг посредством привлечения работодателя к управлению образовательным процессом - Интеграция методической работы и системы повышения квалификации кадров, часть 2: сб. науч. тр. Москва-Челябинск, 2011. С.80-88.

## **К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ В РФ**

Катасонова Г.Р.

*Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный институт культуры*

Рассматриваются основные этапы, связанные с модернизацией образовательных стандартов в Российской Федерации. Дан сравнительный анализ структуры программ ФГОС ВПО и ФГОС ВО (3+) для бакалавров по направлению подготовки «Дизайн». Выявлены основные проблемы при переходе на ФГОС ВО (3+).

### **By the issue of modernizing the educational standards in the Russian Federation. Katasonova G.**

The basic steps involved in upgrading educational standards in the Russian Federation. A comparative analysis of the structure programs of Standard 3 and of Standard (3+) for the preparation of bachelors in "Design". The basic problems in the transition to of Standard (3+).

Стремительное развитие науки и техники с интенсивным формированием рынка интеллектуального труда и меняющиеся социально-экономические условия в Российской Федерации предопределили необходимость постоянной работы по оптимизации норм и положений государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ГОС ВПО).

Анализ современной системы высшего образования характеризуется основными вехами (этапами), которые регламентируются Федеральными Законами, стандартами, инструкциями, приказами Министерства образования РФ.

С 1992 года в России началась разработка многоуровневой системы высшего образования, которая учитывала Международную стандартную классификацию образования в соответствии с требованиями ЮНЕСКО. В 1994 году в вузах стали вводиться ГОС ВПО первого поколения. Федеральный компонент стандарта четко определял контуры федерального образовательного пространства в силу единства требований, при этом, выделяя блоки для наполнения содержанием, предоставляя преподавателям возможность самостоятельно формировать структуру преподаваемой дисциплины. Региональный компонент разрешал добавлять вузам дисциплины в соответствии с культурной, природной и этнической спецификой регионов.

Стандарты ГОС ВПО второго поколения стали внедряться в вузах начиная с 1995 года, предоставляя вузам большую самостоятельность в формировании содержания основной образовательной программы, но при этом была сохранена структура высшего профессионального образования относительно ГОС ВПО первого поколения.

В 1996 году Федеральным Законом РФ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» были определены образовательные уровни (общее высшее, базовое высшее и полное

высшее образование), а также сроки получения образования на каждом уровне и варианты соотношения содержания образовательных профессиональных программ.

После присоединения России к Болонскому процессу в 2003 году, ГОС ВПО второго поколения стали обязательными во всех вузах и были ориентированы на получение студентами знаний, умений и навыков, а с 2007 года в стране официально утверждены два уровня высшего образования.

Введение общекультурных и профессиональных компетенций связаны с утверждением в 2009 году стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО), которые через три года были интегрированы с послевузовским профессиональным образованием [1].

С 2013 года внедряются образовательные стандарты ФГОС ВО (3+), ориентирующиеся на конкретный вид профессиональной деятельности, исходя из научно-исследовательского и материально-технического ресурса образовательной организации и потребностей рынка труда в условиях бинарно-открытого информационного пространства [2,3].

Сравнивая, структуру программы прикладных и академических бакалавров по направлениям подготовки 54.03.01 «Дизайн» ФГОС ВО и структуру программы бакалавров направления подготовки 072500 Дизайн ФГОС ВПО можно выделить следующие тенденции: 1) произошло объединение блоков 1,2,3,4 ФГОС ВПО в блок 1 ФГОС ВО, где объем, содержание и порядок реализации указанных дисциплин (модулей) определяются организацией самостоятельно; 2) блок 2 ФГОС ВО был образован из блока 5 ФГОС ВПО путем дифференциации базовой и вариативной частей; 3) несмотря на то, что объем ООП ФГОС ВО (3+) в целом не изменился и составляет 240 зачетных единиц, каждому вузу на основе определяемых стандартом компетенций необходимо будет самостоятельно: а) разрабатывать перечень дисциплин гуманитарного, социального, экономического, математического и естественнонаучного циклов на основе определяемых стандартом компетенций; б) определять перечень, структуру и объемы дисциплин по базовой и вариативной компонентам - блока № 1 ООП с учетом увеличения объема кредитов с 214 до 141, что в среднем составляет около 7% или около 394 часов; в) определять структуру и объем учебной, производственной и преддипломной практик с учетом увеличения с 15 до 24 кредитов, что в среднем составляет около 40 % или от 154 до 254 часов; г) определять структуру и объем государственной итоговой аттестации, допускающей возможность сдачи государственного экзамена с учетом уменьшения объема кредитов с 13 до 6-9, что составляет 35% или от 108 до 216 часов [4].

Согласно новым стандартам, предполагается переход к новому содержанию программ прикладных и академических бакалавров. Учебная практика и производственная организуются в форме стационарной и выездной и оцениваются с помощью привлеченных со стороны внешних экспертов.

Анализируя вопросы перехода образовательных стандартов третьего поколения ФГОС ВПО на стандарты ФГОС ВО (3+), необходимо учесть и решить следующие проблемы: 1) разработать методику закрепления компетенций за кафедрами и соответственно по дисциплинам; 2) учесть, что связанное с п. 1 перераспределение нагрузки (структуры и объема часов) между кафедрами приведет к изменению структуры и технологии реализации образовательной программы ФГОС ВО (3+), что может отразиться на качестве учебного процесса; 3) определить механизм экспертизы оценочных средств внешних экспертов; 4) определить критерии оценивания содержания, организации и качества практик с учетом работы отдельных преподавателей; 5) учесть, что качество образовательных программ ФГОС ВО (3+) вузов будет во многом зависеть от компетенции и опыта разработчиков ООП; 6) учесть, что в условиях большого количества различных по содержанию и структуре ООП вузов будут затруднены процессы перехода студентов из одного вуза в другой в связи с практикой расчета академической разницы по дисциплинарному признаку, но не по компетентностному; 7) учесть, что в новом стандарте предусмотрены формы и способы организации и проведения учебной и производственной практик, но не закреплены принципы обязательности их проведения [5].

Однако, не смотря на некоторые возникающие проблемы и неудобства, связанные с переходными процессами, переход на ФГОС ВО (3+) добавит вузам большей самостоятельности в вопросах формирования структуры содержания обучения с использованием современных методов и технологий обучения [6,7], что позволит в дальнейшем более гибко реагировать на меняющиеся потребности общества в специалистах разного уровня и квалификации.

#### **Литература**

1. Абрамян Г.В. Система международного научного сотрудничества и модели глобализации профессионального образования и науки в информационной среде стран БРИКС. В сборнике: Региональная информатика "РИ-2014" материалы XIV Санкт-Петербургской международной конференции. 2014. С. 290-291.

2. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Таксономия, классификация и методология анализа целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях глобализации образования//Фундаментальные исследования. -2014. -№ 8-7. -С. 1647-1652.

3. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Переходные и стационарные алгоритмы обеспечения континуальной квазиустойчивости системы непрерывного образования в условиях бинарно-открытого информационного пространства и связей на основе механизмов откатов // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-26. С. 5884-5890.

4. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Проектирование компонентов методической системы обучения студентов информатике и информационным технологиям в экономических вузах с использованием современных методологий на основе информационных технологий управления [Электронный ресурс] / Г.В. Абрамян, Г.Р. Катасонова // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 4. С. 49. - <http://www.science-education.ru/118-14000>

5. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Содержание континуального образования прикладных и академических бакалавров в условиях перманентной модернизации профессиональных и образовательных стандартов // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-26. С. 5891-5897.

6. Катасонова Г.Р. Проблемы обучения информационным технологиям управления и пути их решения на основе методологии метамоделирования, сервисов и технологий открытых систем // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2014. № 167. С. 105-114.

7. Катасонова Г.Р. Интерактивные технологии в обучении // *Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств*. 2013. Т. 200. С. 24-29.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ SHARKY NEURAL NETWORK В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОСТИ ПЕРЦЕПТРОНА**

Кириченко А.А.

*Москва, Высшая школа экономики*

Среди нейросетевых пакетов в Интернет можно найти группу демонстрационных программ, использование которых позволяет наглядно демонстрировать студентам различные свойства нейросетей. Есть среди этой группы простые, позволяющие демонстрировать отдельные свойства нейросетей, такие, как Sharky, Kohonen, EasyDemo, и сложные пакеты – для демонстрации групп свойств, к которым можно отнести и такой пакет, как Матлаб – большой учебный пакет с ограниченными сетевыми возможностями.

В статье рассматривается возможность использования программы Sharky Neural Network в качестве основы лабораторного изучения многослойности перцептрона.

#### **The use of the program Sharky Neural Network as the basis of a laboratory study of multilayer perceptron.**

Among neural network packets to the Internet you can find a group of demonstration programs, which allows students to demonstrate various properties of neural networks. There are among this group is simple, to show the individual properties of neural networks, such as Sharky, Kohonen, EasyDemo, and complex packages for display of groups of properties, which include such a package, such as Matlab – great training package with limited network capabilities.

The article discusses the possibility of using the program Sharky Neural Network as the basis of a laboratory study of multilayer perceptron.

Sharky Neural Network – это компьютерная программа фирмы SharkTime Software (<http://www.sharktime.com>) для игровой демонстрации возможностей нейросетевого классификатора. Программа freeware, работает под ОС Windows 2000, Windows XP, и Windows Vista.

Программа реализует нейронную сеть типа многослойного перцептрона, предназначенную для классификации 2D-точек в два различных класса, жёлтый и синий. Каждое множество 2D-точек представляет собой геометрическую фигуру (форму) - круг, квадрат, бриллиант, волну, луну или другую фигуру. Программа при классификации не определяет форму. Она просто делит все точки на две группы: синие и жёлтые. Геометрическая форма распознаваемых фигур при этом проявляется при визуализации результата классификации.

Исходные данные можно загрузить только в виде заказанного образа из нескольких имеющихся заготовок (xor, circle, square, diamond, ring, moon, wave, и др.). На сайте подготовлены для загрузки дополнительные файлы «AI.points», «cn.points», «N.points», «Two\_Spirals\_Cartesian.points» и «Two\_Spirals\_Radial.points».

Программа позволяет вносить изменения в исходные данные: добавлять, удалять, загружать или сохранять точки. Комбинация клавиш *Ctrl + Left Click* позволяет работать в режиме spray.

При активизации программы на экране появляется основное окно (рис. 1).

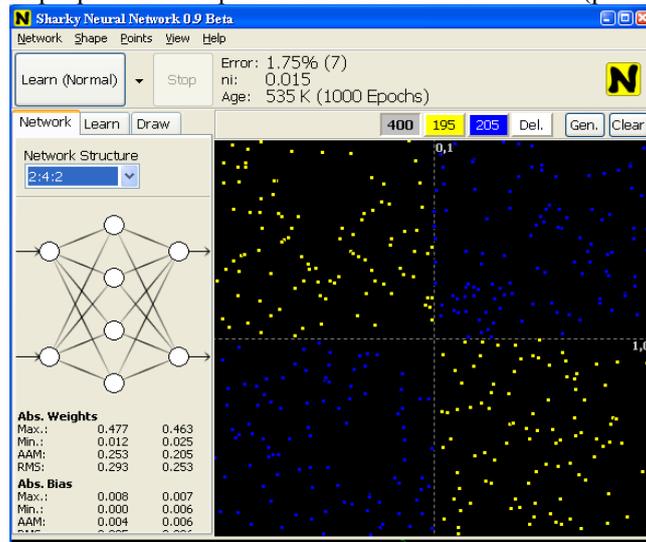


Рис. 1.

Основное меню программы содержит 5 пунктов, содержащихся в первой строке основного экрана: Network - нейросеть, Shape - тип (форма) исходных данных, Points - работа с исходными точечными множествами, View - способ демонстрации данных на экране, Help - помощь.

С нейросетью можно производить следующие действия: «Запуск», «Остановка» (Stop), «Обновление сети» (Reset Network), «Обучение» (Learn), «Выход из программы» (Exit). Команды для Запуска и Остановки вынесены на вторую строку экрана (Learn и Stop), причём, кнопка запуска содержит название операции, которая будет выполняться (в данном примере выполняться будет обучение (Learn)) - какая именно операция будет выполняться, выбирается в пункте меню Network.

Структура нейросети задаётся в виде количества слоёв перцептрона и количества нейронов в каждом слое (входной и выходной слою всегда содержат по 2 нейрона).

В программе используется структура нейросети 2:....:2. Первая цифра 2 означает «два входа», так как каждая 2D-точка имеет два значения – x и y. Символ 2 в конце означает «2 выхода», так как эта сеть классифицирует на 2 различных класса (жёлтый, синий).

Для задания типа сети нужную структуру (Network Structure) предлагается найти и отметить в таблице (3 строка экрана). Тип сети выбирается из следующего списка:

<b>2:2</b>	2:10:2	2:2:2:2	2:5:4:2	
2:1:2	2:11:2	2:3:3:2	2:3:10:2	
2:2:2	2:12:2	2:4:4:2	2:10:3:2	
2:3:2	2:13:2	2:5:5:2	2:4:10:2	2:4:3:4:2
2:4:2	2:14:2	2:10:10:2	2:10:4:2	2:4:4:4:2
2:5:2	2:15:2	2:3:4:2	2:5:10:2	2:3:4:5:2
2:6:2	2:20:2	2:4:3:2	2:10:5:2	2:5:4:3:2
2:7:2	2:25:2	2:3:5:2	2:2:2:2:2	2:4:5:4:2
2:8:2	2:50:2	2:5:3:2	2:3:3:3:2	2:5:4:5:2
2:9:2	2:100:2	2:4:5:2	2:3:4:3:2	2:5:5:5:2

где 2:2 означает двуслойный перцептрон с 2 нейронами во входном слое и 2 – в выходном.

2:9:2 означает трёхслойный перцептрон с 9 нейронами в промежуточном слое; а 2:5:5:5:2 означает пятислойный перцептрон с 5 нейронами в каждом из 3 промежуточных слоёв.

Каждый нейрон имеет смещение (*bias*) и использует двуполярный сигмоид в качестве функции активации ( $f(x) = 2 / (1 + e^{-\beta x}) - 1$ ).

Выбранная архитектура сети наглядно отображается схемой в левой части экрана (Рис. 2).

Режим обучения настраивается при нажатии кнопки Learn в 3 строке экрана. Для обучения существенными являются такие параметры, как порядок предъявления образцов (Order), фиксация ошибок (Premphase Error вкл/выкл), проверка (Verify), числовые значения ni (min и max), auto decrease (фиксированное значение 0,912), down rate, momentum. Кроме того, устанавливаются такие параметры, как режим обучения (Hard, Normal или Soft) и количество эпох (от 1 до 10000).

Результат представляется в виде рисунка 2D Graph (пункт меню View), на котором могут быть отображены: оси координат (Coordinate Axis), только множества точек (Points), точки и ответ нейросети (Points and Network Answer), и т.д. Для облегчения восприятия различные виды информации окрашиваются в разные цвета. Предусмотрена регулировка частоты смены информации на экране.

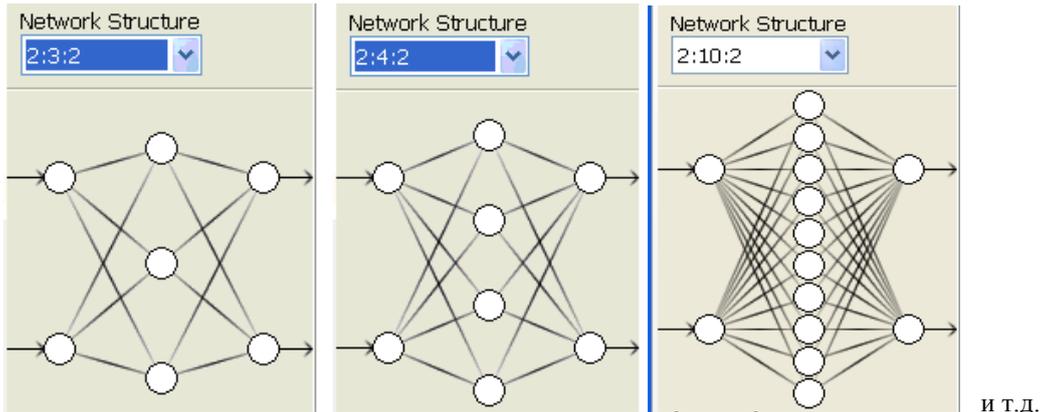


Рис. 2.

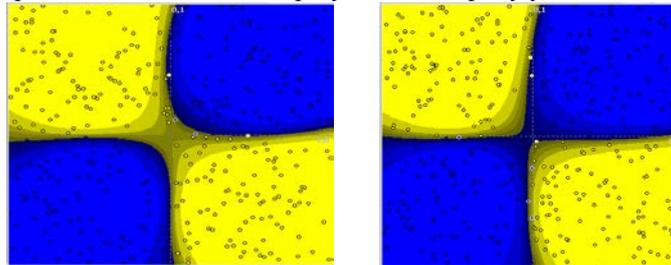
При решении задачи XOR для очистки экрана в меню Points выбирается пункт Clear Points. Затем Shape -> XOR. При выборе XOR зона графики заполняется множествами точек, синих – 1 и жёлтых – 2 (рис. 1).

Координаты точек (их всего 400) можно сохранить в файле (Points -> Save Points As...):

-0.887500	-0.046000	2
-0.772500	-0.284750	2
-0.796000	0.637500	1
-0.054500	0.662750	1

...

После нажатия кнопки Learn через некоторое время (может потребоваться несколько десятков сек.) получим результат в виде жёлтой и синей зон экрана (рис. А). Незначительные изменения настроек в рассматриваемом примере позволяют изменить результат в сторону уточнения классификации (рис. В):



(Рис. А)

(Рис. В)

Изменяя структуру нейросети (количество слоёв и количество нейронов в каждом слое), количество эпох, параметры обучения (критерии окончания), способы вывода информации на экран и корректируя предложенные графические образы, можно увидеть, как влияют различные параметры на распознавание исследуемой совокупности точек.

При наличии обучающей и тестовой совокупностей точек по графикам в нижней части основного экрана можно увидеть момент переобучения сети и скорректировать необходимое количество эпох.

## АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ – 2015: ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

Князева М.С., Шамец С.П.  
Омск, ОмГТУ

В статье идёт речь о 3-м этапе всероссийских студенческих олимпиад 2014/2015 учебного года, проведённых на базе Омского государственного технического университета. Подробно описана олимпиада «Авиационные двигатели и энергетические установки» - задания, технологии, инструменты проведения, результаты.

### **Aircraft engines and power plants - 2015:Knyazeva M.S, Shamets S.P.**

The article in question on the 3rd stage of All-Russian student competitions 2014/2015 school year conducted on the basis of the Omsk State Technical University. Described in detail Olympiad "Aircraft engines and power plants" - jobs, technology, tools for the results.

Омский государственный технический университет (ОмГТУ) в 2014/2015 учебном году продолжил традицию проведения студенческих олимпиад, рассматривая их как один из индикаторов эффективности научно-образовательного процесса. Все «статусные» (всероссийские (ВСО) и региональные) олимпиады в ОмГТУ проводятся в соответствии с ежегодно утверждаемыми планами, основанными, в т.ч. и на приказах Министерства образования и науки РФ [1].

В отчётном учебном году на базе университета 3-й этап ВСО проведён по четырём олимпиадам (см. табл.1).

№ п/п	Наименование ВСО	Дата проведения	Сокращённое наименование
1	Авиационные двигатели и энергетические установки	25-27 ноября 2014 г.	АДиЭУ
2	Геометрическое моделирование	21-22 апреля 2015 г.	ГМ
3	Инженерный анализ	23-24 апреля 2015 г.	ИА
4	Техносферная безопасность	23-24 апреля 2015 г.	ТБ
5	<i>Технологическая подготовка производства</i>	<i>25 апреля 2015 г.</i>	<i>ТПП</i>

Таблица 1. ВСО 2014/15 учебного года в ОмГТУ.

Кроме перечисленных, была ещё одна - пятая олимпиада - «Технологическая подготовка производства» (в таблице отмечена курсивом), не включённая в приказы Минобрнауки России, но проведённая с международным участием в сетевом взаимодействии с другими ВУЗами.

Далее подробнее остановимся на первой олимпиаде.

Авиационные двигатели и энергетические установки

Эта олимпиада проводится с 1968 года ежегодно поочерёдно в вузах-участниках, осуществляющих подготовку специалистов в области авиационных двигателей и энергетического машиностроения. В 2014 году местом проведения олимпиады стал ОмГТУ (Рис. 1.):



Рис. 1. Приветствие участникам олимпиады 2014 года.

Основным регламентирующим документом является Положение о проведении олимпиады, утверждаемое учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области авиации, ракетостроения и космоса. В приложении к Положению приводятся список согласованных тем, критерии оценок и технология проведения олимпиады, выработанные участниками за долгие годы.

Специфичным является жюри олимпиады – каждый член жюри проверяет в работе конкурсантов только один вопрос, закреплённый за ним решением жюри. В связи с этим численный состав, а следовательно, и число сопровождающих от каждого ВУЗа, соизмеримы с численностью студентов-участников олимпиады.

Задание олимпиады включает 4 вопроса или задачи по следующим дисциплинам: теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок (АД и ЭУ), теория и расчет лопаточных машин, основы конструирования АД и ЭУ, технология производства АД и ЭУ.

Задание формируется перед открытием олимпиады из базы вопросов, подготовленных заранее представителями вузов-участников.

Конкурсанты за отведённое регламентом олимпиады время в письменном виде отвечают на поставленные вопросы.

После сдачи выполненных заданий они в зашифрованном виде поступают в жюри.

Каждый ответ оценивается по 10-бальной шкале. Члены жюри руководствовались при проверке работ критериями, приведенными в Положении. Итоговая оценка ответа на вопрос в каждой работе определялась как среднее арифметическое оценок членов жюри, проверявших этот вопрос. При расхождении оценок, выставленных за один ответ разными членами жюри, более 2 баллов, предусмотрена повторная проверка работы.

Конкурсное задание в целом оценивалось по сумме баллов, выставленных за все вопросы задания.

По итогам оценивания жюри победителями и призёрами олимпиады в 2014 году стали студенты Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет) и Уфимского государственного авиационного технического университета.

Для участников олимпиады, кроме традиционных посещений ресурсных центров ОмГТУ, была организована продолжительная экскурсия на базовую кафедру университета, расположенную в филиале «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова» (Рис. 2.).



Рис.2. Экскурсия на базовую кафедру ОмГТУ в филиале «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова»

Отчёт по олимпиаде АДиЭУ размещён на сайте ОмГТУ [2] и социальной сети «В Контакте» <https://vk.com/club70626780>. Там же выложена информация по другим ВСО, проведённым в ОмГТУ в 2014/2015 учебном году.

Общая информация об участниках ВСО в 2014/2015 учебном году в ОмГТУ представлена на Рис.3:

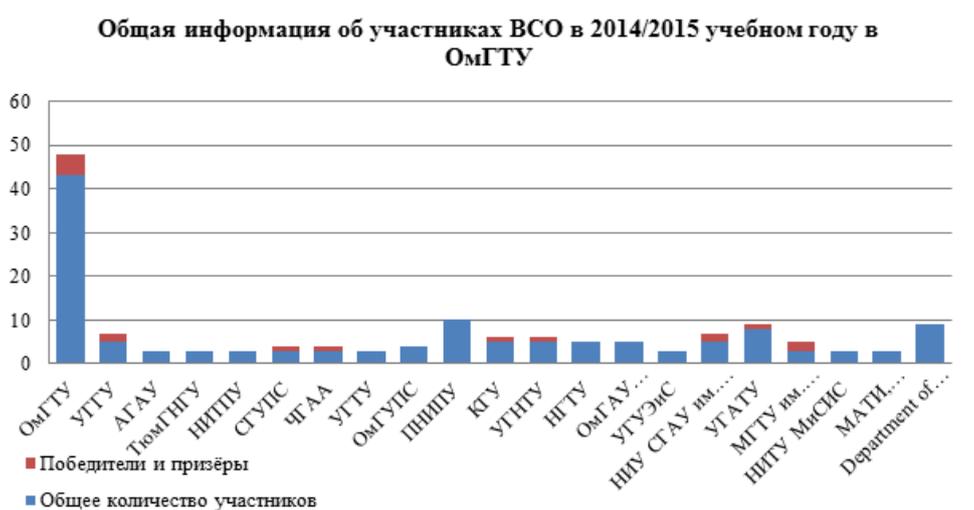


Рис. 3. Информация об участниках ВСО 2014/2015 учебного года на базе ОмГТУ.

ОмГТУ направил в Минобрнауки России заявки на проведение на своей базе 3-го этапа ВСО в 2015/2016 учебном году и ждёт приезда студенческих команд, как из прежних ВУЗов, так и новых участников.

#### Литературы:

1. Официальный сайт Всероссийской студенческой олимпиады - <http://vso-mon.ru/>
2. Официальный сайт Центра информационных технологий ОмГТУ - <http://cit.omgtu.ru/>

### ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Коковин В.А., Евсиков А.А., Увайсов С.У.  
Филиал «Протвино» университета «Дубна», г. Протвино

Рассмотрены особенности проведения лабораторных практикумов по инженерным дисциплинам. Показано сочетание виртуального и реального эксперимента, при котором компьютерная модель

изучаемого процесса несет вспомогательную функцию подготовки студентов к действию с реальным объектом.

**Features organization of laboratory works on engineering disciplines. Kokovin V.A, Evsikov A.A.**

The features of the laboratory practical engineering disciplines. Displaying a combination of virtual and real experiments, in which a computer model of the process under study carries the auxiliary function of preparation of students to the action of a real object.

Современное развитие экономики Московского региона требует подготовки квалифицированных инженерных кадров, способных решать сложные производственные задачи. Министерство инвестиций и инноваций Московской области в конце 2014 года провело исследование, в котором приняли участие около 100 подмосковных научно-промышленных предприятий, и выяснило, что в 2015-2018 годах потребность промышленных предприятий региона в высококвалифицированных кадрах превысит 23 000 человек [1]. Среди работников с высшим профессиональным образованием наиболее востребованными будут инженеры-технологи, инженеры-конструкторы, а также инженеры-программисты. Выпускающие кафедры филиала «Протвино» Международного университета природы, общества и человека «Дубна» ведут подготовку специалистов именно в этих востребованных направлениях.

К основным формам обучения специалистов высшей школы можно отнести следующие: очная, очно-заочная и дистанционная. У каждой из этих форм есть свои достоинства. До недавнего времени, как правило, использовались только первые две. Развитие компьютерных технологий, быстрых телекоммуникационных сетей дали возможности осуществлять дистанционную форму обучения.

В любой форме обучения наряду с проведением лекционных курсов студенты выполняют лабораторные работы. Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся. Основной целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, закономерностей, закрепление лекционного материала. Кроме того, во время проведения лабораторного практикума формируются практические умения и навыки работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой. Студенты самостоятельно выполняют технологические операции, создают программно-аппаратные комплексы и исследуют их параметры.

Развитие дистанционной формы обучения породило новые виды учебно-методического обеспечения образовательного процесса: это упорядоченный и систематизированный лекционный материал, как в электронном гипертекстовом виде, так и в виде электронных мультимедийных курсов и интерактивных обучающих программ, компьютерные тренажеры и модели лабораторного практикума, индивидуальные контрольные задания и тесты [2]. Эти новации позволили "доверить" определенную часть учебного процесса компьютеру, что является основным условием применения технологий дистанционного обучения.

Бурное развитие компьютерных технологий не обошло и очную форму обучения. Добавились, кроме выше перечисленных видов учебно-методического обеспечения, такие эффективные формы, как презентации, вебинары и т.д. Это определило особенности проведения лабораторных работ на очной форме обучения. Но если при дистанционной форме это необходимость, то необоснованный перенос лабораторных практикумов на компьютер не только не улучшает усвоение учебного материала при очной форме обучения, но и не позволяют получить непосредственный контакт с реальным объектом исследования (например, электропривод, электронная схема). Работа студентов инженерных специальностей с «виртуальными приборами», в «виртуальном пространстве» замедляет получение практических навыков по освоению технологий, приборов, так как невозможно отобразить на образе «виртуального» объекта (работа выполняется с моделями) все свойства и характеристики реального.

К сожалению, тенденции "виртуализации" лабораторных практикумов только усиливаются. Ученые, которые занимаются проблемами «виртуальных» лабораторий, рекомендуют сочетать виртуальный и реальный эксперимент, при котором компьютерная модель изучаемого процесса несет вспомогательную функцию подготовки студентов к действию с реальным объектом [3].

На кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств» филиала «Протвино» университета «Дубна» методика проведения лабораторных работ сочетает виртуальную и реальную составляющие проводимых экспериментов. Например, для проведения лабораторных работ по цифровой электронике приобретены наборы на программируемых логических интегральных схемах, которые включают как аппаратную часть, так и программную [4]. С помощью пакета Quartus II студенты выполняют моделирование и верификацию проектов, а затем с помощью набора современных измерительных приборов (генераторов, мультиметров, осциллографов и блоков питания) проверяют работу цифровой схемы. Для проведения лабораторных работ по таким разделам как электропривод, пневмопривод, автоматизация технологических процессов создано большое количество стендов и

лабораторного оборудования [5]. Рассмотрим в качестве примера учебно-исследовательский стенд (рис. 1) для изучения и исследования систем позиционирования.

Стенд представляет собой двухкоординатное устройство позиционирования, предназначенный для отработки учебных программ управления верхнего уровня под операционной системой Linux (управляющие программы создаются на языке C), либо под Windows (с управлением от Soft\_CNC - Mach3). На стенде можно разрабатывать и проверять алгоритмы управления шаговыми электроприводами в различных режимах (полушаговый, микрошаговый и т.д.) с разомкнутой и замкнутой обратной связью. В стенде применены высокоточные ШД FL42STH с углом отклонения 1.8 градуса на один шаг. В качестве перемещаемого инструмента используется графический маркер, позволяющий рисовать контуры обрабатываемой детали. При необходимости маркер можно заменить шпиндельным устройством, при этом добавляется ещё одна ось управления.

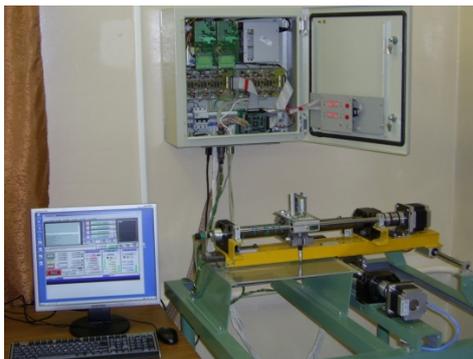


Рис.1 Учебно-исследовательский стенд

Данный стенд используется при изучении студентами таких дисциплин как «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении», «Программное обеспечение систем управления». Поскольку в составе стенда нет реальной ЧПУ системы (ЧПУ реализуется программно), то для закрепления знаний по этим дисциплинам студенты проводят дополнительные занятия в учебном классе на заводе ОАО "РАТЕП" на станочном оборудовании. Таким образом происходит совмещение виртуальной составляющей лабораторного практикума и реальной работы на станках.

#### Литература

1. <http://mii.mosreg.ru/multimedia/novosti/novosti/28-01-2015-16-41-15-nauchno-promyshlennym-predpriyatiyam-v-moskovskoy-/>
2. Вымятин В.М. и др. Автоматизация учебного процесса в системе дистанционного образования средствами "Lotus Notes". [http://www.e-joe.ru/sod/99/1\\_99/st148.html](http://www.e-joe.ru/sod/99/1_99/st148.html)
3. Гавронская Ю.Ю., Алексеев В.В. Виртуальные лабораторные работы в интерактивном обучении физической химии// Известия РГПУ им. А.И. Герцена, №168, 2014г. С. 79-84
4. [http://uni-protvino.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=298&Itemid=129](http://uni-protvino.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=298&Itemid=129)
5. [http://uni-protvino.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=303&Itemid=134](http://uni-protvino.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=303&Itemid=134)

### СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Косякин Ю.В.  
Москва, МГИУ

Рассмотрены модели систем дистанционного образования. На примере ЭСДО МГИУ рассмотрена одна из наиболее эффективных существующих моделей систем дистанционного образования.

#### **Structural-functional model of distance education system. Kosyakin Yu.V.**

The models of distance education systems. For example, ESDE MSIU considered one of the most effective existing models of distance education systems.

Появление новых и разнообразных моделей дистанционного образования обуславливается динамическим развитием и применением информационных технологий во всех сферах нашей жизни.

В специализированной литературе модели ДО классифицируются различными авторами по разным критериям.

Особый интерес представляет классификация Дж. Тейлора, который на 20-ой Всемирной конференции по открытому и дистанционному обучению (Дюссельдорф, Германия) представляет модели ДО в зависимости от используемых средств принятия и передачи информации.

Представленные модели упорядочены в следующей последовательности[1]: корреспондентская модель; мультимедийная модель; модель телеобучения; модель Интернет-обучения; интеллектуальная модель обучения.

В монографии русских авторов Т. П. Воронина, В. П. Кашицина и О. П. Молчанова, классификация моделей ДО имеет следующую структуру[2]: традиционное заочное обучение; открытое образование; телеобразование; виртуальные учебные залы и виртуальные университеты.

Расположенные таким образом, представленные модели выражают поэтапное развитие ДО и можно, по мнению авторов, использовать как основу за анализ, обобщения или выработки новых типов моделей обучения.

Русские авторы А. Андреев и В. Солдаткин представляют классификацию моделей ДО, в зависимости от вида учебного материала и технических средств его передачи: модель «кейс»-технологий; модель корреспондентского обучения; радиотелевизионная модель обучения; модель Web-базируемого обучения; модель с использованием мобильного персонального переносного компьютера.

Как любой вид обучения, модели ДО обладают общими чертами: представление содержания, взаимодействие с руководством, ресурсы, практическое заявление о записи, оценивание. Каждая модель использует технологии разным образом, чтобы сделать доступными один или больше из этих компонентов. Специфической характеристикой моделей ДО является различный вид осуществляемого контроля над обучаемыми, как во времени, также и в конце обучения.

Любая из описанных моделей дистанционного обучения состоит из подсистем, взаимодействующих друг с другом (рис.1).

Электронная Система Дистанционного Обучения (ЭСДО) Московского государственного индустриального университета (ФГБУ ВПО "МГИУ") в 2011 г. получила Почетный диплом на 8-й международной конференции по дистанционному обучению за 1-е место в номинации «За лучшее решение e-learning вузах и учебных центрах».



Рисунок 1 - Подсистемы дистанционного обучения.

ЭСДО содержит все ключевые функции, необходимые для проведения учебного процесса посредством сети Интернет: от авторизации студента до окончательной оценки работы студента по каждой изучаемой дисциплине. ЭСДО предоставляет возможность общения студента с преподавателем в любое удобное для него время. Все контрольные тесты и задания выполняются студентами удаленно.

Основными перспективными направлениями развития Системы дистанционного обучения МГИУ являются:

- расширение номенклатуры специальностей, реализуемых с использованием СДО;
- расширение географии распространения СДО МГИУ;
- постоянное совершенствование учебно-методических материалов СДО;
- создание лабораторий удаленного доступа (совместно с другими вузами) для студентов, обучающихся по инженерным специальностям.

В реализации образовательных программ с использованием дистанционных технологий МГИУ использует практически все потенциальные возможности электронного обучения, в том числе мультимедийные варианты учебного материала. Преподаватели МГИУ, работающие в СДО, активно участвуют в подготовке электронных учебных пособий.

Рассмотрим структурно-функциональную модель ДО МГИУ более подробно.

*Техническое обеспечение СДО.* Техническое обеспечение системы ДО строится на двух компонентах: информационно-вычислительный компонент; связь (средства телекоммуникации). (Рис.2)

Информационно-вычислительный компонент включает в себя следующие элементы: сервер, на котором размещаются ресурсы ДО (учебные курсы); персональные компьютеры педагогов, обучающихся и входящие в состав ЛВС учебных классов; оборудование для проведения видеоконференций.

Связь осуществляется за счет следующих компонентов; глобальная сеть Интернет; сети связи образовательных учреждений; городские телекоммуникационные сети, обеспечивающие возможности выхода в Интернет.

*Программное обеспечение системы ДО.* Программное обеспечение системы ДО состоит из трех компонентов: общее, общесистемное и специальное ПО.

Общее ПО – операционные системы серверов и ПК. Используемые операционные системы должны позволять совместную работу обучающихся и обучающихся в системе ДО.

Общесистемное ПО – офисные программы, используемые всеми участниками системы ДО в процессе обучения (Microsoft Office или его аналоги), антивирусные программы, программы для обеспечения работы в Интернет (браузеры), программы, предоставляющие возможности работы с электронной почтой, программы для учета параметров обучения (прохождение тем, результаты тестирования и пр.) и т.д.

Специальное ПО – программы, разработанные для конкретных категорий обучающихся – в зависимости от образовательных запросов, возрастной группы и пр.

*Информационное обеспечение системы ДО.* Информационное обеспечение системы ДО состоит из следующих компонентов: базы данных учебных курсов; базы данных по образовательным ресурсам Интернет; базы данных учета по отдельным параметрам организации деятельности системы (обучающиеся, педагоги, организационные аспекты учебного процесса, промежуточная и итоговая аттестация, результаты обучения и пр).

Учащемуся предоставляется возможность в свободном режиме (с любого рабочего места, оборудованного доступом в Интернет, в том числе из дома) проходить учебный материал. По результатам выполнения заданий учащемуся выставляется оценка (автоматически или вручную преподавателем в зависимости от настроек задания). Оценки учащихся помещаются в журнал успеваемости.

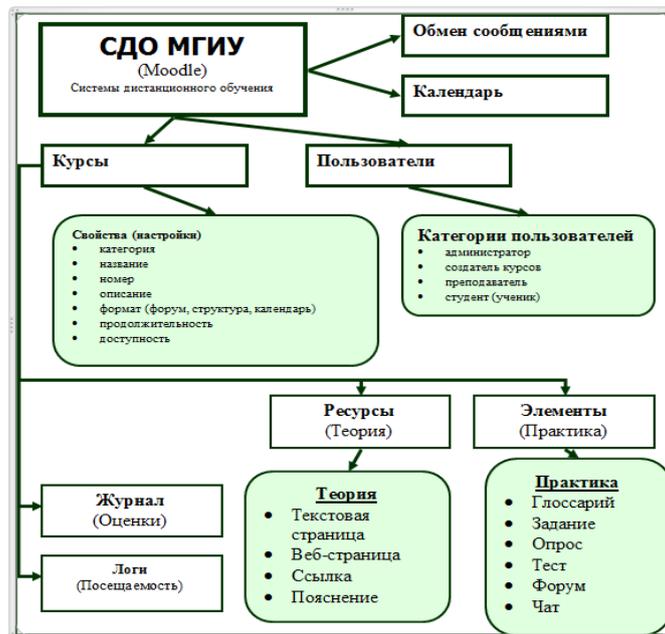


Рис.2

#### Литература:

1. Недкова А.С. Виды моделей дистанционного обучения //ФЭН-Наука.-№ 11(26)/2013
2. Воронина Т.П. Образование в эпоху новых информационных технологий / Т.П. Воронина, В.П. Кашицин, О.П. Молчанова – М., 2006. – 206 с.

## **СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК СУБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ**

Косякин Ю.В.  
Москва, МГИУ

Рассматривается система дистанционного образования как субъект управления в рамках управления качеством в системе дистанционного образования.

### **The system of distance education as a subject of management. Kosyakin Yu.V.**

The system of distance education as an subject of management in the framework of quality management in the system of distance education.

Система дистанционного обучения (СДО) как информационная система в большей степени предназначена для планирования, проведения и управления всеми учебными составляющими в организации учебного процесса для различных форм обучения (очной и дистанционной).

Существующая система дистанционного обучения должна обеспечивать:

- централизованное автоматизированное управление обучением;
- быстрое и эффективное размещение и предоставление учебного контента обучаемым;
- единую платформу для решения основных задач в рамках планирования, проведения и управления всеми учебными мероприятиями в организации;
- поддержку современных стандартов в сфере технологий дистанционного обучения;
- персонализацию учебного контента и возможность его многократного использования;
- широкий диапазон средств организации взаимодействия между всеми участниками учебного процесса.

Современные электронные технологии образования позволяют:

- создавать и управлять контентом занятий;
- создавать целевые группы и распространять по ним учебную информацию;
- проводить онлайн тесты, собирать и обрабатывать их результаты;
- организовать коллективную работу обучающихся над заданиями.

Использование компьютерных технологий, интегрированных в электронное образование, позволяет создать единое рабочее пространство, которое является доступным для всех желающих участников в процессе обучения: преподавателей, студентов, администрации.

В рамках блока управления обучением системы дистанционного обучения предоставляют следующие основные функциональные возможности:

- управление компетенциями;
- автоматизированное создание учебных программ;
- настройка профилей пользователей;
- управление доступом к дистанционным курсам и тестам;
- журнализация пользователей в работе с системой;
- обеспечение технической и методической поддержки пользователей;
- создание статистических отчетов;
- сводный анализ процесса обучения.

Каноническая дидактическая система, в которой протекает традиционный образовательный процесс, как известно, состоит из семи элементов: цели обучения; обучаемые; содержание обучения; преподаватели; средства обучения; дидактические процессы; организационные формы обучения.

Базовыми принципами, на основе которых создаются системы дистанционного образования, являются:

- доступность обучения;
- использование большого количества справочной информации в качестве дополнительной;
- использование новых форм представления и организации информации, обеспечивающих максимальную степень ее восприятия;
- достоверность сертификации знаний. [7]

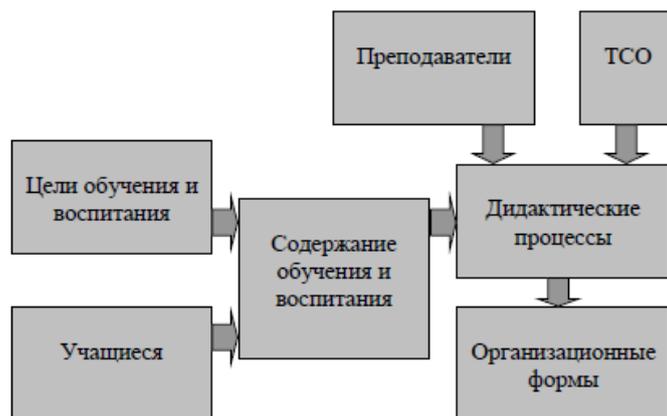


Рисунок 1. Основные элементы СДО

Структура информационно-образовательной среды для дистанционной формы обучения состоит из основных подсистем, изображенных на рисунке 1. Предлагаемая информационно-образовательная среда – взаимозависимый комплекс программных средств, который обеспечивает взаимодействие трех основных автоматизированных систем: системы управления учебным процессом, системы обучения и системы поддержки научных исследований.

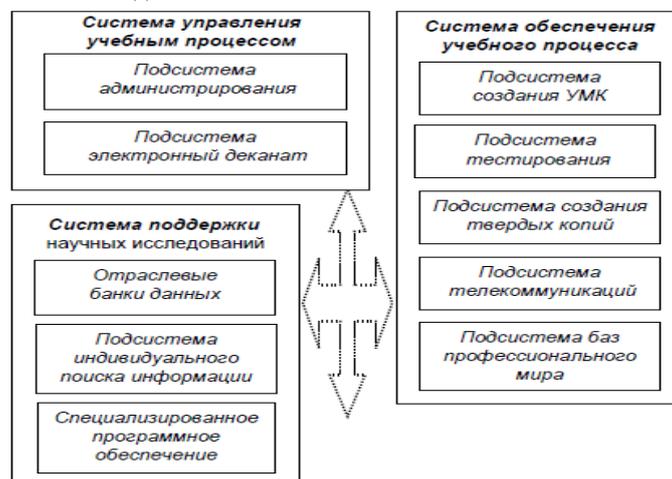


Рисунок 2. Структура информационно-образовательной среды ДО

Система управления учебным процессом состоит из подсистемы администрирования и подсистемы электронного деканата. Информационным содержанием базы данных подсистемы администрирования являются документы, которые регламентируют подготовку специалистов по направлениям и специальностям вуза: квалификационные характеристики, государственные образовательные стандарты, учебные планы.

К функциям подсистемы администрирования относятся:

- обеспечение взаимодействия между собой всех составляющих информационной системы вуза;
- формирование электронного банка данных по организации учебного процесса;
- размещение электронных учебных и учебно-методических материалов по дисциплинам на учебных web-серверах;
- аутентификация пользователей при доступе к базе данных ресурсов, а также при отправке выполненных заданий для избежания случаев некорректного поведения;
- шифрование и дешифрование результатов по всем видам заданий;
- автоматическое создание данных для ведения статистики о результате работы учащихся и их обновление в базах данных электронного деканата;
- создание архива рабочего состояния системы.

Подсистема «электронный деканат» состоит из компьютерных программных продуктов, позволяющих автоматизировать процесс планирования учебной деятельности учащихся и преподавателей и обеспечивать обмен этой документацией между структурными учебными подразделениями вуза.

Данная подсистема выполняет следующие функции:

- автоматизацию управления учебным процессом и документооборотом учебного заведения;
  - составление электронных реестр студентов по заданным критериям и автоматическую рассылку по спискам необходимой текущей информации от администрации и преподавателей;
  - оперативный сбор, анализ и выдачу информации по индивидуальной и групповой успеваемости учащихся и иных статистических данных;
  - рассылку сообщений-напоминаний о ближайших контрольных сроках сдачи отчетных материалов по учебному заданию, о дате, времени проведения и средствах ближайших виртуальных консультаций;
  - автоматизацию составления расписания занятий, мониторинг и контроль за наличием свободного аудиторного фонда в период учебного процесса;
  - контроль за состоянием хода оплаты за обучение и др.
- Система обеспечения учебного процесса состоит из:
- подсистемы создания учебных и методических материалов;
  - подсистемы тестирования и оценки знаний студентов;
  - подсистемы изготовления копий учебных и учебно-методических материалов;
  - подсистемы телекоммуникаций;
  - подсистемы баз данных профессионального мира.

Задачей информационной системы поддержки научных исследований является обеспечение всех участников образовательного процесса общей и узкоспециальной информацией через локальные и глобальные сети, а также создание условия для индивидуальной и коллективной работы над проектами, обеспечение автоматического планирования и отчетности. В ее состав входят отраслевые базы данных справочного характера, системы индивидуального поиска информации, система электронного документооборота и специализированное программное обеспечение.

#### **Литературы:**

1. Полат Е.С, Моисеева М.В., Петров А.Е. Педагогические технологии дистанционного обучения / Под ред. Е.С.Полат. — М., "Академия", 2012.
2. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 2-е издание, дополненное. – М: ИИО РАО, 2012.
3. Косякин Ю.В., Онанко Н.А., Хомяков С.М. Создание структуры информационных ресурсов для дистанционного образования. Машиностроение и инженерное образование. – М.: МГИУ, 2010, №4, стр.85-87.
4. Тавгенъ И. А. Дистанционное обучение: опыт, проблемы, перспективы. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://anubis.bsu.by/publications/elresources/AppliedMathematics/tavgen.pdf>.
5. Особенности дистанционного обучения в системе образования [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.moluch.ru/conf/ped/archive/103/5613/>.

### **СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА**

Кошевенко С.В., Сильченкова С.В.

*Смоленск, ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет»*

В данной статье говорится о необходимости автоматизации деятельности образовательного менеджера. Предлагается к рассмотрению разработанная авторами структура информационной системы образовательного менеджера образовательной организации.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного Российским гуманитарным научным фондом научного проекта №15-16-67005. © Кошевенко С.В., 2015

#### **Structure of an educational manager information system. Koshevenko S., Silchenkova S.**

This article told about need of automation of activity of the educational manager. The structure of information system of the educational manager of the educational organization developed by authors is offered to discussion.

Переход к информационному обществу предполагает не только оснащённость компьютерной и коммуникационной техникой рабочих мест специалистов, учащихся, граждан, но и качественное изменение сознания людей, формирование новой картины мира, информационного мировоззрения. При этом важную роль играет процесс формирования ценностей, форм и правил поведения, связанных с информационным обменом, потреблением и переработкой, а также созданием новой информации. Однако в реальной действительности далеко не все работодатели заботятся о развитии своих работников, повышении уровня их профессиональной информационной культуры.

Особую сложность, как для общественного сектора экономики, так и частного, составляет переход от постиндустриальной экономики к информационной экономике, а затем и к экономике знаний. С «высоких трибун» и на страницах «модных изданий» говорится о значимости и необходимости развития высоких технологий, интеллектуально-информационного производства и невозможности осуществления этого без развития человеческих ресурсов. Эта потребность привела к тому, что стала выделяться новая отрасль науки – образовательный менеджмент.

Образовательный менеджмент – это междисциплинарный и многоаспектный феномен, представляющий собой теорию и практику инновационного управления развитием организации и ее персонала посредством активизации образовательных ресурсов [2, с. 28].

Образовательный менеджер – это профессионал-управленец, обладающий инновационным поведением и способный активировать интеллектуальный потенциал организации на основе менеджмента знаний [2, с. 335]. Он способен осуществлять научно-исследовательскую, педагогическую, проектную, управленческую, методическую и культурно-просветительскую деятельность не только в сфере образования, но и на предприятиях, в организациях.

К задачам образовательного менеджера можно отнести: развитие персонала, создание условий для его непрерывного образования, построение индивидуальных траекторий карьерного роста сотрудников, организацию корпоративного обучения, создание и мотивирование групп для работы в проектах, помощь руководителю в принятии решений кадрового менеджмента и другие. Всё это может качественно и эффективно осуществлять лишь специалист с высоким уровнем информационной культуры.

Информационная культура образовательного менеджера – это совокупность ценностей, знаний, умений в сфере информационного обмена, формируемого информационного мировоззрения, а также готовности и способности к самореализации в профессиональной деятельности образовательного менеджера и удовлетворению профессиональных информационных потребностей [1, с. 41].

На данном этапе развития ИКТ становится не просто неэффективно, а невозможно удовлетворять профессиональные информационные потребности без использования специализированного программного обеспечения.

Хочется отметить тот факт, что на данный момент не существует специализированного программного обеспечения для работы образовательных менеджеров в сфере образования. В связи с чем, предлагаем рассмотреть один из вариантов структуры информационной системы образовательного менеджера.

Информационная система образовательного менеджера – это система оперативной обработки информации, необходимой для принятия решений в области образовательного менеджмента (см. Рис.1).

Модуль «Штатное расписание сотрудников» должен содержать перечень структурных подразделений и должностей образовательной организации, информацию о количестве штатных единиц и должностных окладах, надбавках и вакантных должностях.

Модуль «Индивидуальные сведения о сотрудниках» должен содержать информацию, на основе которой заполняется Личная карточка работника Т-2: табельный номер сотрудника, его ИНН, номер страхового свидетельства государственного пенсионного страхования, первая буква фамилии сотрудника, характер и вид работы, пол; номер и дату трудового договора; общие сведения о сотруднике (ФИО, дата и место рождения, гражданство, уровень знания иностранных языков, сведения об образовании, профессии, стаже работы, семейном положении, составе семьи, данные паспорта, адрес проживания, контактный телефон); сведения о воинском учете; информация о трудовой деятельности; результаты аттестаций персонала в организации (дата аттестации, дата и номер протокола, решение и рекомендации аттестационной комиссии); данные о повышении квалификации и профессиональной переподготовке; данные о наградах, поощрениях (благодарность, премия, грамота); информация обо всех предоставляемых отпусках; дополнительные сведения (инвалидность, наличие водительского удостоверения, увлечения и пр.).

Модуль «Корпоративное обучение» может включать в себя календарно-тематический план проведения учебных мероприятий в организации с указанием сроков проведения и ответственных лиц, методические разработки по проведению семинаров, тренингов, лекций, круглых столов и т.п., журнал посещения данных мероприятий членами организации и др.

В модуле «Проекты» требуется разместить информацию с перечнем всех осуществляемых ранее, текущих и перспективных проектах, их сроках, возможных или полученных результатах, а так же о составах проектных групп. Необходимо рассмотреть возможность построения графика выполнения работ, загрузки и хранения текущих отчетов групп и иной информации.

Модули, построенные на основе внешней информации, могут содержать сведения о планируемых грантах, конкурсах, олимпиадах, курсах повышения квалификации и прочую информацию.

На основе запросов лица принимающего решение (ЛПР) – образовательного менеджера, ИС формирует отчеты в форме текстовых документов, в виде графиков, диаграмм, статистических таблиц.

Важным сервисом информационной системы является обмен письмами по электронной почте и загрузка файлов из Интернет.

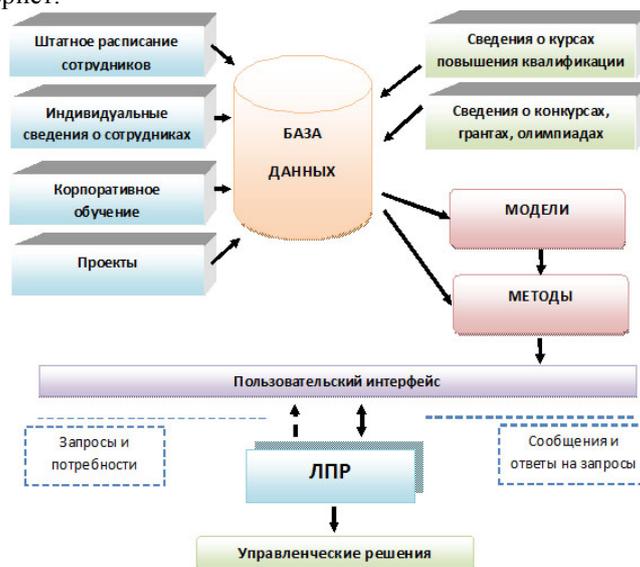


Рис. 1 – Структура информационной системы образовательного менеджера

Разработка подобной информационной системы будет способствовать наиболее оперативному и эффективному принятию решений специалиста в области образовательного менеджмента.

Не смотря на то, что сфера образования должна оперативно и гибко реагировать на вызовы изменяющейся действительности, недостаток средств, низкий уровень технической оснащённости вузов, ссузов и школ, отсутствие новейшего программного обеспечения и формальный подход к повышению квалификации преподавателей замедляют процесс перехода к знаниевой экономике. Развитие образовательного менеджмента, создание оптимальных условий для функционирования образовательных менеджеров в образовательных организациях, на наш взгляд, будет способствовать повышению информационно-интеллектуального потенциала страны.

### Литература

1. Кошевенко С.В. Структурно-содержательные и уровневые характеристики информационной культуры образовательного менеджера // Высшее образование сегодня. 2015. № 7. С. 39–42.
2. Образовательный менеджмент: учебное пособие для магистратуры по направлению «Педагогика» / Е.В. Иванов, М.Н. Певзнер, П.А. Петряков, Г.А. Федотова, Р.М. Шерайзина, А.Г. Ширин / сост. и общ. ред. Е.В. Иванова, М.Н. Певзнера. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2010. – 412 с.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ОБЛАКАХ ИНТЕРНЕТ-ОБРАЗОВАНИЯ

Курганская Г.С.

*Иркутский государственный университет*

Рассмотрены механизмы взаимодействия программных агентов платформы ГЕКАДЕМ при распределении интеллектуальных ресурсов в облаках Интернет-образования. В основе подхода лежат модели теории игр, при этом для расчета выигрышей/платежей и их вероятностей используются Байесовские сети доверия

### **Distribution of intellectual resources in internet learning clouds. Kurganskaya G.**

The mechanisms of interactions between program agents' of HECADEM are considered to distribute intellectual resources of Internet Learning clouds. The approach is based on the models of game theory, and calculation of winnings/payoffs and their probabilities uses the Bayesian belief networks.

Облачные технологии стали уже общепринятым инструментом работы в Интернет. В основном, это относится к организации хранения информации пользователей, и соответственно, доступа к ней, а

также простых инструментов по ее обработке. На наш взгляд, наибольший – синергетический - эффект может дать интегрированное использование всех возможностей облачных технологий. Именно такой подход реализуется в интеллектуальной Интернет – платформе ГЕКАДЕМ, которая разрабатывается в иркутском государственном университете.

Архитектура Интернет – платформы представляет собой интегрированную мультиагентную систему, функционирующую в динамично меняющемся Интернет - облаке интеллектуальных ресурсов [1]. Как уже отмечалось, принципиально невозможно обеспечить общее централизованное управление ресурсами облака, поэтому возможным решением может быть самоорганизация как деятельности пользователей, так и функционирования компонентов облака интеллектуальных ресурсов. В основу реализации самоорганизующейся системы Интернет – обучения заложен мультиагентный подход. В данной статье будут рассмотрены принципы функционирования двух классов агентов платформы: владельцы ресурсов и пользователи ресурсов. Внутри классов агенты делятся по типам, и соответственно видам [1]. При этом поведение агентов будет определяться логикой, построенной на теории игр, где параметры стратегий игроков (агентов) динамически пересчитываются по сетям доверия в соответствии с байесовским подходом.

Очевидно, что в силу постоянной динамики облака мы не сможем построить сеть доверия «раз и навсегда», нам придется формировать ее всякий раз, когда агенту нужно будет принять решение. Как уже отмечалось [2], в этой ситуации мы будем следовать принципу «локальности», т.е. строиться будет фрагмент, сети доверия, а точнее, дерево, корнем которого будет объект, для которого формируется оценка. Максимальное количество уровней, по которым будут рассчитываться соответствующие параметры узлов, может быть глобальным параметром платформы, в пределах которого агенты могут выбирать радиус локального окружения.

Рассмотрим подробнее механизм формирования динамической сети доверия. Для этого сначала следует понять, какова структура облака интеллектуальных ресурсов, т.е. определить множество составляющих и отношений на них. Будем следовать KFS модели представления знаний [2], в которой базовым элементом является учебный блок

Блок может состоять из конечного множества других блоков, в этом случае он будет рассматриваться как кластер, в котором единственный выход и четко определены входы, если они есть. В дальнейшем мы будем рассматривать все интеллектуальные ресурсы, как такие кластеры знаний.

Таким образом, на множестве интеллектуальных ресурсов в соответствии с KFS моделью представления знаний [2] могут быть заданы два базовых отношения строгого частичного порядка:

- $part(x,y)$  – объект  $x$  входит в состав объекта  $y$
- $source(x,y)$  - знания из объекта  $x$  нужны при изучении объекта  $y$ .

Очевидно, что эти отношения определяют облако интеллектуальных ресурсов как неоднородную семантическую сеть, кластеров которую можно представить для каждого отношения отдельно в виде ориентированного графа.

Отношение  $source(x,y)$  - будет определяющим для агентов – пользователей ресурсов либо при построении траектории учебного процесса, в случае статического планирования, либо при выборе следующего кластера для изучения, в случае планирования с «колес». И в том и в другом случае алгоритм планирования по заданному графу отношения  $source(x,y)$  строит ярусно – параллельную форму (ЯПФ), предложенной Д.А.Поспеловым [3].

Но как обеспечить рациональное поведение агентов? Каким должен быть следующий шаг? Чтобы ответить на этот вопрос, автор использует байесовский подход и теорию игр. Агенты принимают решения на основе анализа текущей ситуации, но при этом работает правило локальности, т.е. для анализа доступен подграф соответствующего графа. При этом отношение  $part(x,y)$  будет служить основой для построения соответствующего фрагмента сети доверия для расчетов вероятностей условных выигрышей.

Рассмотрим взаимодействие представителей двух классов агентов, когда агенту-потребителю нужно получить ресурс. Конечно, реально у каждого игрока может быть много разных стратегий такой сделки, например:

Владелец

- продать по фиксированной цене
- продать, не дешевле чем  $min$ .
- продать подороже, но продать
- продать по любой цене
- .....

Потребитель

- купить самый дешевый, если предложений несколько
- купить подешевле, но надлежащего качества

- купить самое качественное, цена не важна
- купить, не дороже чем  $max$
- ...

Ситуация, очевидно, весьма неоднозначная и ее можно рассматривать в нескольких аспектах: Для простоты изложения мы не будем вдаваться в детали, хотя, конечно, именно там «кроется дьявол», а рассмотрим последовательно варианты ситуация, в которых агенты могут принимать решения, используя подходящие модели из теории игр.

Рассмотрим ситуацию с одним ресурсом и одним претендентом. Для каждого агента определены варианты действий, и известно, что каждый может получить потерять во всех возможных комбинациях их выбора. Интересы агентов противоположны: выигрыш одного является проигрышем другого. Это – классическая антагонистическая игра, или игра с нулевой суммой, которую можно представить в виде платежной матрицы размером  $m \times n$ , у которой каждая  $i$ -ая строка ( $i=1, 2, \dots, m$ ) отождествляется с  $i$ -ой стратегией первого игрока, а каждый  $j$ -ый столбец ( $j=1, 2, \dots, n$ ) отождествляется с  $j$ -ой стратегией второго игрока. Элементы матрицы носят смысл выигрыша первого игрока (или проигрыша второго).

Понятно, что гарантированный выигрыш игрока при выборе некоторой стратегии равен минимуму соответствующей строки  $\min_j a_{ij}$ , поэтому в результате он выберет вариант с наибольшим значением такого минимума

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}.$$

Величина  $\alpha$  называется нижней ценой игры – это то, что может себе гарантировать первый игрок. При максиминной стратегии.

Соответственно, второй игрок может себе гарантировать

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij}.$$

Величина  $\beta$  называется верхней ценой игры. Соответствующая стратегия второго игрока называется минимаксной.

Понятно, что в общем случае  $\alpha \leq \beta$ , но когда  $\alpha = \beta$  то мы имеем седловую точку игры, и такое решение является оптимальным для обоих игроков.

Случаи, когда имеется седловая точка, довольно редки на практике. В этом случае чаще встречаются ситуации, когда седловых точек нет, т.е. нижняя цена игры  $\alpha$  строго меньше верхней цены  $\beta$ .

Прежде отметим, что если мы обозначим через  $V$  действительную цену игры, то очевидно, что при правильных действиях игроков

$$\alpha \leq V \leq \beta$$

К такому компромиссу можно прийти, если такие сделки проводить многократно. И тогда надо менять стратегии агентов таким образом, разделить разность  $\beta - \alpha$  между двумя игроками, чтобы была максимально возможная выгода для каждого.

Процесс чередования стратегий называется *смешанной стратегией*. Каждый ход в смешанной стратегии – это выбор какой-то определенной стратегии  $A_i$  для игрока  $A$  и какой-то стратегии  $B_j$  для игрока  $B$ . Выбор стратегии – это случайный процесс, поэтому каждую выбранную стратегию на каждом шаге мы можем рассматривать как значение случайной величины вероятностью  $p_i$  для первого агента и, соответственно,  $q_j$  для второго. Вектора  $P (p_1, p_2, \dots, p_m)$ ,  $Q (q_1, q_2, \dots, q_n)$  представляют смешанную стратегию первого и второго агента соответственно, а пара  $(P, Q)$  называется ситуацией в смешанных стратегиях. В этом случае агенты выбирают стратегии  $A_i$  и  $B_j$  независимо друг от друга случайным образом. И тогда цена игры первого агента есть математическое ожидание

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} P_i q_j.$$

Ясно, что цель первого агента заключается в максимизации значения  $V$ , а цель второго агента заключается его минимизации. Решение можно получить решая двойственные задачи линейного программирования и доказано, что при отсутствии седловой точки эта задача имеет единственное решение.

Работа агентов по выше представленным моделям поведения опробована на макетных примерах, и получены приемлемые результаты. Понятно, что они далеко не исчерпывают все виды взаимодействий агентов платформы. Например, не рассматривали возможности формирования коалиций со своими интересами. В настоящее время ведутся исследования по привлечению более сложных моделей теории игр для решения таких задач, таких как арбитражная схема Нэша, вектор Шепли для

коалиций, построение попарных соответствий (мэтчинга) по Шепли. И это позволяет автору надеяться на полную реализацию платформы облачного Интернет – обучения ГЕКАДЕМ, работающей на принципах самообучения и самоорганизации.

#### **Литература**

1. Курганская Г. С. Архитектура мультиагентной системы интернет – обучения в облаках интеллектуальных ресурсов //Труды XIX Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». ». Часть III. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. – С. 205-210
2. Г.С.Курганская, Облачные технологии Интернет – образования на основе KFS модели представления знаний - Вестник Бурятского государственного университета, №9, Серия Математика и информатика – Улан-Удэ,2013 –стр.69-76
3. Поспелов Д.А. Введение в теорию вычислительных систем. - М.: Советское радио, 1972.- 280с.
4. Оуэн Г. Теория игр, М. Мир, 1971- 230с.
5. Курганская Г.С. Методы формирования оценок сложных систем по комплексному критерию в дистанционном образовании и их визуализация // Вычислительные технологии. – Том 5, №1. Новосибирск, 2000. – с.65-70.

### **ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВУЗА**

Белкин В.Ю., Колесников М.Н., Левицкий Б.Е.  
*Краснодар, ФГБОУ ВПО «КубГУ»*

Рассматриваются программные средства и технологии интеграции разнородных информационных систем на основе веб-сервисов и особенности их применения для создания единой информационно-образовательной среды вуза. Дано описание используемых методов реализации веб-сервисов, которые обеспечивают интеграцию на базе портала вуза основных информационных систем, решающих конкретные задачи автоматизации различных бизнес-процессов.

#### **The software tools and technologies of integration of university information systems. Belkin V., Kolesnikov M., Levitskiy B.**

The report examines the software and technology integration of heterogeneous information systems based on web services and features of their application for the development of a single information-educational environment of a university. There are the descriptions of the methods of realization of web services, which integrate key information systems that solve specific tasks of automation of various business processes, based on a university portal.

Появление большого числа информационных систем (ИС) в вузе, решающих конкретные задачи автоматизации различных бизнес-процессов, ставит задачи реализации обмена данными между ИС, интеграции таких данных и управления информационными потоками. Наиболее эффективным способом решения этих задач является создание программной системы, позволяющей связать на логическом уровне различные ИС и обеспечить обмен данными между ними (см. [1, 2]). Разработанный в Кубанском государственном университете программный комплекс «Информационный портал университета», реализованный на платформе Drupal, обеспечивает не только интеграцию всех ИС вуза, отвечающих за автоматизацию основных бизнес-процессов, но и управление информационными потоками между подсистемами личных кабинетов студентов, преподавателей и структурных подразделений. Разнородные системы обеспечивают корпоративный портал данными посредством специализированных функций (веб-сервисов), предоставляемых информационными системами посредством стандартных сетевых протоколов обмена данными, что позволяет настроить прозрачное взаимодействие систем без значительного изменения каждой из них.

Существует два стандартных подхода к созданию web-сервисов: простой протокол доступа к объектам (SOAP, см. <http://www.w3.org/TR/soap>) и метод взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети REST, основанный на стандартных http-запросах (см., например, <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/magazine/dd315413.aspx>). Первый подход предусматривает чёткое специфицирование всех предоставляемых удалённо функций на языке описания веб-сервисов и доступа к ним (WSDL), основанном на языке XML. Главным преимуществом этого подхода является полный контроль предоставляемых внешним агентам возможностей. Это позволяет автоматизировать поиск новых функций в информационной среде и включение их в процессы взаимодействия.

Второй подход реализует модель CRUD, основанную на четырех базовых функциях («создание, чтение, обновление, удаление»), используемых при работе с хранилищами данных. Передача информации осуществляется стандартного вида запросами, содержащими имя сервиса и, при необходимости, дополнительные параметры. Как правило, вызов запроса без параметров возвращает набор объектов с указанием их идентификационных данных. При передаче в качестве параметра ID объекта, сервис возвращает подробную информацию о нём и о связанных с ним информационных сущностях. В качестве основного способа представления информации предполагается использование XML. Однако это не является обязательным требованием REST. Разработчик информационной системы вправе выбрать иные форматы передачи данных. В процессе реализации web-портала достаточно удобным является использование текстового формата обмена данными JSON, основанном на JavaScript (см. <http://json.org/json-ru.html>). Данный формат не содержит лишней технической информации, что существенно для увеличения скорости обработки массивов данных и сокращения трафика, так как работа портала может подразумевать большую нагрузку на сервер и большое количество одновременных запросов.

В основе взаимодействия ИС КубГУ с пользователями лежит единая база пользователей, которые принадлежат одной из следующих групп, связанных с существующими в вузе ИС:

- обучающиеся (студенты, магистранты, аспиранты);
- научно-педагогические работники;
- структурные подразделения (организационные единицы)

Актуальные сведения об обучающихся содержатся в базе данных интегрированной информационно-аналитической системе «Управление учебным процессом» (ИИАС), о преподавателях, научных работниках и структурных подразделениях – в базе данных управления кадров. Каждый учащийся, каждый преподаватель и каждое структурное подразделение имеет свой уникальный, не меняющийся со временем номер. Для этих групп пользователей с установленной периодичностью на основе имеющихся данных, создаются учетные записи в службе каталогов Active Directory, при этом имена пользователей содержат стандартный префикс и идентификационный номер. Эти же имена используются в качестве значений соответствующих параметров при обращении к web-сервисам различных информационных систем. Служба Active Directory используется для аутентификации пользователей на портале по протоколу LDAP и для доступа к другим информационным сервисам КубГУ.

Выбор технологии реализации веб-сервисов, существенно зависит от ИС, для которой сервис разрабатывается. Для её решения применяется несколько подходов:

1. В случае разработанных своими силами приложений сервисы встраиваются как дополнительный функционал. Изменения в архитектуре приложения учитываются в подсистеме, обеспечивающей предоставление сервисов. Веб-сервисы реализованы как сервлеты, обращающиеся непосредственно к информационным объектам, отражающим сущности ИС. Для каждого такого объекта реализован интерфейс, сериализующий его в формат JSON. Сервлет отбирает объекты по заданным в GET-запросе параметрам и возвращает их в виде массива с дополнительными идентификационными параметрами. При этом расширение функциональности веб-сервисов ИС достигается добавлением новых полей в ответы сервлета и реализацией новых функций с предоставлением документации разработчикам портала, агрегирующего данные сведения. Особенностью данных сервисов является отсутствие необходимости дополнительной аутентификации. Такой подход используется для построения веб-сервисов к БИП (см. <http://infoneeds.kubsu.ru>).

2. Эффективная реализация методов веб-сервисов, необходимых для информационного портала КубГУ, на стороне отдельных серверов баз данных осуществляется с использованием языка PL/SQL. На основе сведений, хранящихся в базах данных соответствующих ИС, с использованием библиотеки PL/JSON формируются ответы веб-сервисов в формате JSON. Обработку URI вызовов методов веб-сервисов с заданными параметрами, вызовы хранимых процедур и передачу результатов их работы осуществляет приложение Oracle REST Data Services, устанавливаемое на J2EE-совместимый web-сервер. Это подход используется для построения веб-сервисов к ИИАС и ИС «НИЧ и ОИС».

3. Применение уже готовых сервисов, предлагаемых поставщиком ПО. Такой способ используется для построения веб-сервисов к СМДО (<http://moodle.kubsu.ru>).

4. В случае использования закрытого ПО, либо ПО с повышенными требованиями к безопасности реализован промежуточный слой, позволяющий организовать данные в удобной для доступа извне форме. Затем применяется один из перечисленных выше методов.

Для каждой категории пользователей создана система личных кабинетов, в которых аккумулируется вся объективная информация о пользователях, получаемая из различных ИС вуза. Данные об обучающихся берутся из ИИАС, которая регулярно пополняется данными ИС «Приемная кампания». К числу таких данных относятся факультет, направление подготовки, номер группы, учебный план, график учебного процесса, данные зачетной книжки, открытые данные о преподавателях,

ведущих учебных курсы, рабочие программы, данные о задолженностях студента. В личных кабинетах обучающихся приводятся ссылки на новости студенческой жизни, размещаемые на портале вуза; информация деканатов и кафедр, направляемая напрямую в личные кабинеты студентов из личных кабинетов соответствующих деканатов и выпускающих кафедр; данные о расписании занятий на текущий месяц (если расписание представлено в специальной электронной форме), ссылки на учебные курсы, реализуемые с использованием Системы Модульного Динамического Обучения (СМДО). Данные об участии студентов в научной работе берутся из ИС «НИЧ и ОИС» (база данных научно-исследовательской части и отдела интеллектуальной собственности), а также ИС «База информационных потребностей» (БИП).

Сформулированные в [2] требования к системе веб-сервисов обеспечивают:

- независимость вызова функций от внутренней структуры вызываемой ИС;
- единый формат вызова функций, основанный на использовании общих принципов построения имён функций веб-сервисов и передаваемых переменных;
- возможность рефакторинга существующих и интеграции новых сервисов без потери работоспособности отдельных компонентов интегрированной ИС вуза;
- возможность сопоставления и связывания одинаковых сущностей из различных ИС и контроль целостности данных;
- возможность кеширования данных, позволяющая снизить нагрузку на отдельные системы в рамках портала.

#### **Литература**

1. А.З. Бабинский, А.А. Букатов, В.А. Шапиро, О.В. Шаройко. Определение базовых сервисов, разработка методики наполнения и методов реализации образовательных порталов.- Сб .науч.ст.-М.: Просвещение, 2003.- с. 329-364.
2. В.Ю. Белкин, М.Н. Колесников, Б.Е. Левицкий, В.А. Свиткин. Интеграция информационных систем вуза на основе веб-сервисов. Телематика'2014, Труды XXI Всероссийской научно-методической конференции, НИУ ИТМО, Санкт-Петербург, 2014. с. 125-127. ISBN: 978-5-7577-0472-2.

### **ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ИНДУСТРИИ МОДЫ**

Лисова Е.А.

*Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса*

В статье рассматриваются проблемы подготовки дизайнеров, конструкторов, технологов по производству модной продукции. Представлен алгоритм компетентностно-ориентированной подготовки специалистов на основе «голоса потребителей», который позволит сформировать единое понимание компетентности специалиста с позиции учебного заведения и работодателя.

#### **Training for the fashion industry. Lisova E. A.**

The article deals with the problems of training designers, constructors, technologists in the production of fashion products.

The algorithm of the competence-oriented training of professionals based on the voice of the customer, which will help to form a unified (common) understanding of the competence of the professional from the position of the institution and employer is presented.

Качество продукции и оказываемых услуг в значительной степени зависит от подготовки специалистов для организации. Оно определяется их квалификацией и приобретенными навыками.

Одной из проблем в индустрии моды, является дефицит профессионально обученных специалистов, соответствующих нынешним требованиям инновационного производства.

В российской индустрии моды не хватает профессионально обученных специалистов, способных профессионально организовывать производство и управлять им, а также профессионалов, которые непосредственно были бы заняты производством модной продукции (дизайнеров, технологов). Сложно найти специалистов, способных профессионально организовать выставки, показы, недели мод.

Велика потребность и в кадрах для сферы торговли модной одежды - консультантах, байерах. Они занимаются формированием ассортимента продукции для конкретного типа потребителя, их работа носит творческий характер и требует от них широкого спектра умений, технических навыков в дизайне и контроле качества, умений ориентироваться в актуальных ситуациях.

Сегодня, большое количество кадров модной индустрии – это любители, которые повышают свой социальный статус. Все они хотят быть дизайнерами, управленцами, но не обладают набором профессиональных квалификаций, умений, знаний и навыков.

Поволжский государственный университет сервиса занимается подготовкой кадров для индустрии моды на основании федеральных государственных образовательных стандартов. Для подготовки востребованного в отрасли специалиста, разработан алгоритм компетентностно-ориентированной подготовки специалистов на основе «голоса потребителей» (рисунок 1).

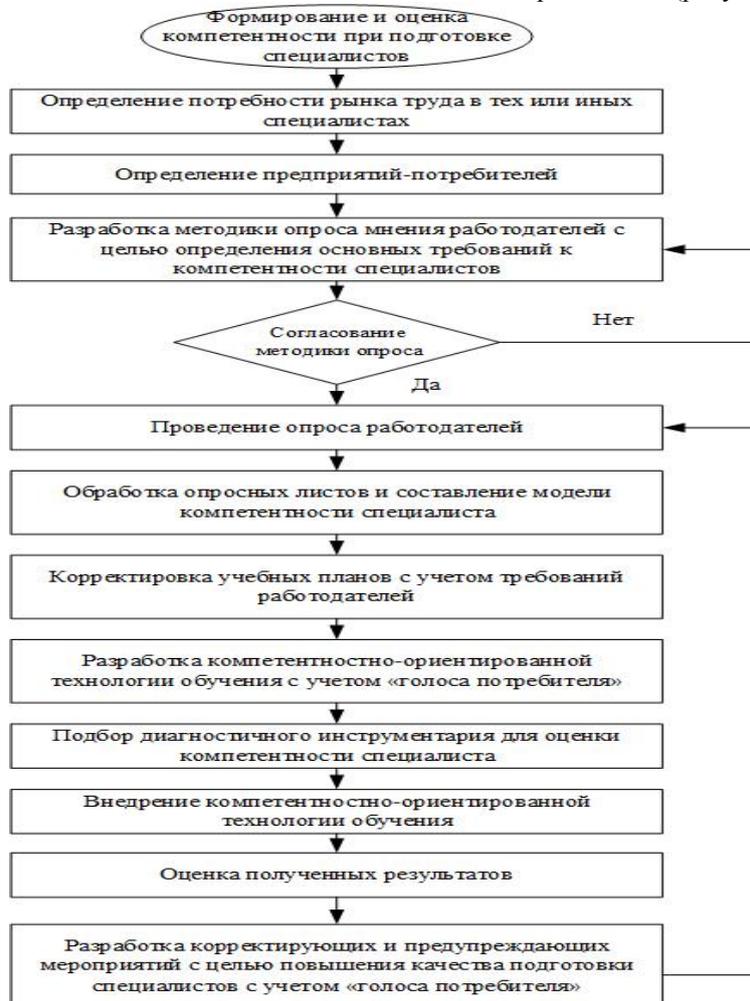


Рисунок 1- Алгоритм разработки, компетентностно-ориентированной подготовки специалистов на основе «голоса потребителя»

Модель выпускника разрабатывается с предприятиями-работодателями и образует базу основной профессиональной образовательной программы, содержание которой обуславливает подготовку востребованных специалистов по направлению «Сервис» (профиль «Сервис в индустрии моды и красоты»).

Задача специалиста – профессионально реализовывать полный жизненный цикл услуги от проекта до последующей его реализации. Это уникальные специалисты, занимающиеся разработкой коллекций одежды, работой с новыми материалами на современном оборудовании, а в тоже время, предпринимательской и управленческой деятельностью с учетом особенностей позиционирования и продвижения товаров и услуг на рынок моды.

Итак, индустрия моды, как сфера услуг - это неуклонно растущая и изменяющаяся сфера экономики. Она создает условия для постоянной конкуренции, при которой организации должны стремиться к более полному удовлетворению запросов потребителей. Отсюда вытекает необходимость в новых подходах к подготовке кадров, и способностью гибкого реагирования на изменяющиеся потребности предприятий работодателей и отдельных людей.

Таким образом, компетентностно-ориентированная подготовка специалистов на основе «голоса потребителя» позволит сформировать единое понимание компетентности специалиста с позиции учебного заведения и работодателя, а следовательно, разработать и внедрить технологии обучения,

гарантирующие требуемый уровень качества подготовки специалистов. Такой подход позволит повысить востребованность выпускников, что в конечном счете повлияет на повышение кадрового потенциала территории, региона.

#### **Литература**

1. Джексон, Т. Индустрия моды [Текст] / Т. Джексон, Д. Шоу // Пер. с англ. О. Теплых. – М. : Баланс Бизнес Букс, 2011. - 400 с.
2. Лисова, Е. А. Анализ тенденций развития российской индустрии моды [Текст] / Н. А. Крюкова, Е. А. Лисова // ВЕСТНИК Поволжского государственного университета сервиса. Серия Экономика. - 2015. - №1 (39). - С. 171-179.

### **К ВОПРОСУ О РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Романенкова Д.Ф.  
Челябинск, ЧелГУ

В статье рассматриваются вопросы реализации образовательных программ среднего профессионального и высшего образования с использованием дистанционных образовательных технологий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Проанализирован уровень использования этих образовательных технологий в Российской Федерации. На основе данных мониторинга определены основные проблемы и необходимые мероприятия, направленные на обеспечение доступности профессионального образования данной категории обучающихся.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по проектам №3188, №3308.

#### **To the question of implementation basic professional educational programs using distance educational technologies for people with disabilities and limited health abilities. Romanenkova D.**

The article considers the question about implementation of educational programs of secondary professional and higher education using distance educational technologies for people with disabilities and limited health abilities. The level of usage those technologies in Russia is analyzed. The main problems and the necessary measures to ensure the accessibility of professional education for students in this category are identified on the basis of monitoring data.

Использование дистанционных образовательных технологий и электронного обучения при реализации различных образовательных программ закреплено Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации». При реализации образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в образовательных организациях необходимо создание условий для функционирования электронной информационно-образовательной среды.

Челябинский государственный университет по поручению Министерства образования и науки РФ в течении двух лет проводит мониторинг наличия условий для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях профессионального образования, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий. Согласно данным мониторинга, образовательные программы среднего профессионального образования с использованием дистанционных образовательных технологий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются в 12% от всех образовательных организаций, обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями. Для вузов этот показатель существенно выше: 40% образовательных организаций высшего образования применяют дистанционные образовательные технологии при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Доля обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в образовательном процессе которых по программам высшего образования используются дистанционные образовательные технологии, составляет 18%, по программам среднего профессионального образования – 15% от всех обучающихся данной категории. Однако этот показатель очень условный, так как он не отражает уровень использования дистанционных образовательных технологий, который может колебаться от полностью (исключительно) дистанционного обучения, осуществляемого «не выходя из дома», до использования дистанционных технологий на отдельных дисциплинах в процессе самостоятельной внеаудиторной работы. Данная доля очень различается в субъектах РФ. Лидерами по использованию дистанционных образовательных технологий в среднем профессиональном образовании

являются Оренбургская область, Рязанская область, Ивановская область.

Однако доля образовательных организаций, которые используют в обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья дистанционные образовательные технологии, не коррелирует с количеством таких обучающихся. Очевидно, в ряде образовательных организаций в принципе хорошо внедрены в образовательный процесс дистанционные образовательные технологии, но их использование для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пока недостаточно развито.

С использованием дистанционных образовательных технологий реализуется 53% программ бакалавриата и 34% программ среднего профессионального образования, по которым обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья. Наибольшее количество обучается по следующим программам бакалавриата: Экономика, Менеджмент, Социальная работа, Информатика и вычислительная техника, Юриспруденция, а также программам среднего профессионального образования: Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям), Программирование в компьютерных системах, Прикладная информатика (по отраслям), Право и организация социального обеспечения.

В качестве требований к организации образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с использованием дистанционных образовательных технологий мы определяем следующие положения:

- использование средств организации обучения, позволяющих осуществлять прием-передачу информации в доступных формах в зависимости от нозологий, то есть условия универсального дизайна виртуальной образовательной среды;

- обеспечение обучающихся учебно-методическими ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;

- обеспечение сочетания on-line и off-line технологий, индивидуальных и коллективных форм работы, применение разнообразных методов, технологий педагогического взаимодействия всех участников учебного процесса.

В федеральных государственных образовательных стандартах высшего и среднего профессионального образования закреплено положение о том, что при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Использование системы электронного обучения, позволяющей осуществлять прием-передачу информации в доступных формах в зависимости от ограничений здоровья, указали 67% вузов и 75% профессиональных образовательных организаций от общего количества организаций, использующих дистанционные образовательные технологии при реализации профессиональных образовательных программ для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Обеспечение обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическими ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья, осуществляют лишь 32% вузов и 44% профессиональных образовательных организаций. Сочетание в образовательном процессе on-line и off-line технологий и индивидуальных и коллективных форм работы практикуют 68% вузов и лишь 31% профессиональных образовательных организаций. Все перечисленные требования к организации образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с использованием дистанционных образовательных технологий реализуются в 18% вузов и 31% профессиональных образовательных организаций от общего количества образовательных организаций, использующих дистанционные образовательные технологии при реализации профессиональных образовательных программ для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Лидерами по количеству обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий являются профессиональные образовательные организации, подведомственные Минтруду России, а также следующие образовательные организации: Свердловский областной медицинский колледж, Новосибирский государственный технический университет, Салаватский колледж образования и профессиональных технологий, Тольяттинский социально педагогический колледж, Новороссийский колледж строительства и экономики. Можно выделить следующие вузы, обучающие наибольшее количество инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с использованием дистанционных образовательных технологий: Российский государственный социальный университет, Кубанский государственный технологический университет, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Пятигорский государственный лингвистический университет, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Челябинский государственный университет.

Развитие электронного обучения, дистанционных образовательных технологий позволит значительно расширить доступность профессионального образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья независимо от места их проживания. Необходимо обеспечить создание и функционирование электронной информационно-образовательной среды, в том числе с использованием механизмов сетевого взаимодействия, включающей в себя электронные

информационные и образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся. Эффективным средством будет являться определение базовых профессиональных образовательных организаций, обеспечивающих поддержку региональных систем инклюзивного профессионального образования инвалидов в субъектах РФ, и ресурсных учебно-методических центров по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями на базе образовательных организаций высшего образования, в функции которых будет входить разработка и реализация образовательных программ с использованием исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, предоставление коллективного пользования специальными информационными и техническими средствами, дистанционными образовательными технологиями, учебно-методическими материалами, разработка электронных образовательных ресурсов, в том числе мультимедийных, для обучающихся с различными видами ограничений здоровья.

#### **Литература**

1. Романенкова Д.Ф. Особенности реализации профессиональных образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий с учетом условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 4; URL: [www.science-education.ru/110-9841](http://www.science-education.ru/110-9841).

#### **THE TRAINING COMPLEX FOR LEARNING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE (RFL) “V DOBRYI PUT’!” AND RFL COMPUTER-BASED TRAINING SYSTEM**

Romanov, Yu. A., \* Romanov, A. Yu.  
*Kharkov, NTU “KhPI”; \* Moscow, NRU HSE, MIEM*

A description of the nationally oriented training complex for learning Russian as a foreign language “V Dobryi Put’!” for German speakers which includes a textbook, an audio-supplement, a video-film and a test system is given. The computer-based training system, designed for this complex ensures effective teaching foreign students Russian phonetics, vocabulary, grammar, speech etiquette, and also facilitates the formation of the necessary communication skills.

Keywords: methods of learning a second language, Russian as a foreign language, training complex for learning Russian as a foreign language for German speakers, RFL computer-based training system.

#### **Учебный комплекс для изучения русского языка как иностранного (РКИ) «В добрый путь!» и компьютерный тренажер по РКИ. Романов Ю.А., Романов А.Ю.**

Приводится описание национально-ориентированного учебного комплекса по РКИ для немецкоговорящих «В добрый путь!», который включает учебник, аудиоприложение, видеофильм и систему тестов. Разработанный для данного комплекса компьютерный тренажер обеспечивает эффективное обучение иностранных учащихся русской фонетике, лексике, грамматике, речевому этикету, а также облегчает формирование необходимых коммуникативных навыков.

Ключевые слова: методика обучения второму языку, русский как иностранный, учебный комплекс по РКИ для немецкоговорящих, компьютерный тренажер по РКИ.

The teachers of Russian of National Technical University “Kharkov Polytechnic Institute” (Kharkov, Ukraine) and Humboldt-Universität zu Berlin (Germany) created a nationally oriented training complex for learning Russian as a foreign language, named “V Dobryi Put’!” (“Gute Reise!”) including a Russian textbook [1], an audio-supplement, a video-film and a test system.

Later on, a group of specialists from MIEM NRU HSE (Moscow, Russia) worked out a computer-based training system in RFL which was successfully installed at the computer center of Humboldt-Universität and it is currently involved into educational practice at the local Language Centre (Sprachenzentrum).

The text-book includes the most important sections of practical grammar and is designed for learners of Russian as a foreign language of elementary and intermediate levels. The materials of the test-book correspond to UNICERT I and partially UNICERT II level of classification of language tests in Germany. The text-book is designed for 160–180 classroom hours and can be used not only in class, but also at short-termed courses of Russian, as well as at time of individual work or distant learning. It can be useful for business people who study Russian and try to expand contacts with their business partners and want to get the necessary cultural knowledge of the target language country.

The text-book consists of 12 lessons, additional materials for reading and listening comprehension, as well as an alphabetical Russian-German vocabulary index of lexical units, presented in the lessons of the text-book.

Each lesson includes: dialogues of socio-cultural nature, a piece-work Russian-German vocabulary, a set of useful expressions, questions to dialogues, a grammar section, grammar exercises, speech situations, as well as some additional information, related to the topic of the lesson.

The dialogues of the lessons are united in a single script, devoted to the arrival of a German businessman in Ukraine, his meeting at the airport, accommodation in a hotel, business-breakfast, talks with a partner, signing a contract, visiting restaurants, sightseeing, travelling about the country and coming back home. This script makes the basis for audio-supplement and a video film.

Each piece-work Russian-German vocabulary is presented as a kind of explanatory dictionary; the volume of new lexis of the text-book is 600–700 units (together with the useful expressions).

Grammar sections of each lesson include the most important aspects of practical Russian grammar (declension of nouns and adjectives, conjugation of imperfective verbs in the present tense and types of stress, imperative, verb aspects formation, verbs of motion without prefixes and with prefixes, attributive clauses introduced by *который*, etc.). For the users' convenience the grammar material is presented in tables and provided with necessary comments.

Exercises covering all kinds of speech activity ensure best results in fixing grammatical and lexical material, presented in the dialogues. Part of exercises is presented as a workbook, some of them are provided with the audio application that makes it possible not only to develop listening skills, but also to control doing of exercises. The system of exercises, provided in the text-book allows using them for distant learning.

The communicative situations, given in the text-book are aimed to induce students to implement their newly acquired language skills in practice of direct verbal communication.

The sections, entitled "Some information", placed at the end of each lesson give the trainees some cultural notes; they are, primarily, intended for students' independent work.

The additional materials for reading and listening, presented in the book are divided into the following sections: "The main cities of Russia", "In the cities of Ukraine", "Newspapers", "Psychological tests", "A bit of humor". They are at contributing to a deeper student's acquaintance with the cultural realities of Russia and Ukraine.

The RFL computer-based training system makes it possible to work in three basic modes: working with the dictionary, listening to the dialogues and doing grammatical exercises. Learning the material of each lesson should begin with working on the vocabulary. It is carried out in two stages. At the stage of training students learn the new words pressing the buttons with written words (firstly, in German, then, in German and Russian and finally, only in Russian) and listening their pronunciation in Russian. On accomplishing training, users can move to the control stage to assess the quality of their knowledge. The word, pronounced by the reader should be guessed by the trainee among the group of the words, and the appropriate button pressed (fig. 1).

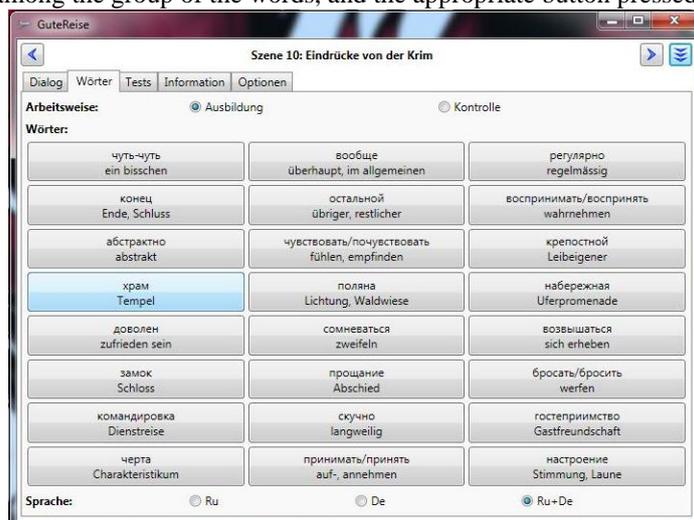


Fig. 1. Working with the vocabulary (control stage)

To begin working with the dialogues a user should start an audio player that replays the scenes from the movie, and the screen will display current shots and the text of the dialogue in Russian with the German translation. Listening to the text, the users can perform multiple listening of the dialogue, moving along the text, repeating necessary fragments of the recording, disabling, if necessary, the German translation and so on (fig. 2). The work with the dialogues gives users an opportunity to train listening skills, achieve high-quality

simultaneous translation, make a summary of the text, answer the questions, and train the skills of making dialogues with the teacher or fellow students.

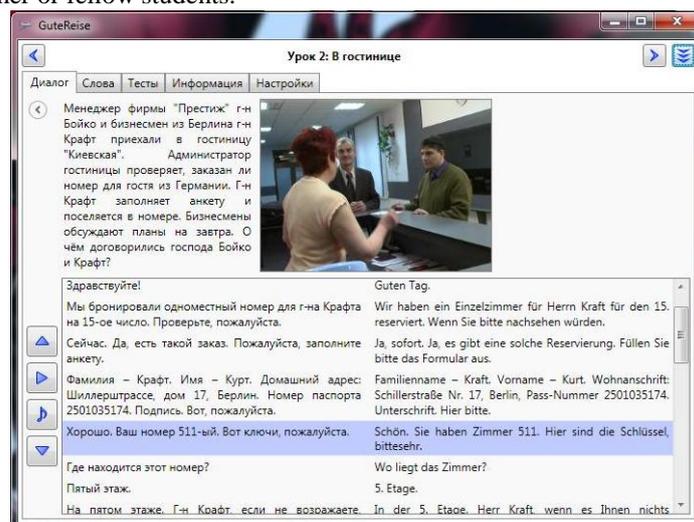


Fig. 2. Working with the dialogues (listening and translation)

Grammar exercises include grammatical and lexical material of each lesson. The option “Information” provides necessary theoretical grammar which should be sufficiently understood and mastered before users’ proceeding to doing the exercises. The presentation of the exercises is based on the following typical testing techniques: multiple choice, true/false technique, matching technique, filling the gaps and others. The training system provides not only exercises, but also the control of the correct answers. The results of the control allow getting an objective view about how well the students have learned the material and whether it is necessary to redo the exercises.

Combined academic work both with the nationally oriented training complex for learning Russian as a foreign language “V Dobryi Put’!” and the RFL computer-based training system ensures a high effectiveness in learning Russian and gives better opportunities for the trainees.

#### References

1. Romanov Yu., Zubareva V., Laudien S., Dubichinsky V. “V Dobryi Put’!” Uchebnyi kompleks dlia izucheniya russkogo yazyka kak inostrannogo: Uchebnik. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2008. – 244 p.

### ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА

Сильченкова С.В., Кошевенко С.В.

Смоленск, ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет»

*Публикация подготовлена в рамках поддержанного Российским гуманитарным научным фондом научного проекта № 15-16-67005*

В статье рассмотрено понятие и дана краткая характеристика структурных компонентов информационной культуры образовательного менеджера. Приведены некоторые результаты исследования проблем формирования информационной культуры образовательного менеджера.

#### Identifying problems of information culture of educational managers. Silchenkova S., Koshevenko S.

The article deals with the concept and gives a brief description of the structural components of the information culture of the educational manager. Some results of the study of problems of formation of information culture of the educational manager.

Информационная культура является важной характеристикой специалистов различных сфер деятельности, По мнению В.А. Кравец, В.Н. Кухаренко это эффективные способы обращения с информацией и представление ее потребителю для решения теоретических и практических задач; механизмы совершенствования технических сред производства, хранения и передачи информации;

развитие системы обучения, подготовки человека к эффективному использованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [3].

Формирование информационной культуры у работников сферы образования является неотъемлемой составляющей их профессиональной культуры. В настоящее время формируется инновационное понятие в области образования – образовательный менеджмент как специфическая отрасль управленческих наук, вобравшая в себя истоки педагогики, психологии, социологии управления, менеджмента и маркетинга [1].

Ученые новгородского университета им. Ярослава Мудрого работают над методическими и содержательными вопросами подготовки образовательных менеджеров (ОМ) и отмечают многоаспектность и междисциплинарность исследуемого феномена, в том числе и важность формирования информационно-профессиональной и поликультурной компетенций данного специалиста [4].

Важность развития информационной культуры образовательного менеджера для анализа информации, выработки решений в сфере образования и контроля их исполнения посредством ИКТ рассматривается в работе С.В. Кошевенко, которая выделяет четыре структурных компонента информационной культуры образовательного менеджера: мотивационно-ценностный, когнитивный, информационно-мировоззренческий и преобразующий.

Мотивационно-ценностный компонент проявляется в понимании важности инноваций и прогресса, культурного взаимодействия участников образовательного процесса, ответственности образовательного менеджера за свою профессиональную деятельность, его саморазвитие и самосовершенствование.

Когнитивный компонент информационной культуры проявляется в наличие у образовательного менеджера актуальных профессиональных знаний в контексте информационного пространства.

Информационно-мировоззренческий компонент предполагает формирование у образовательного менеджера системы взглядов на мир информации и своей роли и места в нем.

Преобразующий компонент информационной культуры связан с готовностью специалиста к применению информации для решения профессионально-ориентированных задач [2].

Для выявления проблем формирования информационной культуры образовательного менеджера в рамках каждого из указанных компонентов проведен опрос образовательных менеджеров г. Смоленска (руководителей академических и научных структурных подразделений вузов, исследователей, руководителей научных работ студентов, экспертов). В опросе участвовало 72 человека, представляющих 5 вузов города: Смоленский государственный университет, Смоленский государственный медицинский университет, Смоленскую государственную академию физической культуры, спорта и туризма, Смоленскую сельскохозяйственную академию.

Респондентам предлагалось оценить высказывания по шестибальной шкале: 1 – полное несогласие, 6 – абсолютное согласие. Предлагаем рассмотреть модальный (наиболее часто встречающийся) балл в ответах респондентов (см. табл. 1).

Таблица 1 – Выявление проблем формирования компонентов информационной культуры образовательного менеджера

Мотивационно-ценностный		Когнитивный		Информационно-мировоззренческий		Преобразующий	
утверждение	мода	утверждение	мода	утверждение	мода	утверждение	мода
В проф. деятельности я придерживаюсь разработанной мною траектории проф. развития	5	Я обладаю знаниями о видах, источниках информации и способах работы с ней в проф. деятельности	5	Для успешной проф. деятельности необходимо осваивать приёмы использования новых ИКТ	6	Я использую ИКТ в своей проф. деятельности	5
Я систематически провожу самооценку результатов своей проф. деятельности	5	Я обладаю широкими знаниями о возможностях использования ИКТ в проф. деятельности	4	Эффективная проф. деятельность ОМ невозможна без использования ИКТ	6	Я могу выдвигать новые идеи и применять знания для решения новых проф. задач	5
В моей профессии важно соблю-	6	У меня есть необходимые знания и умения	5	Интернет-грамотность не влияет на	2	Я слежу за новинками проф.	6

дать этические нормы		для разработки учебного курса		уровень моей проф. компетентности		литературы	
Я убежден, что моя работа позитивно влияет на общество	5	У меня есть необходимые знания и умения для исследовательской работы	5	Тратить время на поиск информации в библиотеке нерационально	4	Я могу общаться с коллегами на иностранных языках	1
В моей работе насущный вопрос – определение приоритетов и ценностей	4	Я знаком с ФЗ «Об образовании в РФ» и с нормативными актами о научной деятельности	5	Исследовательская работа – важная составляющая в деятельности ОМ	6	Я каждый год активно участвую в конференциях и семинарах	4

Данные таблицы показывают, что в среднем 1-3 компоненты информационной культуры образовательного менеджера сформированы на высоком уровне. Однако большинство респондентов нейтрально относятся к утверждению, что в их работе важно определение приоритетов и ценностей. Это говорит о недостаточном осознании своей воспитательной и преобразующей функции, которая является одной из главных в деятельности образовательного менеджера. Кроме того, опрашиваемые в возрасте более 55 лет считают, что не так важно придерживаться траектории профессионального развития и самооценки своей деятельности, хотя на наш взгляд настоящий профессионал будет стремиться к самосовершенствованию постоянно.

Для оценки информационно-мировоззренческого компонента использовались вопросы с обратным кодом (выделены курсивом) и отчасти осознавать, что респонденты не согласны с вопросом о том, что интернет-грамотность не влияет на уровень их профессиональной компетентности. Более нейтрально на данное утверждение отреагировали респонденты в возрасте старше 55 лет.

Имеются проблемы в формировании преобразующего компонента информационной культуры образовательного менеджера, в частности незнание данными специалистами иностранных языков и невозможности общаться с зарубежными коллегами, что ограничивает положительное восприятие образовательного менеджера и учреждения, которое он представляет, и может помешать внедрению инноваций в образовательный процесс и получению выгодных предложений.

Также не способствует развитию информационной культуры тот факт, что специалисты не активно учувствуют в конференциях и семинарах. В последнее время такие мероприятия проводятся часто в заочной форме, что экономически выгодно, но при это упускается возможность установления вербального контакта, который в большинстве своем более эффективен (в том числе и экономически) и продолжителен, чем невербальный.

Считаем, что имеющиеся проблемы в формировании информационной культуры образовательного менеджера можно решать при помощи разработки ее критериев и мониторинга сформированности, выстраивании на основе полученной информации программ курсов повышения квалификации для образовательных менеджеров.

#### Литература

1. Барановский А.И. Образовательный менеджмент: актуальные проблемы становления // Современные наукоемкие технологии. - Режим доступа: [http://www.rae.ru/snt/?article\\_id=2852&op=show\\_article&section=content](http://www.rae.ru/snt/?article_id=2852&op=show_article&section=content)
2. Кошевенко С.В. Структурно-содержательные и уровневые характеристики информационной культуры образовательного менеджера // Высшее образование сегодня. - 2015. - № 7. - С. 39-42.
3. Кравец В.А., Кухаренко В.Н. Вопросы формирования информационной культуры. - Режим доступа: <http://www.e-joe.ru/sod/00/400/ku.html>.
4. Шерайзина Р.М., Федотова Г.А., Певзнер Д.М. Базовый модуль «Образовательный менеджмент в международном и межкультурном контекстах». - Режим доступа: <http://pandia.ru/text/77/486/3590.php>

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО АКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ОДНА ИЗ РЕАЛИЗАЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ ИКТ

Ситников А.А., Рогозин К.И., Винокуров С.Н., Сорокина Е.Н., Шахворостова Д.Н., \*Кузнецов С.И.,  
Маерков А.О., \*\*Янышев Д.Н.

*Барнаул, АлтГТУ им. И.И. Ползунова; \*Томск, ТПУ; \*\*Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова*

В публикации приводится пример внедрения технологии TPEAL (Technology Personalized Enabled Active Learning / Технология персонализированного активного обучения) в учебный процесс.

**Technology personalized active learning as one of modern ICT. A. Sitnikov, K. Rogozin, S. Vinokourov, E. Sorokbna, D. Shakhvorostova, S. Kuznetsov,, A. Maerkov, D. Yanyshv**

Publication describes an example implementation of Technology Personalized Enabled Active Learning (TPEAL) into the learning process.

### **Современные цифровые учебные технологии.**

**МООСs (Massive Open Online Courses / Массовые открытые онлайн курсы).** МООСs стали в течении последних нескольких лет широко востребованной учебной технологией. В настоящий момент она позволяет миллионам пользователей, живущих в любой части нашей планеты получить доступ к ресурсам МООСs. На примере EPFL (Лозанна, Швейцария) Карл Еберер [3] показал, что на курсы, которые модерировались 14 профессорами этого университета в 2014 году, записалось 400.000 студентов. Однако доступ к ресурсам по этой технологии не приводит в настоящий момент к высокой эффективности (более чем 10%).

**TEAL (Technology Enabled Active Learning / Технология активного обучения).** С 2001г. эта технология внедрена в MIT (Бостон, США) и получила широкое распространение и реализуется в специально созданных под нее учебных аудиториях [5], позволяющих проводить все традиционные виды учебных модальностей – лекции, практические занятия и лабораторные работы на основе групповых и активных методик обучения. Основным недостатком данной технологии, по нашему мнению, является недостаточная персонафикация процесса обучения, что снижает индивидуальные результаты обучения, а также технологические ограничения по доступу к занятиям.

**TPEAL (Technology Personal Enabled Active Learning / Технология персонализированного активного обучения).** Данная технология внедрена при сетевом партнерстве, далее по алфавиту, АлтГТУ им. И.И. Ползунова (Барнаул, Россия), МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия) и ТПУ (Томск, Россия), является гибридной по отношению к названным выше (МООСs и TEAL), позволяющей использовать их достоинства и нивелировать недостатки. В веб-студии находятся до 6 обучаемых, работающих с использованием клиентских цифровых устройств с организатором учебного процесса. В занятии могут одновременно с ними участвовать до нескольких сот обучаемых в Сети. Занятия в студии базируются на мультимедийном контенте, который репрезентируется на экранах студии и мониторах гаджетов и доставляется через Сеть для всех участников. Практические занятия реализуются путем использования в учебных заданиях компьютерных симуляций изучаемых процессов, а лабораторный практикум происходит на основе предоставления доступа к оборудованию (удаленный эксперимент / remote experiment) в лабораториях размещенных глобально (по всему миру).

**2. Обеспечение TPEAL (Technology Personal Enabled Active Learning / Технология индивидуального активного обучения).** Реализуемая авторами технология обучения использует нижеследующее обеспечение:

**2.1. Технические средства (Hardware).** В состав комплекса обеспечивающего функционирование студии входят 7 клиентских цифровых устройств, снабженных веб-камерами, два мультимедийных проектора и необходимые периферийные, а также внешние цифровые устройства.

**2.2. Программное обеспечение (Software).** В качестве базовой операционной среды построения сервисов датацентра выбран дистрибутив Debian/GNU Linux через систему Backports. Для реализации доставки мультимедийного контента, а так же организации интерактивного взаимодействия между преподавателями и обучаемыми используются Big Blue Batton, OpenMeetings и ConectMeetings интегрированные в LMS Moodle посредством соответствующего плагина.

**2.3. Мультимедийный контент (Brainware).** Весь контент является кроссплатформенным, браузеронезависимым, рассчитан на доставку и репрезентацию на распространенных линейках клиентских цифровых устройств (PC, MacOS, Android, Window Mobile, iOS).

**Организация учебного процесса на основе технологии персонализированного активного обучения (TPEAL).** Учебный процесс реализуется на примере предмета физика. Это связано с тем, что данная дисциплина обладает максимальным набором типов репрезентов контента (в том числе высокого уровня абстрактности) – вербальных, символьных, пикторальных, графических, табличных,

симулятивно-модельных и реально-экспериментальных. Именно поэтому отлаженные здесь технологии могут быть легко мультиплицированы на другие области знания [2, 6, 7]. Весь курс физики разделен на 14 независимых разделов, который планируется поэтапно в течение 2 лет разместить как MOOCs на популярных платформах, а до этого момента используется в рамках интернет-лица.

**3.1. Цикл Стива Вернона.** Каждый раздел имеет до 7 частей. Каждая часть является законченным циклом Стива Вернона [4], в котором обучаемый должен пройти все четыре стадии обучения от неосознанной некомплектности до неосознанной компетентности. Первым этапом является проведение средствами обучающей среды (в нашем случае это LMS MOODLE) входного оценивания (от 6 до 15 минут) начальных компетенций обучаемых по принятию решений в кругу требуемых учебных задач («Что знаем до?»). На этом этапе убеждается в своей неосознанной некомплектности. Следующий этап – введение учебного материала (от 6 до 35 минут), в ходе которого в форме сократовских диалогов модератора с участниками, находящимися в студии (при одновременной трансляции в Сеть для остальных), происходит осознание обучаемыми некомпетентности («Что действительно мы не знаем?»). Студийное занятие завершается формирующим оцениванием обучаемых (осознанная компетентность), в котором предлагается пройти тот же самый первый тест и за то же самое время («Что можем после?»). После этого обучаемым предлагается самостоятельно в течение 3 дней (либо до следующего студийного занятия) пройти несколько (от одного до трех) тестов, позволяющих сформировать различные стороны своей неосознанной компетентности в вынесенной к освоению области знания (итоговое оценивание).

**3.2. Контент.** Основным средством формирования компетентности обучаемых является мультимедийный интерактивный контент, используемый как инструмент реализации познавательной активной деятельности обучаемых при выполнении геймифицированных заданий. Каждое из таких заданий является предложением обучаемому сделать полное и всестороннее (перебор всех реализуемых возможностей) исследование учебной ситуации. Задание может содержать от 5 до 15 вопросов, на которые могут быть даны от 3 до 20 предлагаемых ответов. Такой выбор определяет большое число уникальных вариантов выполнения задания (минимум несколько миллиардов), что понуждает обучаемых отвечать не наугад, а осознанно, тем более, что минимальное количество баллов для удовлетворительного прохождения теста составляет не менее 75 из 100. Особенностями предлагаемой контентной игры является то, что она требует значительных интеллектуальных усилий, связанных с необходимостью усвоения учебного материала, а также с тем, что обучаемые имеют возможность в заданном интервале времени исправить найденные ими в заданиях и сделанные неверные ответы («Ошибка это лишь то, что нужно исправить. Пока это возможно»).

**3.3. Мотивация и результаты обучения.** Изначально участникам дается установка о том, что предлагаемый курс является интеллектуальной игрой, позволяющая стать успешным (профессионалом). «Если в настоящий момент учеба есть наша профессия, то профессиональный результат должен быть максимальным. 100 баллов из 100». Ниже приведены гистограммы типичных результатов контрольно-измерительных мероприятий, в которых левая часть – это «Что знаем до?», а правая – «Что можем после?». Большое количество результатов в 100 баллов (общее среднее обычно более 90 баллов) говорят о двух вещах: задания составлены корректно, обучаемые хотят и могут работать по предлагаемому алгоритму. При этом последние получают не только результат в баллах и компетентность в предлагаемой области знания, но и позитивный опыт достижения интеллектуально и технически сложной цели. Важным для обучаемых является не только геймификация (серьезная и «честная» интеллектуальная игра), но эффект «реалити шоу». Все происходит с ними (здесь и сейчас), и одновременно с теми, кто еще имеет доступ к занятию и может быть, где угодно в Мире.

**Заключение.** Наши ученики готовы использовать при обучении технические и технологические новации. Современные ИКТ, прежде всего такие как *TPEAL (Technology Personal Enabled Active Learning / Технология персонифицированного активного обучения)*, позволяют сделать доступными лучшие учебные практики для обучаемых в местах их реального нахождения, а также значительно улучшить результаты обучения.

**Благодарности.** Прототипы и образцы продуктов продемонстрированы и получили высокую оценку специалистов: на крупнейших мировых профильных конференциях (*WCPU-2012, ICPE-EPEC 2013, 18th of MPTL 2013, GIREP-MPTL 2014*); в лаборатории «Дидактики физики» Института содержания и методов обучения РАО; Института информатизации образования РАН. Авторы выражают благодарность коллегам за высокую оценку работы, а также за финансовую поддержку Фонду содействия малым инновационным предприятиям в научно-технической сфере (программа МОСТ) и администрациям (далее по алфавиту) АлтГТУ им. И.И. Ползунова, МГУ им. М.В. Ломоносова (Проект «Университет без границ»), ТПУ (Программа повышения конкурентоспособности ТПУ).

#### Литература

1. Konstantin Rogozin. Physics Learning Instruments of XXI Century / Proceedings of the World Conference On Physics Education, 2012, 1st Edition:, Turkey, 2014, P 913-923

2. Konstantin Rogozin, Sergey Kuznetsov, Diana Kondrashova & Irina Lisina. Cognitive Test as a Tool for Physics Learning / World Conference On Physics Education, 2012, 1st Edition:, Turkey, 2014, P 607-615
3. Patrick Jermann & Pierre Dillenbourg, Dimitris Noukakis and Karl Aberer. MOOCs @ EPFL – March 2014. URL: <http://moocs.epfl.ch>
4. Steve Vernon. The Four Stages of Learning. URL: <http://dolphinsgroup.empowernetwork.com/blog/the-four-stages-of-learning>
5. TEAL – Technology Enabled Active Learning. URL: <http://icampus.mit.edu/projects/teal/>
6. С.И. Кузнецов, А.О. Маерков, У.И. Пшенова, К.И. Рогозин. Инструменты и средства веб-поддержки традиционных курсов обучения физике. Высшее образование сегодня. 2014, №9, С. 29 – 32
7. В.В. Ларионов, С.Б. Писаренко. Видовое информационное поле в инновационной педагогике: состав, структура, свойства и применение в тестировании //Инновации в образовании. 2005, №1. С. 55-62

### СОВРЕМЕННЫЕ ИКТ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

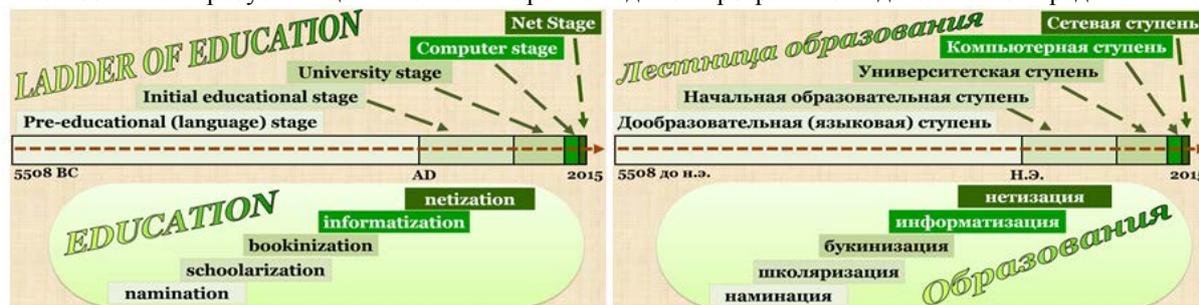
Ситников А.А., Рогозин К.И., Рогозина И.В., \*Кузнецов С.И., \*\*Янышев Д.Н.  
 Барнаул, АлтГТУ им. И.И. Ползунова; \*Томск, ТПУ; \*\*Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова

Использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в обучении предполагает создание обучающей среды как единство трех взаимообусловленных составляющих: оборудования (Hardware), программного обеспечения (Software) и контента (Brainware).

**Information and communication technologies in educational process. Sitnikov A., Rogozin K., Kuznetsov S., Yanyshev D.**

Using of information and communication technologies (ICT) in education involves the creation of a learning environment as a unity of three interrelated components: Hardware, Software and Brainware.

**Введение.** Прогресс общества предполагает совершенствование способов образования (социализации) новых поколений используемых организаторами обучения. На разных ступенях развития образования в зависимости от характера определяющего его процесса, происходила смена инструментов обучения, а также средств хранения, доставки и репрезентации накопленных знаний, необходимых для усвоения будущей производительной части общества. Современная ступень развития образования характеризуется его «нетизацией», при которой обязательной является Сеть (Net) связывающая между собой клиентские цифровые устройства, способные обеспечивать обмен, репрезентацию и использование в требуемых целях контента в рамках единой программно-педагогической среды.



Цит. по Konstantin Rogozin [1]

1. **Оптимисты, скептики и прагматики.** Каждый раз, когда у человечества появляются новые технологические возможности, как это происходит сейчас при широком распространении гаджетов, появляется большое количество оптимистов и энтузиастов, считающие что технические и технологические новации позволят сами собой решить многие проблемы такие, как улучшение результатов образования. Они каждый раз начинают говорить о «новой педагогике». Так сейчас, по мнению Александра Кондакова, «ИКТ кардинально изменили образовательный процесс, системно изменили наше представление о педагогике». «Новая педагогика» ... позволит добиваться вдвое лучших результатов при тех же затратах» считает М. Куллай (Цит. по А.Н Кондаков [4]).

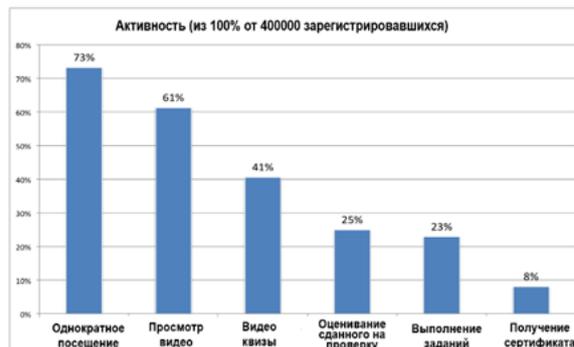
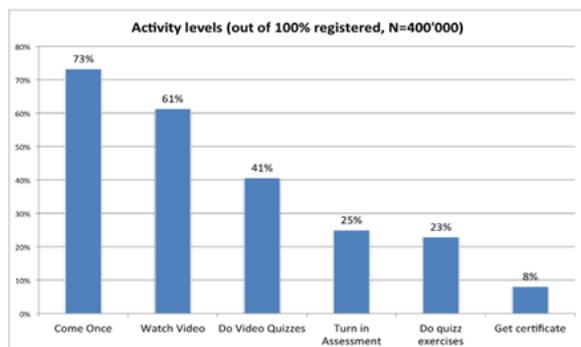
Большинство же участников образовательного процесса остаются скептиками, считая, что «не может быть новой педагогики» и все новации - исключительно технические или технологические, и являются лишь «очередным взрывом НТР», не затрагивающим основ традиционной педагогической науки, а разговоры о «новой педагогике являются элементом невежества» [6]. На основе анализа независимых экспертных оценок, приведенных на сайте Американского департамента образования нескольких тысяч примеров использования ИКТ в обучении, А.А. Марголис [9] делает вывод о том, что в целом роль информационных технологий сильно преувеличена и их влияние на образовательные результаты уступает роли индивидуальных различий обучаемых или методов обучения, которые использует учитель. Не всегда ясно за счет чего достигался полученный позитивный результат: за счет увеличения учебного времени, другой модальности учебной работы или восприятия учебно-методических материалов. То есть, фактически ИКТ в обучении дают умеренный положительный эффект по сравнению с традиционными методами обучения.

Проведенный авторами данной публикации опрос нескольких сотен школьников старших классов Томска, Москвы и Барнаула показал, что более 95% из них постоянно с собой имеют гаджеты, поддерживающие WiFi протокол, и которые ежедневно в течении нескольких часов используются ими для коммуникации и решения бытовых задач на основе адаптированных под клиентские устройства приложений, требующих значительной цифровой грамотности. Тот же опрос показал, что учащиеся редко в учебных целях используют иные возможности, кроме встроенного калькулятора или поиска информации в Википедии. Отсутствие научно доказанных примеров эффективного использования ИКТ в учебных целях, по-видимому, связано не с тем, что обучаемые не хотят или не могут использовать доступные технические или технологические возможности, а прежде всего с тем, что таких предложений со стороны организаторов учебного процесса практически нет. Эффективными могут стать учебные модальности, в которых используются гаджетоспецифические потенции, на которые ориентированы современные школьники, прежде всего мультимедийность, интерактивность, многозадачность и нелинейность получения знаний, которые не могут быть реализованы в рамках традиционных классно-урочных методик саксонской модели обучения Яна Каменского. Прагматики, к которым относят себя авторы данной публикации, не вступают в научные дискуссии о «новой педагогике», а в реальной профессиональной деятельности реализуют новые технические и технологические возможности.

## 2. Современные цифровые учебные технологии.

### 2.1. MOOCs (Massive Open Online Courses / Массовые открытые онлайн курсы).

MOOCs стали в течении последних нескольких лет широко востребованной учебной технологией. В настоящий момент она позволяет миллионам пользователей, живущих в любой части нашей планеты получить доступ к лучшим учебным практикам. На примере EPFL (Лозанна, Швейцария) Карл Еберер показал, что на курсы, которые модерировались 14 профессорами этого университета в 2014 году, записалось 400.000 студентов, тогда как один профессор в течении всей жизни не может обучить более 10.000 студентов. Однако доступ к ресурсам по этой технологии не приводит в настоящий момент к высокой эффективности.



*Цит. по Karl Aberer [2]*

**2.2. TEAL (Technology Enabled Active Learning / Технология активного обучения).** С 2001г. эта технология внедрена в MIT (Бостон, США) и реализуется в специально созданных под нее учебных аудиториях, позволяющих проводить все традиционные виды учебных модальностей – лекции, практические занятия и лабораторные работы на основе групповых и активных методик обучения [3]. Основным недостатком данной технологии, по нашему мнению, является недостаточная персонификация процесса обучения, что снижает индивидуальные результаты обучения, а также технологические ограничения по доступу к занятиям.

**2.3. TPEAL (Technology Personal Enabled Active Learning / Технология персонифицированного активного обучения).** Данная технология [5] внедрена при сетевом партнерстве, далее по алфавиту, АлтГТУ им. И.И. Ползунова (Барнаул, Россия), МГУ им. М.В.

Ломоносова (Москва, Россия) и ТПУ (Томск, Россия), является гибридной по отношению к названным выше (MOOCs и TEAL), позволяющей использовать их достоинства и нивелировать недостатки. В веб-студии находятся до 6 обучаемых, работающих с использованием клиентских цифровых устройств с организатором учебного процесса. В занятии могут одновременно с ними участвовать до нескольких сот обучающихся в Сети. Занятия в студии базируются на мультимедийном контенте, который репрезентируется на экранах студии и мониторах гаджетов и доставляется через Сеть для всех участников. Практические занятия реализуются путем использования в учебных заданиях компьютерных симуляций изучаемых процессов, а лабораторный практикум происходит на основе предоставления доступа к оборудованию (удаленный эксперимент / remote experiment) в лабораториях размещенных глобально (по всему миру).

#### **Заключение.**

Наши ученики – школьники и студенты хотят и могут работать на высшей ступени (*Net/Сеть*), которого достигло образование, тогда как большинство организаторов учебного процесса могут поддерживать иные лишь ступени. Современные ИКТ, прежде всего такие как **TPREAL (Technology Personal Enabled Active Learning / Технология персонифицированного активного обучения)**, позволяют в значительной степени ликвидировать этот разрыв, сделать доступными лучшие учебные практики для обучаемых в местах их реального нахождения, а также значительно улучшить результаты обучения.



#### **Литература**

1. Konstantin Rogozin. Physics Learning Instruments of XXI Century / Proceedings of the World Conference On Physics Education, 2012, 1st Edition., Turkey, 2014, P 913-923
2. Patrick Jermann & Pierre Dillenbourg, Dimitris Ntoukakis and Karl Aberer. MOOCs @ EPFL – March 2014. URL: <http://moocs.epfl.ch>
3. TEAL – Technology Enabled Active Learning. URL: <http://icampus.mit.edu/projects/teal/>
4. А.Н Кондаков, А.А. Марголис. Новая парадигма образования. ММСО-2015/. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bjzerSELZRc>
5. С.И. Кузнецов, А.О. Маерков, У.И. Пшенова, К.И. Рогозин. Инструменты и средства веб-поддержки традиционных курсов обучения физике. Высшее образование сегодня. 2014, №9, С. 29 – 32
6. Новые задачи педагогической науки: цифровая педагогика/ ММСО-2015. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=zqkGB4OZj\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=zqkGB4OZj_0)

### **СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Ситникова О.И., Самчук М.М.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

Рассмотрена деятельность административных органов Волгоградской области по модернизации образования и созданию в современном школьном образовании информационного пространства, способствующего развитию и самореализации учащихся.

#### **Sitnikova O.I., Samchuk M.M. Volgograd, Volgograd state technical University**

Reviewed the activities of the administrative bodies of the Volgograd region on education modernization and establishment of modern school education information space, which promotes the development and self-realization of pupils.

Активизация процесса использования Интернет - технологий в современном образовании ставит ряд острых проблем, являющихся предметом внимания учителей, ученых, работников образования, связывающих развитие школы с созданием единого информационного образовательного пространства, способствующего развитию и самореализации учащихся. Деятельность министерства по образованию и

науке Волгоградской области направлена на реализацию государственной политики в области образования. Нормативно-правовое регулирование вопросов образования в регионе осуществляется в рамках Закона «Об образовании в Российской Федерации», федеральных программ (приоритетный национальный проект «Образование», Федеральная целевая программа развития образования на 2011–2015 годы, Государственная программа «Доступная среда» на 2011–2015 годы), Закона Волгоградской области «Об образовании в Волгоградской области» [2; 5; 7]. В соответствии с этими и другими документами в Волгоградской области осуществляется модернизация образования, меняется его содержание, внедряются новые образовательные технологии, основанные на соединении передовых научных разработок с инновационной педагогической практикой [8; 9].

Региональная система образования включает 2037 учреждений, предоставляющих образовательные услуги различного уровня и направленности, в которых получают образование более 488,6 тысяч обучающихся, работают более 86,2 тысяч человек [5]. В 2014/2015 учебном году в 936 учреждениях, реализующих программы общего образования, приступили к занятиям 236,8 тыс. человек [6].

К 2020 году планируется достижение ряда результатов по модернизации образования, в том числе создание современной мультимедийной информационной среды. К современным требованиям осуществления образовательного процесса следует отнести оснащенность его комплексом соответствующего учебного и компьютерного оборудования; укомплектованность педагогическими кадрами, имеющими необходимую квалификацию по каждому из предметов базисного учебного плана; соответствие требованиям Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов; наличие высокоскоростного симметричного доступа в сеть Интернет; развитие нового поколения учебных материалов (включая учебники), образовательных электронных Интернет-ресурсов, введение электронных систем управления образовательными учреждениями и др.

На территории Волгоградской области с 2011 года осуществляются мероприятия в рамках модернизации региональных систем общего образования. Министерством образования и науки Волгоградской области отслеживается потребность организаций школьного образования Волгоградской области в информационно-техническом оснащении, разрабатываются технические задания на приобретение компьютерного оборудования и многофункциональных устройств, мультимедийного оборудования для обновления материально-технической базы организаций образования Волгоградской области.

Общий объем расходов бюджетных средств в 2013 году по отрасли «образование» составил 16 286 262,1 тыс. рублей [5, с. 4]. Общий объем средств федерального бюджета, привлеченных в 2013 г. в бюджет Волгоградской области на развитие системы образования, составил 1 061 328,5 тыс. рублей [5, с. 5], в 2012 г. – 1 416 724,67 тыс. рублей (в 2011 году данная сумма составляла 487 509,00 тыс. рублей). При этом на приобретение компьютерного оборудования в 2012 г. было выделено 492896,91 руб., на увеличение пропускной способности и оплату интернет-трафика – 8916,40 руб., обновление программного обеспечения и приобретение электронных образовательных ресурсов – 9015,30 руб., модернизацию общеобразовательных учреждений путем организации в них дистанционного обучения, в том числе – 17931,70 руб.

К концу 2007 года в рамках мероприятий приоритетного национального проекта «Образование» по направлению «Внедрение современных образовательных технологий» были подключены к сети Интернет 1169 образовательных учреждений Волгоградской области [3]. В 2006 году только 37,7% школьников Волгоградской области обучались в школах, в которых соблюдались современные требования к условиям осуществления образовательного процесса, однако за 2008 год доля школьников, обучающихся в общеобразовательных учреждениях, которые отвечают современным требованиям, выросла до 65,33 %, за 5 месяцев 2009 года – до 66,92 % при плановом значении 70 % [1].

В 2013 г. была разработана и утверждена региональная модель системы управления качеством образования на территории Волгоградской области на основе информационно-коммуникационных технологий. В области проводится также работа по сетевому взаимодействию образовательных учреждений, в том числе с учреждениями дополнительного и профессионального образования. Созданы 52 ресурсных центра и 104 базовых школы, что позволило сконцентрировать современные технические, кадровые ресурсы, сделать их методическими центрами модернизации системы образования на местах. Отлажен механизм сетевого взаимодействия общеобразовательных учреждений в форме дистанционного обучения на основе видео-конференц-связи [4; 5]. Создан интернет-портал цифровых образовательных ресурсов, отобраны более 100 цифровых образовательных ресурсов, признанных лучшими в конкурсе «Цифровая школа 21 века», проведенного в декабре 2013 – феврале 2014 гг.

Активно ведется работа в области над созданием условий для получения качественного образования в дистанционной форме – для детей с ограниченными возможностями. На эти цели в 2012 году из федерального бюджета было выделено 27 млн. руб., из областного бюджета – 5,4 млн. руб. Дистанционное образование осуществляют 2 центра в г. Волгограде (ГБОУ Волгоградский лицей-интернат «Лидер» и МБОУ лицей № 8 «Олимпия») и 11 опорных школ, в которых в 2013 г. с

использованием дистанционных образовательных технологий обучались 315 детей-инвалидов. Их рабочие места оснащены комплектами программно-технических средств, обеспечен доступ к сети Интернет, предусмотрена возможность передачи оборудования для продолжения обучения по программам профессионального образования [4; 5, с. 16].

Несмотря на ряд принятых мер, остается по-прежнему актуальной проблема недостаточной оснащенности общеобразовательных учреждений компьютерным оборудованием для организации образовательного процесса, проблема устаревшей материально-технической базы, недостаточного технического и информационно-методического обеспечения малокомплектных сельских школ. Сохраняет актуальность проблема повышения квалификации и профессиональной переподготовки педагогических и управленческих кадров в соответствии с требованиями ФГОС общего образования.

#### **Литература**

1. Аналитическая информация по результатам проверки эффективности реализации приоритетного национального проекта «Образование» в Волгоградской области за 2008 год и 5 месяцев 2009 года / Контрольно-счетная палата Волгоградской области. Аналитические материалы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ksp34.ru/work/analytical/>
2. Закон Волгоградской области от 4 октября 2013 года N118-ОД «Об образовании в Волгоградской области» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460194195>
3. О реализации приоритетного национального проекта «Образование» в Волгоградской области / Сайт комитета по образованию Волгоградской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vlgreghedu.ru/>
4. [Отчет о деятельности министерства образования и науки Волгоградской области в 2012 г.](#) / Министерство образования и науки. Официальный портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://obraz.volganet.ru/deyat/otchet/>
5. Отчёт о деятельности министерства образования и науки Волгоградской области в 2013 г. / Министерство образования и науки. Официальный портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://obraz.volganet.ru/deyat/otchet/>
6. Отчёт о деятельности министерства образования и науки Волгоградской области в 2014 г. / Министерство образования и науки. Официальный портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://obraz.volganet.ru/deyat/otchet/>
7. [Федеральный закон РФ «Об образовании в Российской Федерации»](#) / Министерство образования и науки. Документы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>
8. Самчук М. М. Современные проблемы регионального социокультурного поля образования ( на примере Волгоградской области) / М. М.Самчук, О. И. Ситникова // Забайкальские социологические чтения – регион как социокультурное пространство: проблемы и перспективы социологического анализа: материалы V Всероссийской научно=практической конференции с международным участием, 18–19 ноября 2010г. – Чита, ЧитГУ. – 2010. – 264 с.
9. Самчук, М. М. Единое образовательное поле Волгоградской области / М.М.Самчук, О.И.Ситникова // Забайкальские социологические чтения – регион как социокультурное пространство: проблемы и перспективы социологического анализа: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18–19 ноября 2010г.– Чита, ЧитГУ. – 2010. – 264 с.

#### **НЕГОЭНТРОПИЙНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ**

Смагина И.А., Крылов В.М.

*Клин, Институт информационных технологий, экономики и менеджмента*

Менеджмент качества образования в вузе существенно зависит от используемых информационно–коммуникационных технологий (ИКТ) и инновационных дидактических электронных моделей познавательных процессов. При проектировании и разработке мультимедийных интерактивных учебно–методических комплексов (МИУМК), электронных образовательных ресурсов (ЭОР), массовых открытых онлайн-курсов (МООК) необходимо учитывать новые мировоззренческие аспекты теории оценивания и обеспечения эволюционно избыточного качества высшего профессионального образования.

Модернизация информационно–коммуникационных и компьютерных средств обучения обуславливает необходимость использования соответствующих инновационных принципов и способов нано–, био–, инфо– и когнитивных технологий, нелинейной нейроподобной сетевой структуризации учебного материала, новых концептуальных моделей электронной дидактики и педагогики.

Качество высшего профессионального образования должно опережать предъявляемую систему требований. Из этого следует, что качество образования должно быть эволюционно избыточным. Такое возможно тогда, когда реальные темпы развития потенциального качества обучаемых студентов опережают рост требований, предъявляемых к профессиональным моделям специалистов, их квалификации, компетентности, социальной и духовной зрелости.

Практическая реализация такой стратегии осуществима с помощью Негоэнтропийных Образовательных Систем и Сред (НОСС). В основе НОСС лежат принципы конвергенции нано-, био-, инфо- и когно- (НБИК) технологий в информационно-образовательных средах высших учебных заведений. Негоэнтропийные Образовательные Системы и Среды по сути являются по отношению к Центральной Нервной Системе и мозгу обучающегося *экзокортексом*.

НОСС позволяют обновлять быстро устаревающую учебно-научно-производственную информацию, существенно понижать энтропию информационно-образовательных сред вузов, результативно бороться с инфляцией знаний и непрерывно повышать уровень образованности, компетентности, профессиональной и общей культуры обучающихся. Это осуществимо только с использованием новых информационно-образовательных технологий, в частности, с применением НОСС.

Реальная конвергенция НБИК технологий и экспоненциальные темпы роста объемов Знаний приводят к быстрой утрате специалистами своей квалификации. Традиционные, классические системы образования исходят из механистического линейного характера развития науки и общества, использующего принципы интенсификации, оптимизации, унификации, типизации и стандартизации учебных планов ВПО и рабочих программ.

Интеллектуальный потенциал страны, определяемый качеством высшего профессионального образования, становится наиважнейшим фактором научного, экономического, стратегического, социального, а также политического статуса государства. Управление качеством образования в вузе с использованием сетевых информационно-коммуникационных технологий, принципов синергетики и когнитивной психологии представляет собой трансдисциплинарную научную проблему современного высшего образования.

В соответствии с методологией трансдисциплинарного исследования [ 1 ], каждый фрагмент Вселенной или ее область, имеющая естественные физические и/или логические границы, изначально рассматривается, как упорядоченная среда, к исследованию которой можно применить одни и те же принципы, концепции, подходы и модели.

Среда естественного фрагмента Единой Уникальной Системы трактуется как *уникальная упорядоченная среда (система) (УУС)*. Уникальной упорядоченной системой являются: атом, молекула, высшее учебное заведение, банк, предприятие, общественная организация, негоэнтропийная образовательная среда.

Применительно к высшему профессиональному образованию УУС трансформируется в *Уникальную Автоматизированную Систему Управления (УАСУ)* поведением телеологических объектов не числовой природы, под которыми понимаются все участники образовательного процесса с явно выраженными целевыми установками. Разновидностью УАСУ является Негоэнтропийная Образовательная Система или Среда (НОСС). УАСУ и НОСС обладают определенной потенциальной энергией, некоторой скрытой силой заложенной в них создателями структур в целом, их подсистем и звеньев, а также деятельностью профессорско-преподавательского состава вуза.

При определённых условиях, потенциальная энергия способна не только проявлять общее устойчивое состояние УАСУ, но и поддерживать телеологичное динамическое преобразование, эволюцию, развитие, усовершенствование, модернизацию и даже самоорганизацию с целью повышения качества образовательного процесса. Способность УАСУ к самоорганизации переводит ее в разряд НОСС.

Современную научную парадигму – синергетику можно рассматривать как симптом в самом широком смысле этого слова. Симптом как признак возникновения постнеклассической меж-, мульти- и трансдисциплинарной науки, формируемой на принципах открытости, нелинейности, негоэнтропии, когерентности, самоорганизации и самообучаемости, располагающей методами работы с неопределенностью, недостоверностью и неточностью, являющихся неизменными атрибутами функционирования НОСС.

Синергетическое когнитивное образование актуально и перспективно, так как оно открывает новый этап трансдисциплинарного глобального синтеза методов различных наук и культур освоения Вселенной. Грядет этап эволюции цивилизации, соответствующий полионтологии современного сетевого информационного сообщества, широко использующего Internet/intranet/extranet/LAN сети и нано-, био-, информационные и когнитивные технологии в освоении ноосферного планетарного пространства [2, 3].

### Литература

1. Крылов В.М., Смагина И. А. Разработка и применение информационно–образовательных технологий для повышения качества обучения в вузе. Издание 3–е переработанное и дополненное. – Клин : РИЦ ИИГЭМ, Роликс, 2014 г., –172 с.
2. Крылов В.М., Костин Ю.Н., Смагина И.А. Негоэнтропийные образовательные системы. Труды Всероссийской научно–методической конференции ТЕЛЕМАТИКА –2012 ., СПб., ИТМО, 2012 г. , стр. 54–58 – 366с.
3. Крылов В.М., Смагина И.А., Горбатов А.В. Самоорганизующиеся негоэнтропийные вузовские образовательные среды. Авторское Свидетельство № 20407, Клинское Региональное Отделение Объединенного Фонда Электронных Ресурсов «Наука и Образование» ИНИПИ Российской Академии Образования Государственной Академии Наук. 2014г., [www.ofernio.ru](http://www.ofernio.ru)

### ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Соловьёв Д.Б., Шадрин А.С.

*Владивосток, Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)*

В данной статье, рассматривается вклад ДВФУ в модернизацию производственных мощностей предприятий Приморского края. Выявлены основные проблемы, которые могут возникнуть на предприятиях при обучении сотрудников работе на новом оборудовании. Рассмотрена эффективность информационно-образовательных комплексов в процессе обучения сотрудников.

#### **Informational and educational complex. Solovov D.B., Shadrin A.S.**

This article examines the contribution FEFU in upgrading production facilities of Primorsky Krai. The main problems that may arise in the enterprises in the training of staff working on the new hardware. Examined the effectiveness of informational and *educational of complexes in the process of training.*

Дальневосточный федеральный университет (далее ДВФУ), создан согласно указу президента России от 21 октября 2009 года, с целью подготовки кадров высокого международного уровня, в том числе для реализуемых в Дальневосточном регионе крупных инвестиционных проектов. Кроме того, ДВФУ решает ещё одну важную задачу по привлечению в Приморье абитуриентов из-за пределов Приморского края и цель вуза – сделать из них высококлассных специалистов и создать условия, чтобы они не уехали обратно, могли трудоустроиться в крае.

Для этого ДВФУ уже несколько лет целенаправленно выстраивает взаимодействие с крупными промышленными предприятиями регионального и общероссийского уровня. Среди таких компаний – базовый партнер «Роснефть» с дочерним ЗАО «Восточная нефтехимическая компания» (ВНХК), концерн «Моринформсистема-Агат», авиационный завод ОАО Арсеньевская Авиационная Компания «ПРОГРЕСС» им. Н.И. Сазыкина, Дальневосточный завод «Звезда», завод ОАО «Дальприбор», центр судоремонта «Дальзавод», компания «РусГидро» и другие [1].

ДВФУ, совместно с предприятиями-партнёрами, реализует множество проектов, в том числе направленных на создание высокотехнологичного производства на предприятиях региона. Так, к примеру, общая сумма государственного финансирования проектов по модернизации и автоматизации производственных линий приморского авиационного завода «Прогресс» и судоремонтного завода «Звезда», составляет более 450 млн. рублей.

В 2014 году научный проект, инициированный ДВФУ и ДВО РАН совместно с Центром судоремонта «Дальзавод», стал победителем конкурса на право получения субсидий. Коллективу ученых Федерального университета и Академии наук предстоит разработать и внедрить на базе «Дальзавода» комплекс технологий восстановления деталей с применением волоконных лазеров средней и большой мощности. Государственное финансирование проекта составляет 154,5 млн. рублей на три года [2].

Модернизация производственных линий, переоснащение технического потенциала предприятия всё это является залогом высокой конкурентоспособности на рынке, как на внутреннем, так и на внешнем. Поэтому предприятия Дальнего востока уделяют этому процессу большое внимание, ведь качество и стоимость предоставляемых услуг решают, какие предприятия будут доминировать на рынке.

Модернизируя производство, предприятия сталкиваются с необходимостью обучения или переквалификацией персонала для работы на более новом и совершенном оборудовании. В связи с этим возникает необходимость командирования сотрудников на образовательные курсы, в большинстве случаев с отрывом от производства, так как крупнейшие и современные центры повышения квалификации, находятся в центральной России или за рубежом, что в свою очередь требует дополнительные временные и финансовые ресурсы.

Использование симуляторов-тренажёров и информационно-образовательных комплексов, является эффективным инструментом в процессе отработки и закрепления навыков работы на оборудовании, но на данный момент, имеющиеся продукты явно необходимо улучшать и дорабатывать, в связи с постоянной модернизацией технической базы, что актуально для предприятий Дальнего востока.

Информационно-образовательные комплексы разработаны, как зарубежными компаниями, работающими в этой области: SIEMENS (Германия), CGTech (США), ThoroughTec Simulation (Австралия); так и российскими фирмами: ООО НПП «Учебная техника-Профи» (г. Челябинск). Все продукты производимые фирмами на мировом рынке, для обучения персонала работе на том или ином оборудовании имеют свои недостатки, такие как узкая направленность сферы применения, отсутствие совместимости симуляторов производимых различными фирмами между собой, в случае закупки симуляторов у иностранных фирм наличие привязанности к курсу доллара, который в свете событий последнего времени является нестабильным. длительное ожидание товара, в некоторых случаях до нескольких месяцев (в связи с тем, что офисы большинства компаний расположены в Центральной России или за рубежом, поставки учебного оборудования становятся затруднительными, повышается итоговая стоимость т.к. увеличиваются растраты на логистические службы ) и др.

Для решения вышеупомянутых проблем необходимо создание программы эмулятора работы на оборудовании того или иного предприятия, способной моделировать панели «ручного» управления агрегатов (далее панель оператора) с возможностью воздействия на них при помощи устройств ввода данных или сигналов в персональный компьютер и наглядно демонстрировать полученный результат без использования дорогостоящей аппаратуры. Предполагаемый метод обучения работников позволит дистанционно, с использованием компьютера и интернета, проводить курсы по повышению квалификации при помощи самой программы эмулятора и дополнительной эксплуатационной информации по тому или иному оборудованию, конкретного предприятия.

В ДВФУ проводились исследования в данной области, на основании которых, была разработана концепция информационно-образовательного комплекса, состоящего из трёх компонентов.

Стоит более подробно остановиться на каждом из них:

#### I. Симулятор технического оборудования.

Под симулятором предполагается создание программы, в которой будет собрана необходимая для эффективной работы техническая и эксплуатационная информация по агрегатам предприятий партнёров ДВФУ. Так же, программа подразумевает наличие 2D модели панели оператора, с которой будет производиться управление симулируемым агрегатом или устройством. Данный симулятор в реальном времени сможет показывать результат любого воздействия на панель оператора.

#### II. База данных.

В рамках информационного интернет ресурса, планируется разработать базу данных, то есть информационную модель, позволяющую упорядоченно хранить данные о группе объектов.

Разработка базы данных, должна предоставить возможность сотрудникам хранить всю техническую и эксплуатационную информацию и другие документы по агрегатам, непосредственно в базе данных, что позволит производить оперативный контроль и учёт технического состояния, вовремя осуществлять регламентированное техническое обслуживание и в автоматизированном режиме составлять план графики и наряды на выполнение различных видов работ.

III. Программа для расчёта параметров систем управления (автоматики) и защиты электромеханических комплексов.

Данный проект, кроме выше изложенного предполагает создание специальных программ, в каждой из которых будет заложен алгоритм по расчёту выявления оптимальных параметров элементов входящих в электронную плату (микросхему), например элементов релейной и микропроцессорной защиты агрегатов, элементов автоматизированной системы управления и т.д. Программа упростит процесс выявления неработоспособной микросхемы, вышедшей из строя в ходе эксплуатации.

Все компоненты информационно-образовательного комплекса планируется разместить на специально разработанном информационном ресурсе, и предоставлять в комплекте или по отдельности, в зависимости от предпочтений заказчиков, преимущественно Дальневосточного региона.

Был проведён анализ близких аналогов, на основании которого, выявлены следующие преимущества разрабатываемого образовательного комплекса:

- более низкие цены;
- простота эксплуатации, возможность своевременного обновления программы;
- возможность дистанционного обучения (такой подход позволяет значительно сократить время обучения и увеличить его эффективность);
- совместимость данного симулятора со станками различных фирм;
- для функционирования данного пакета услуг требуется только персональный компьютер и доступ в интернет;

- выгода для отечественных предприятий т.к. в условиях нестабильности рубля приобретать продукцию зарубежных фирм в иностранной валюте не выгодно;
- наличие в информационно-образовательном комплексе, дополнительной услуги база данных;
- наличие дополнительной услуги программа для расчета показателей электронных печатных плат агрегатов.

В заключении, необходимо отметить, что разработка и последующая коммерциализация разрабатываемого информационно-образовательного комплекса, позволила бы всем промышленным предприятиям партнёрам ДВФУ, осуществляющим модернизацию производства или же единичную закупку нового оборудования, качественно, эффективно, без лишней траты финансовых и временных ресурсов, проводить обучение своих сотрудников, работе на эксплуатируемом оборудовании.

#### **Литература**

1. ДВФУ стал образовательным, научным и экспертным центром на Дальнем Востоке [Электронный ресурс] : [Информационное агентство PrimaMedia] – 2014. – Режим доступа: URL: <http://primamedia.ru/news/primorye/30.12.2014/412301/dvfu-stal-obrazovatelnim-nauchnim-i-ekspertnim-tsentrom-na-dalnem-vostoke-ser.html>

2. Ученые ДВФУ внедряют высокотехнологичное производство на «Дальзаводе» [Электронный ресурс] : [Официальный сайт ДВФУ] – 2014. – Режим доступа: URL: <http://www.dvfu.ru/-/ucenye-dvfu-vnedrat-vysokotehnologichnoe-proizvodstvo-na-dalzavode>

### **АКАДЕМИЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «ЛЕСТНИЦА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ» – ЭФФЕКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ**

Соловьева Т.И., Соколова О.А., Хоменко И.И.  
*Москва, НИУ ВШЭ*

Представлен проект создания образовательной Академии повышения квалификации «Лестница профессиональных знаний» на основе онлайн-обучения. Указаны недостатки имеющихся систем онлайн-обучения и описаны особенности предложенной концепции. Приведены конкретные примеры отдельных курсов и комплексных программ обучения.

#### **Training Academy “The Stairs of Professional Knowledge” – effective strategy of on-line education approach. Sokolova O., Soloveva T., Khomenko I.**

The project of Training Academy “The Stairs of Professional Knowledge” with online-education is presented. Disadvantages of some existing systems with on-line education are disclosed and the features of the proposed approach are describes. The concrete examples of individual courses and complex training programs are introduced.

Онлайн-обучение становится все более популярным способом получения знаний. Очевидное его преимущество, заключающееся в возможности дистанционно в любой точке земного шара слушать лекции ведущих специалистов, становится особенно привлекательным при свободном графике «посещения» видеоуроков, подготовки заданий и сдачи итоговых тестов и/или выпускных работ. В наш век повышенной загруженности креативных людей – как специалистов, так и студентов – учебной, работой и постоянным самообразованием необходимо искать новые пути удовлетворения потребности в получении знаний, создания эффективных и востребованных стратегий обучения. Эта задача и ставилась при создании Академии повышения квалификации «Лестница профессиональных знаний».



Проведенный анализ рынка предлагаемых систем онлайн-обучения позволил выявить недостатки, присущие ряду таких систем. К числу недостатков, по нашему мнению, следует отнести выбор слишком общих курсов, например: биология, геология, математика, информатика, менеджмент, политология, экономика. Заявленным дисциплинам в принципе соответствует огромный объем материала, который должен быть представлен преподавателем и усвоен слушателями. Однако из

практики преподавания (в том числе дистанционного) следует, что существует определенный оптимальный (достаточно ограниченный) объем курса, заканчивающийся сдачей заключительного теста или выпускной работы. А за предложениями обучения общим курсам, например, курсу «биология» или «экономика», по сути дела стоят приглашения без особого напряжения прослушать «курсы для чайников», в которых уровень подачи материала слишком упрощенный, популярный, не обеспечивающий узкоспециальных знаний, необходимых профессионалу. Очевидно, что цель организаторов таких курсов – привлечь как можно большую аудиторию и таким образом обеспечить максимальную прибыль.

Нашей задачей является подготовка профессионалов в научно-технической сфере, дефицит которых в настоящее время стал исключительно острой проблемой для отечественной науки и промышленности. Возрастающий спрос на высококвалифицированных специалистов в области узкоспециальных направлений, которые не преподавались или перестали преподаваться в отечественных университетах в период постперестроечной регрессии отечественной индустрии, позволяет в настоящее время наращивать образовательные программы в этих областях, рассчитывая не только на индивидуальных слушателей, но и на группы, оплата обучения которых будет производиться заинтересованными предприятиями. При подготовке таких курсов необходимо дополнять существовавшие программы информацией о достижениях последних лет в мировой науке и технике и о прогнозируемых тенденциях их развития.

В программах Академии мы можем адаптировать для онлайн-обучения лекционные курсы по прикладной математике и информационным технологиям, подготовленные преподавателями МИЭМ, многие годы считавшемся одним из ведущих отечественных вузов по этим направлениям. Очевидно, что большой интерес вызовут курсы по программированию. Начать мы планируем с преподавания курса «Введение в программирование на языке Java», так как этот язык в настоящее время является самым популярным, а специалисты, владеющие им – наиболее востребованными. Это подтверждается, например, регулярно проводимой оценкой фирмы TIOBE, определяющей качество языков программирования и рейтинг их популярности Programming Community Index: согласно оценке на август 2015 г. язык Java лидирует с отрывом 4,5% от своего ближайшего конкурента – языка C. Одно из важных преимуществ Java – самая высокая скорость разработки программ на этом языке, что и обеспечило широкое распространение приложений, написанных на нем – от приложений для предприятий до приложений для мобильных телефонов. Программные продукты, написанные с использованием Java, сейчас активно используются в индустрии, и большинству предприятий требуется как поддержка уже существующих продуктов, так и разработка новых. Таким образом, прогнозируется постоянное повышение спроса на программистов, владеющих Java, и, соответственно, рост востребованности нашего курса. Наш курс предусматривает обучение людей, которые хотят влиться в эту индустрию, причем сделать это как можно быстрее. Это могут быть студенты старших курсов (магистранты), а так же специалисты, которые хотят сменить направление своей работы. Мы обеспечим им быстрое освоение основ программирования на Java. Учитывая, что существует спрос на более опытных работников, мы планируем расширить ассортимент курсов и следующей «ступенькой» в нашей «лестнице профессиональных знаний» сделать курс «Java для профессионалов». Мы подготовили также курс для тех, кто хотел бы освоить навыки web-разработчика – «Основы работы с JS/HTML/CSS 3». В настоящее время многие компании заинтересованы в использовании возможностей ресурсов web, и наш курс поможет подготовить специалистов, востребованных в этой области, которые смогут грамотно разрабатывать Интернет-проекты, сайты, корпоративные приложения в Интернете и реализовывать другие возможности web-технологий. В рамках курса рассматриваются протоколы, стандарты и технологии, имеющие непосредственное отношение к разработке web-приложений. Важной «ступенькой» в нашей «лестнице профессиональных знаний» является курс «Введение в алгоритмы». Он позволит студентам и программистам, уже имеющим опыт в написании программных продуктов, овладеть методами разработки алгоритмов и, соответственно, способностью создавать оптимизированные программные решения, что существенно экономит и время разработки, и затраты компании и, как следствие, обеспечивает высокую востребованность и карьерный рост специалисту с такими навыками. Обучение по этим курсам может быть как индивидуальным, так и групповым.

Мы планируем тесно сотрудничать с предприятиями высокотехнологичных отраслей промышленности, в которых идет интенсивное обновление парка оборудования, требующего хорошего владения применяемыми программными продуктами и их адаптации под специальные технологии и методики испытаний. Новая продукция этих предприятий также требует большого количества молодых специалистов с профильной подготовкой или переквалификации для этих отраслей дипломированных специалистов, не имеющих специальных знаний. Примером может служить известная нам потребность в узких специалистах в АО «НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха», одного из мировых лидеров в области создания лазерных инерциальных систем, а также заводов АО «Серпуховский завод «Металлист» и ПАО «Тамбовский завод «Электроприбор», выпускающих продукцию, разработанную НИИ «Полус».

Лазерные инерциальные системы в настоящее время лидируют на мировом рынке инерциальных систем для различных применений в авиационной, космической и ракетной технике, поэтому подготовка специалистов для этой области является весьма актуальной задачей. Опираясь на высокий потенциал ведущих ученых и специалистов НИИ «Полус» и длительное (более 50 лет) сотрудничество МИЭМ и НИИ «Полус» в совместном образовательном процессе подготовки кадров для разных подразделений НИИ, мы планируем запустить программу онлайн-обучения по направлению лазерно-гироскопических систем, включающую перечисленные ниже дисциплины.

- История технических наук и эволюция образования.
- Перспективные оптические гироскопы: световые, квазиоптические, рентгеновские.
- Устройство и конструкции лазерных гироскопов, электронные блоки для них, инерциальные измерительные блоки на их основе.
- Технологии изготовления лазерных гироскопов и их компонентов.
- Методы и алгоритмы коррекции погрешностей лазерных гироскопов, разработка программно-математического обеспечения.
- Методы испытаний лазерных инерциальных измерительных блоков и датчиков.
- Перспективные системы навигации и управления на лазерных гироскопах.
- Управление проектами создания и организации производства наукоемких приборов.

Общий объем этой программы составит 700 часов, в число которых войдут видео-лекции, тесты для закрепления полученных знаний, а также семинары в онлайн-режиме и на предприятии – для того, чтобы слушатели смогли отработать практические навыки и иметь непосредственные контакты с преподавателями курсов. Курсы предназначены как для студентов любых (в том числе местных) университетов, так и для специалистов предприятий, нуждающихся в углублении знаний по лазерно-гироскопическим системам и сопутствующим технологиям, а также развитию общей эрудиции. Скорость прохождения курсов («скорость подъема по ступеням лестницы профессиональных знаний») выбирается слушателем либо самостоятельно, либо – для сотрудников предприятий – по согласованию с куратором от предприятия, таким образом, чтобы обучение не мешало выполнению служебных обязанностей.

Наши дальнейшие планы включают разработку программ автоматизированных тестов, которые бы обеспечивали преподавателю простой способ ввода вопросов и вариантов ответов, причем так, чтобы при каждом запуске теста порядок ответов менялся, а программа, несмотря на это, всегда идентифицировала правильный ответ.

Для развития и успешной работы Академии повышения квалификации «Лестница профессиональных знаний» мы будем изучать и использовать опыт известных в области обучения фирм – таких как, например, Bryan's Tutoring Service. В основе методов обучения, используемых профессором Томасом Брайяном, лежит системно-аналитический подход, позволяющий не только обеспечить студента определенной информацией, но и научить его самостоятельно находить пути решения проблем, с которыми он может столкнуться в практической работе. Именно такой подход мы планируем реализовать в предлагаемых Академией курсах обучения.

#### **Литература**

1. Соловьева Т. И., Белов А. В. Инновационная прикладная магистерская программа «Интеллектуальные лазерные навигационные системы» в МИЭМ НИУ ВШЭ для подготовки специалистов для обновляемых отечественных высокотехнологичных предприятий // Системотехника: Системные проблемы надежности, качества и информационных технологий, 2012. № 10.
2. Сайт фирмы TIOBE [www.tiobe.com](http://www.tiobe.com).
3. Сайт фирмы Bryan's Tutoring Service [www.bplans.com](http://www.bplans.com)

#### **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ПОВТОРЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ**

Сорокин Д.С., Романов А.Ю.  
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

В статье дано описание компьютерной программы для изучения иностранной лексики с использованием метода интервальных повторений. Результаты проведенного тестирования показывают, что разработанная программа позволяет значительно увеличить количество освоенных иностранных слов по сравнению со стандартным методом запоминания, что особенно ощутимо с увеличением периода обучения.

Ключевые слова: метод интервальных повторений, изучение иностранной лексики.

**The software implementation of method of spaced repetition for learning foreign languages.  
Sorokin D.S., Romanov A.Yu.**

The article describes a computer program to study a foreign vocabulary by using the method of interval repetitions. The results of the testing show that the developed program allows significant increasing the number of assimilated foreign words in comparison with the standard method of memorizing; the effectiveness of the program is especially noticeable with the increase of the training period.

Keywords: method of interval repetitions, foreign vocabulary study.

Впервые метод интервальных повторений был предложен британским психологом Алеком Мэйсом в книге «Психология обучения» («Psychology of Study») в 1932 г. В 1967 г. американский профессор Пауль Пимслер, занимавшийся в этот период вопросами прикладной лингвистики, впервые попробовал применить данный метод для изучения иностранных языков. Наблюдая за процессом изучения новых иностранных слов студентами и обрабатывая полученные в ходе наблюдения данные, профессор предложил следующий метод изучения слов: студентам с определенными интервалами демонстрировались иностранные слова, затем назывался их перевод, и далее студент должен был самостоятельно оценить степень запоминания слова. В зависимости от оценки учащегося слово помещалось в одну из групп: незнакомые слова показывались студенту с интервалом раз в 5 секунд, чуть более знакомые – раз в 25 секунд, далее – раз в две минуты и раз в 10 минут [1]. После каждого ответа, процесс размещения слов по группам в зависимости от степени знания, установленной в результате самооценки студента, повторялся. Пимслер отметил эффективность этой методики и повышение скорости запоминания новых слов студентами по сравнению с классическим методом, когда весь набор необходимых к запоминанию иностранных слов с переводами на родной язык выписывался на листе бумаги, после чего происходило построчное заучивание.

В своих исследованиях Пауль Пимслер использовал только секундомер и карточки, на которых и были написаны слова для изучения. Современные же технологии дают возможность с легкостью реализовать данный метод с использованием компьютера, что позволяет не только облегчить процесс обучения, но также автоматизировать сбор статистических данных о скорости изучения слов. В ходе исследований данного метода нами была разработана компьютерная программа, обеспечивающая использование метода интервальных повторений для изучения английских слов и ведение журнала статистики.

На первом этапе работы пользователь заносит в программу список английских слов с переводами на русский язык, после этого начинается процесс загрузки их звуковой транскрипции, сгенерированной на сервере Text-to-Speech, если это не было сделано при предыдущих запусках программы. После завершения загрузки пользователь получает возможность приступить к изучению лексики, и программа поочередно демонстрирует пользователю новые слова. С вероятностью 1/3 пользователь видит английское слово и должен вспомнить его русский перевод; с вероятностью 2/3 пользователь видит русское слово и должен вспомнить английский перевод. После нажатия на кнопку программа выдает точный перевод, затем пользователь должен самостоятельно оценить правильность своего ответа по шкале от 1 до 3 (1 – пользователь ответил неправильно; 2 – пользователь ответил правильно, но ответ вызвал у него затруднения; 3 – пользователь уверенно дал правильный ответ). В зависимости от оценки пользователя, программа автоматически сортирует слова по группам, речь о которых пойдет ниже. В том случае, если за 5 секунд пользователь не дал ответ, программа автоматически присваивает данному слову оценку 1 и переходит к следующему слову.

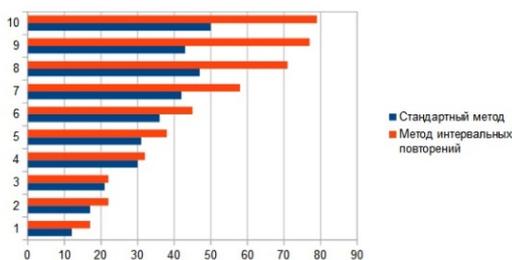
Слова для изучения программа разбивает по отдельным группам. Первая группа содержит слова, которые пользователь пока не выучил, и они показываются по одному разу каждые 5 секунд, исключая те случаи, когда в данный момент времени должно быть показано слово из группы с большим номером, если такое имеется. Программа позволяет установить количество слов, которые одновременно могут находиться в этой группе. В начале работы с изучаемым набором слов эта группа заполняется случайным образом. Вторая группа содержит слова, которые пользователь знает плохо. Слова из нее показываются раз в 25 секунд. Третья группа содержит слова, которые пользователь знает лучше, они показываются раз в 5 минут. Последняя группа содержит слова, которые пользователь хорошо знает, они не нуждаются в частом повторении и показываются раз в 10 минут. При необходимости программа может быть расширена для изучения больших объемов слов путем добавления большего числа групп с соответствующими интервалами повторения.

После оценки знания слова пользователем программа производит сортировку. При оценке 1 слово помещается в первую группу. При оценке 3 слово переносится в следующую группу, если это возможно. При оценке 2 слово остается в той же группе. При работе программы должно быть установлено максимальное количество слов, которые могут быть добавлены к ранее изучаемым за текущую сессию. В случае если слово должно быть помещено в первую группу, но та уже полностью заполнена, оно помещается во временное хранилище до первой возможности добавления. Если первая

группа содержит число слов меньше максимального, а временное хранилище пусто и лимит изучения новых слов не превышен, в нее добавляется новое слово из общего списка слов для изучения. После завершения учебной сессии, программа записывает число правильных и неправильных ответов пользователя в журнал статистики и сохраняет положение слов в группах. Таким образом, при повторном запуске программы пользователь имеет возможность продолжить обучение с момента, на котором он остановился в прошлый раз. Для проведения контрольных тестов и перемешивания слов внутри группы в программе предусмотрено их разупорядочивание по алгоритму Фишера-Йетса [2].

Для оценки эффективности данной программы при изучении иностранных слов были взяты две группы по 100 незнакомых слов из учебника английского языка «English for Information Technology» [3], используемого на семинарских занятиях в НИУ ВШЭ. В течение 10 дней испытуемый пытался выучить группы слов разными методами. Первая группа слов изучалась стандартным методом (последовательным повторением слов с листа бумаги), а вторая изучалась с помощью разработанной нами программы. На изучение каждой из групп слов ежедневно был отведен одинаковый временной интервал – 5 минут. В конце каждого дня проводился небольшой тест на случайной выборке слов из каждой группы. Ниже приведена диаграмма, демонстрирующая процент правильных ответов по результатам теста каждого дня (рис. 1а). В дальнейшем аналогичное исследование было проведено на небольшой контрольной группе из трех человек в течение 5 дней (рис. 1б).

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стандартный метод	12	17	21	30	31	36	42	47	43	50
Метод интервальных повторений	17	22	22	32	38	45	58	71	77	79



Дни	1	2	3	4	5
Стандартный метод	9	12	17	18	24
Метод интервальных повторений	12	15	17	27	33

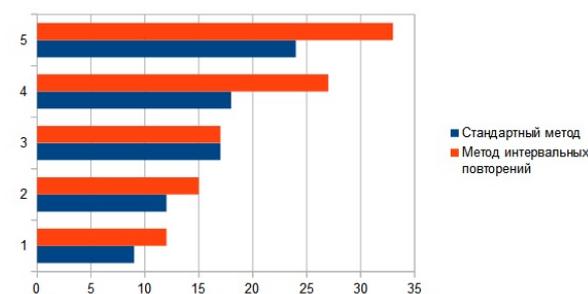


Рис. 1. Результаты запоминания английских слов при стандартном методе и методе интервальных повторений

Таким образом, применение разработанной компьютерной программы значительно упрощает процесс изучения новой лексики, а использование метода интервальных повторений повышает эффективность процесса ее запоминания. Результаты проведенного тестирования программы свидетельствуют об увеличении количества освоенных слов по сравнению со стандартным методом, что особенно ощутимо с увеличением периода обучения.

#### Литература

1. Pimsleur P. A Memory Schedule // The Modern Language Journal. – Blackwell Publishing, 1967. – No. 51 (2). – P. 73–75.
2. Fisher R.A., Yates F. SStatistical tables for biological, agricultural and medical research. –

London: Oliver and Boyd, 1948. – 146 p.

3. Hill D. English for Information Technology. – Pearson Longman, 2012. – 80 p.

## **ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВИДЕОПОДСИСТЕМОЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ**

Богодистова Е. С., Тельнов Г. Г.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), кафедра «Вычислительные системы и сети»*

Представлена специализированная программа, позволяющая проводить эксперименты с видеоподсистемой компьютера. Исследование проходит не на модели, а в реальной системе при непосредственном доступе к кадровому буферу и регистрам видеоконтроллера.

### **Interactive experiments with video subsystem. Bogodistova E., Telnov G.**

The program for interactive experiments with video subsystem is presented. Research takes place not on model, and in real system: at the level of the frame buffer and video controller registers.

Специализированная программа “PERUN\VGA\_SVGA” входит в состав комплекса программ “PERUN” (PERipheral UNits), описанного в [1]. Программа позволяет проводить эксперименты с видеопамью и управлять форматом изображения на экране монитора. Здесь не затрагиваются принципы взаимодействия видеоадаптера и монитора, которые рассмотрены в [2, 3].

Исследование видеоподсистемы проходит не на модели, а в реальной системе. Обеспечивается работа как с ЭЛТ, так и с жидкокристаллическим (ЖК) монитором при использовании как аналогового, так и цифрового интерфейса.

Непосредственная запись видеоданных в кадровый буфер для создания произвольных изображений дает возможность исследовать структуру видеопамью, кодирование информации и цветовую палитру в текстовых и графических режимах, поддерживаемых современным видеоадаптером. Программа автоматически определяет доступность режимов в используемой видеоподсистеме и позволяет:

- выбирать режимы в одной из трех групп режимов (текстовые режимы, графические режимы VGA, графические режимы SVGA), создавать в определенном формате и редактировать файлы для записи данных в кадровый буфер и сохранять файлы на диске, а затем загружать для демонстрации результатов;

- сразу в процессе создания или после загрузки с диска созданного ранее файла запускать режим записи данных в кадровый буфер и просмотра созданного изображения на экране монитора; при необходимости корректировать изображение;

- получать контекстную помощь при проведении любого эксперимента.

Данные представляются в определенном формате с учетом модели организации видеопамью в выбранном режиме [4]. Для перечисленных режимов характерны две модели организации видеопамью: линейная (“packed pixel”, дословно – упакованные пиксели) и планарная, соответствующая видеографической матрице (“planar video graphics array”). Видеографическая матрица подразумевает использование 4-х битовых плоскостей, или 4-х слоев видеопамью. В графических режимах с 200 линиями раstra используется два банка памью – модель видеопамью, совместимая с адаптером CGA, причем современный адаптер отображает на экране 400 линий (режим “double scan”); модель видеопамью в банке линейная.

В программе нельзя изменить содержимое таблицы цветовой палитры (Colour Look-up Table) и регистров цветовой таблицы RAMDAC. Используется стандартное (по умолчанию) содержимое цветовой таблицы – стандартная палитра. Кроме того, в текстовом режиме нельзя сменить таблицу знакогенератора. Поэтому программа имеет следующие особенности:

1. В текстовом режиме используется номер таблицы знакогенератора по умолчанию (латиница), стандартная палитра с 16-ю цветами символа, 8-ю цветами фона, возможно мигание символа. Так как нет смены таблицы знакогенератора, используется не планарная, а линейная модель видеопамью.

2. В режиме 320×200-4, совместимом с видеоадаптером CGA, при стандартной палитре имеет место стандартный набор из 4-х цветов (черный; светло-синий, точнее, бирюзовый; малиновый; ярко-белый).

3. В режимах 256 цветов (8-битный цвет) цвет пиксела может быть одним из 256-ти, но интересно, что при стандартной палитре можно задать байт формата 0000IRGB и получить на экране любой из 16 основных цветов пиксела – цвета аддитивной модели RGB и субтрактивной модели CMY (Cyan, Magenta, Yellow).

4. В графических режимах с четырехбитным цветом (в которых используется видеографическая матрица) при стандартной палитре можно получить пиксел любого из 16-ти основных цветов, то есть, номер (индекс) цвета пиксела имеет формат IRGB. При этом получается, что слой 3 содержит информацию об интенсивности цвета всех пикселов экрана (Intensity, I). Слой 2 содержит информацию о наличии красной составляющей цвета всех пикселов экрана, то есть, образ экрана в красном цвете (R), слой 1 – образ экрана в зеленом цвете (G), слой 0 – образ экрана в синем цвете (B).

5. В графических режимах 32К и 64К цветов (линейная модель видеопамати) при стандартной палитре можно получить непосредственно любой из 65536 цветов и при желании любой из 16 основных цветов, задав максимальную интенсивность цветовых составляющих.

Доступ к регистрам видеоконтроллера позволяет осуществлять трансформацию изображения на экране монитора, управлять параметрами синхронизации видеоподсистемы, исследовать зависимость формата экрана от содержимого регистров в различных режимах.

Графическая иллюстрация временных параметров синхронизации видеоподсистемы в зависимости от содержимого регистров видеоконтроллера представлена на рис. 1. Назначение регистров и связь их содержимого с параметрами синхронизации (частотой пикселов, длительностью символического такта, частотой строк и частотой кадров) рассмотрено в [3]. Большой прямоугольник на рис. 1 отображает во времени полный кадр, малый – видимую часть кадра. Ширина большого прямоугольника и содержимое регистра  $R_{00}$  соответствует времени строки раstra (времени строки)  $T_C$  и задает частоту горизонтальной синхронизации (частоту строк)  $F_C$ :  $F_C = 1/T_C$ . Ширина малого прямоугольника и содержимое регистра  $R_{01}$  соответствует видимой части изображения по горизонтали, то есть, времени отображения пикселов в строке раstra. Высота большого прямоугольника и содержимое регистра  $R_{06}$  соответствует времени «отображения» всех строк раstra в кадре (времени кадра)  $T_K$  и задает частоту вертикальной синхронизации (частоту кадров)  $F_K$ :  $F_K = 1/T_K$ . Высота малого прямоугольника и содержимое регистра  $R_{12}$  соответствует времени отображения всех видимых строк раstra (строк пикселов) в кадре.

Надо отметить, что два старших значащих бита количества строк раstra (видимых строк, общего числа строк в кадре и строку начала кадрового синхроимпульса) задает дополнительный регистр  $R_{07}$  [3].

Таким образом, разность содержимого регистров  $R_{00}$  и  $R_{01}$  определяет горизонтальный (строчный) интервал гашения  $t_{СИГАШ}$ , разность содержимого регистров  $R_{06}$  и  $R_{12}$  – вертикальный (кадровый) интервал гашения  $t_{КИГАШ}$ .

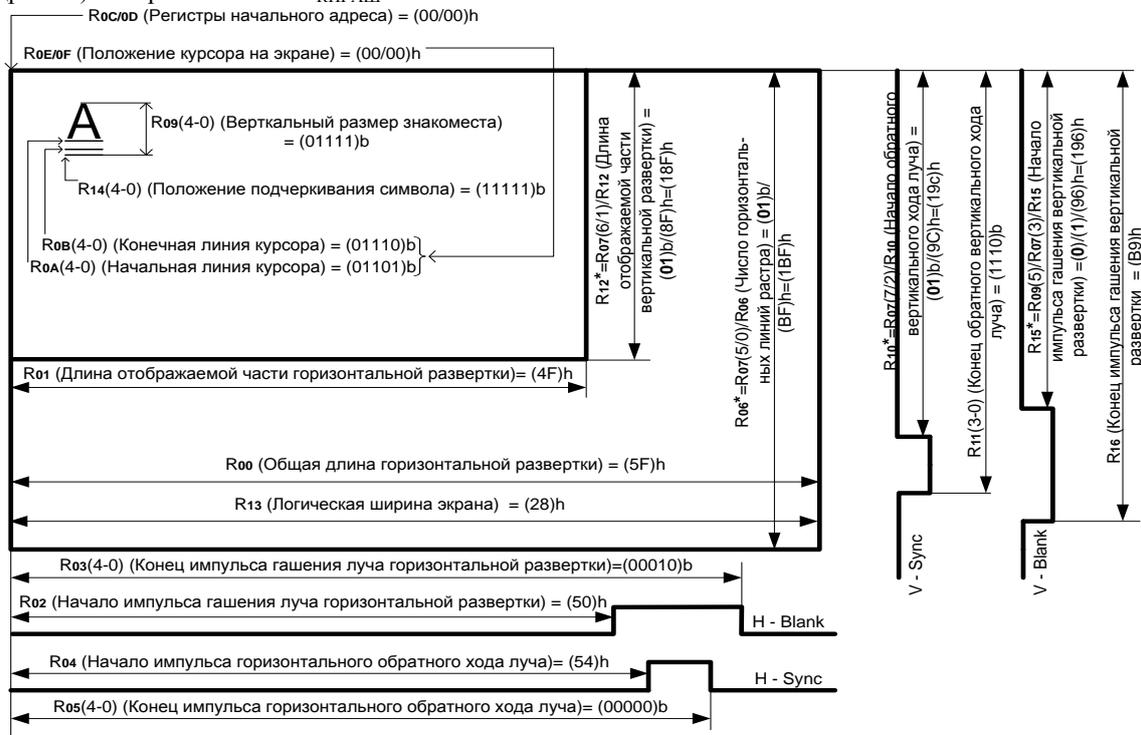


Рисунок 1 – Графическая иллюстрация временных параметров синхронизации видеоподсистемы в зависимости от содержимого регистров видеоконтроллера (интерактивный экран программы)

Регистры  $R_{04}$  и  $R_{10}$  задают расположение во времени импульсов соответственно горизонтальной и вертикальной синхронизации (HSYNC и VSYNC) и обеспечивают центрирование изображения на

экране соответственно по горизонтали и вертикали. При использовании интерфейса DVI-D можно наблюдать масштабирование изображения.

Для управления форматом экрана важным является понятие символьного такта. Содержимое регистров «по горизонтали» задается в символьных тактах, регистров «по вертикали» – в строках раstra. Понятия символа связано, прежде всего, с текстовым режимом, для которого задается матрица знакоместа размером  $n \times m$ , где  $n$  – количество пикселей в образе символа по горизонтали, включая расстояние между символами,  $m$  – количество строк раstra в образе символа по вертикали, включая расстояние между рядами символов. Символьным тактом  $T_{CLK}$  называется время отображения одной строки раstra в образе символа по горизонтали:  $T_{CLK} = n \times T_T = n / F_T$ . Здесь  $F_T$  – частота пикселей (частота точек), являющаяся опорной частотой видеоконтроллера и видеоинтерфейса.

В графических режимах временные параметры по горизонтали программируются также в символьных тактах, их называют «символами», на самом деле это «квазисимволы», слово «знакоместо» для этих режимов можно взять в кавычки. Ширина  $n$  «знакоместа» символа или «квазисимвола» не программируется, она, как и частота пикселей (частота точек)  $F_T$ , задается видеоподсистемой автоматически при выборе режима и определяет длительность символьного такта  $T_{CLK}$ .

Таким образом, при известной частоте пикселей (частоте точек)  $F_T$  содержимое регистров  $R_{00}$ ,  $R_{01}$ ,  $R_{04}$ ,  $R_{06}$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{12}$  (и дополнительного регистра  $R_{07}$  [3]) определяет основные параметры синхронизации видеоподсистемы. Надо отметить, что регистр  $R_{12}$  (с учетом соответствующих битов  $R_{07}$ ) задает в строках (линиях) раstra разрешение по вертикали. В то же время отсутствует регистр, задающий в явной форме разрешение по горизонтали.

Численное (в 16-ричной системе) содержимое регистров видеоконтроллера на рисунке 1 соответствует текстовому режиму  $80 \times 25$  при размере матрицы знакоместа  $n \times m = 9 \times 16$  (графическое разрешение  $720 \times 400$ ).

Аналогичное изображение с содержимым регистров («интерактивную графическую иллюстрацию») видит экспериментатор на экране монитора и в интерактивном режиме имеет возможность провести множество экспериментов [5], изменяя содержимое любых регистров и наблюдая характер изменения формата изображения. При использовании цифрового интерфейса в этих экспериментах наблюдается масштабирование изображения контроллером ЖК монитора.

Используя интерактивную графическую иллюстрацию, приведенную на рисунке 1 и контекстную помощь программы, можно провести для этого режима оценочный расчет параметров синхронизации видеоподсистемы, задав частоту пикселей (частоту точек)  $F_T$  равной, например, 25,175 МГц, 28,322 МГц (реально используемые частоты), или, для приближенной оценки, 25,0 МГц. Можно рассчитать все основные временные и частотные параметры синхронизации видеоподсистемы: время точки  $T_T$ , время строки  $T_C$  и частоту строк  $F_C$ , величину символьного такта  $T_{CLK}$ , время видимой части строки  $t_{BC}$ , абсолютную и относительную (в процентах) длительность строчного интервала гашения  $t_{СИГАШ}$  и  $(t_{СИГАШ}/T_C) \times 100\%$ , время кадра  $T_K$  и частоту кадров  $F_K$ , время видимой части кадра  $t_{BK}$ , абсолютную и относительную (в процентах) длительность кадрового интервала гашения  $t_{КИГАШ}$  и  $(t_{КИГАШ}/T_K) \times 100\%$ .

Кроме того, может быть сформулирована и решена задача программирования графического режима с заданными параметрами для монитора или ЖК телевизора, имеющего вход PC IN. Если из технического описания известны характеристики режимов: разрешение по горизонтали  $H$  (пикселей в строке раstra), разрешение по вертикали  $V$  (строк, или линий, раstra в кадре), частота строк  $F_C$  и частота кадров  $F_K$ , – то для программирования видеорежима, прежде всего, необходимо задаться частотой пикселей  $F_T$ . Для этого можно использовать приближенную оценку  $F_T \approx k \times H \times V \times F_K$ , где коэффициент  $k$  учитывает длительности строчного и кадрового интервалов гашения и находится в интервале  $1,3 < k < 1,7$  [3]. В расчетах надо принять во внимание связь между частотой кадров  $F_K$ , разрешением по вертикали  $V$  и частотой строк  $F_C$ . Очевидно, что для времени кадра имеем  $T_K > V \times T_C$ , значит, должно соблюдаться неравенство  $F_C > V \times F_K$ .

При выборе значения  $k$  можно учесть, что для ЖК монитора интервалы гашения могут быть уменьшены, так как не связаны, как в ЭЛТ мониторе, с обратным ходом пятна луча по строке и кадру, а используются лишь для передачи служебной информации (по стандарту VESA минимальное значение  $k = 1,05$ ).

Если известны все три частоты (пикселей, строк и кадров) для режимов работы устройств отображения, то, проведя расчеты, можно сравнить величины интервалов гашения ЭЛТ мониторов, ЖК мониторов и ЖК телевизоров.

При разработке программы были использованы инструментальные программные средства, наиболее подходящие для решения данного класса функциональных задач. Программа является аппаратно-зависимой. Результаты экспериментов зависят от режимов, поддерживаемых видеоадаптером и монитором, интерфейса и других особенностей видеоподсистемы компьютера.

Использование программы “PERUN\VGA\_SVGA” в учебном процессе способствует развитию компетенций студентов информационных специальностей.

#### **Литература**

1. Богодистова Е. С. Тельнов Г. Г. Эксперименты с периферийными устройствами с помощью компьютерных обучающих программ-тренажеров // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы XI международной научно-практической конференции (1-10 октября 2014 г., Россия, Сочи) / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У.Увайсов; Отв. ред. И.А.Иванов. – М: НИУ ВШЭ, 2014. – С. 50-55.
2. Богодистова Е. С., Мамченко А. Е., Шамров М. И. Программируемые контроллеры в компьютерных и управляющих системах // Информационные технологии. – 2014. – № 11 – С. 53-59
3. Богодистова Е. С. Организация и функционирование видеоподсистем. Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2007. – 252 с.
4. Богодистова Е. С., Тельнов Г. Г. Эксперименты с видеопамью с помощью программы визуализации // «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени»: VII Международная научно-практическая конференция. – Часть 4. – № 2 (7). – 2015. – С. 74-77.
5. Богодистова Е. С., Тельнов Г. Г. Управление форматом экрана с использованием программы визуализации // «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия»: IX Международная научно-практическая конференция (Россия, Новосибирск, 13-14.03.2015). – Часть 4. – № 2 (9). – 2015. – С. 6-9.

### **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА**

Терешкова Л.К.

*Забайкальский край, Чита, Забайкальский государственный университет*

Показаны проблемы изучения китайского языка. Рассмотрено решение – разрабатываемый программный комплекс. Показаны возможности и положительные стороны данного проекта.

#### **Software for the study of Chinese language.Tereshkova LK**

The problems of learning Chinese is showed. Having considered decision - developed software system. The possibilities and the positive aspects of the project is reviewed.

После тщательных исследований ученые пришли к мнению, что изучение китайского языка заставляет включаться в работу оба полушария головного мозга.

Традиционно считается, что за распознавание речи отвечает левое полушарие головного мозга. Однако новые исследования ученых Пекинского университета и их коллег из Гонконга показали, что это верно не для всех языков. И если, например, при распознавании английской речи, мозг действительно задействует лишь левое полушарие, то распознавание китайской требует активности и от правого. Дело в том, что классический китайский (мандаринский) язык относится к тоновым языкам. Высота звука в тоновых языках используется для различения смысла слов.

Таким образом, можно сказать, что изучение китайского языка заставляет работать наш мозг с удвоенной силой. Люди, изучающие тоновые языки, запоминают и понимают информацию быстрее, такие предметы как физика или программирование даются людям намного легче (при хорошем усердии).

С другой стороны в современном мире каждому человеку для построения успешной карьеры, перспективы дальнейшей учебы необходим иностранный язык. Самым популярным языком признан английский язык. Но в быстро развивающемся мире, экономический потенциал Китая растет огромными темпами. Все больше стран считают необходимым сотрудничать с Китаем. Для того, чтобы разговаривать с молодым населением КНР достаточно знать английский язык, но для того, чтобы вести бизнес, работать на предприятиях, понимать суть разговора более точно, необходимо изучить именно китайский язык.

Для решения проблемы изучения китайского языка без необходимости использования большого количества учебной литературы большой массы в процессе реализации находится данный программный комплекс.

Определены такие цели и задачи комплекса как развитие полушарии головного мозга, облегчение студентам процесс обучения, преподавателям данный комплекс – это отличный помощник в формировании занятий, для занятых и деловых людей – это возможность обучения в любом месте в любое время, т.е. обучение происходит самостоятельно.

Поиск слов на китайском языке существует в двух вариантах: по транскрипции и по иероглифу. Поиск по иероглифу происходит в несколько этапов:

1. Последовательное разложение иероглифа на черты по правилам
2. Соединение из отдельных черт графем, по которым будет искажаться иероглиф.

Происходит нахождение индекса в первой хэш-таблице

3. Переход во вторую хэш-таблицу, где находится оставшаяся часть иероглифа
4. По индексу в последней таблице находится искомым иероглиф

Обучение происходит по нескольким разделам: разбиение на черты, соотношение иероглифов и транскрипции или перевода, составление выражений и предложений по стандартным конструкциям. Уровни сложности обучения: новичок, разговорный, эксперт и профессионал.

Написание транскрипции иероглифа и выбор тона приводят к подстановке графического представления иероглифа. Нахождение слов в словаре производится с помощью хэш-таблиц. Для определения иероглифа используются алгоритмы контурного анализа.

Программа работает в двух режимах: ученика и учителя. В режиме учителя преподаватель может создавать тексты, и задания к ним и задания по планируемому к обучению темам. Преподаватель вводит лишь данные, всю остальную обработку информации и проверку сделанных учеником заданий выполняет программа.

Программа реализуется на языке программирования C#.

В программе планируется создать словарь, который будет храниться в базе данных. В нем будет возможен поиск как на русском, так и на китайском в двух вариантах: по транскрипции и по иероглифу. В перспективе обучение машины распознавать в отдельных чертах графы и иероглифы. При распознавании целого иероглифа планируется использовать процесс распознавания образов с помощью методов систем искусственного интеллекта и нейрокомпьютерных систем. Планируется разработка набора стандартных заданий и написание новых более совершенных заданий в режиме учителя и представление анимации и аудиосопровождения.

## **ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНЫЕ СРЕДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ЛИНГВОМЕТОДИКИ В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

*Хижняк И.А.*

*Украина г. Славянск Донецкой обл. ГВУЗ «Донбасский государственный педагогический университет»*

Показана важная роль использования средств электронной лингвометодики в работе учителя начальных классов. Предложена классификация ее технических средств, описаны разновидности одной из наиболее динамичных, постоянно обновляющихся групп – информационно-ресурсных средств электронной лингвометодики.

### **E-linguomethodics information-resource tools in the primary school teachers work. Khyzhnyak I.**

The important role of the use e-linguomethodic tools in the primary school teachers work is defined in the article. The classification of technical means are described species one of the most dynamic, constantly updated groups – information-resource tools of the e-linguomethodic.

Электронная лингвометодика – инновационная методическая отрасль, исследующая теоретические и практические аспекты применения электронных средств обучения языку и методике его преподавания, выводящая закономерности создания и использования этих средств в учебном процессе, обобщающая типичные недостатки и предлагающая пути их предотвращения и исправления.

Для эффективной организации процесса обучения младших школьников языку и чтению современный учитель начальной школы должен не только иметь общее представление о самой электронной лингвометодике, но и знать разновидности ее технических средств, а также практически освоить пути и условия применения каждой их группы в учебно-воспитательном процессе начальной школы.

В исследованиях ученых-лингвометодистов (М. Бовтенко, Р. Гарднер, А. Гарцов, И. Костикова, М. Леви, П. Хуббард и др.) наиболее обобщенно средства электронной лингвометодики разделяют на аппаратные и программные [1; 2; 3; 4; 5]. В работах М. Бовтенко, А. Гарцова и др. используется также термин «программно-ресурсные средства» [1; 2]. По нашему мнению, для эффективной работы учителя начальной школы наиболее целесообразно разделение технических средств электронной лингвометодики на три основные группы: аппаратные, программные и информационно-ресурсные средства.

Целью нашего доклада является обоснование и общая характеристика одной из наиболее многочисленных, динамичных и постоянно обновляемых групп технических средств электронной

лингвометодики – информационно-ресурсных, а также освещение их классификации, разработанной с учетом потребностей учителя начальной школы, возникающих при подготовке и проведении уроков языка и чтения.

*Информационно-ресурсными средствами* электронной лингвометодики называем совокупность лингвистических и лингвометодических документов и учебных продуктов, содержащихся в крупных информационных системах, которые могут иметь локальный характер или размещаться в сети Интернет.

В работе учителя начальных классов основными разновидностями информационных лингвометодических интернет-ресурсов, по нашему мнению, являются такие:

### **1. Развлекательно-развивающие ресурсы для учащихся начальной школы:**

а) *информационные порталы* (клубы, энциклопедии, мультимедийные библиотеки и др.) для младших школьников, на которых доступен большой объем продукции разных жанров (песни, стихи, мультфильмы, аудиоспектакли, анимации литературных и народных литературных произведений, сказочных героев, загадки, скороговорки и др.), предназначенной для репродуктивного восприятия и реализованной с помощью мультимедийных, гипермедийных, гипертекстовых технологий; эти ресурсы являются неисчерпаемым источником современного дидактического, графического, анимационного, видео и др. материала для подготовки к урокам языка и чтения в начальной школе (напр.: <http://www.solnet.ee>; <http://www.usovi.com.ua>; <http://www.soroka-vorona.info> и др.);

б) *учебные сайты*, содержащие учебно-методический материал: интерактивные уроки, развивающие игры, обучающие флеш-игры, тесты, развивающие программы, обучающее видео и т.п.; эти сайты являются основой для самостоятельной и кружковой работы учащихся по языку и чтению, для чего учитель должен анализировать доступные ресурсы, давать детям в них определенные задания, в интересной форме проверять результаты, частично элементы учебно-методического материала этих сайтов могут применяться и в ходе урока (<http://abetka.ukrlife.org>; <http://bukashka.org> и др.);

в) *сайты детской периодики*, с помощью которых учитель может пополнять собственную методическую копилку, а также привлекать к внеклассному чтению с применением мультимедийных технологий младших школьников: (<http://www.barvinok.info/>; <http://www.posnayko.com.ua>; <http://kolobochok.com.ua/> и др.).

### **2. Образовательные ресурсы для учителей и родителей:**

а) *общегосударственные нормативные и педагогические сайты*, на которых размещены нормативные документы в области образования, в том числе и для начальной школы; системное ознакомление учителей-практиков с материалами этих сайтов является обязательным требованием к их профессиональной деятельности и эффективности: (<http://zakon.rada.gov.ua/laws> ; <http://www.mon.gov.ua/ru/>) и др.

б) *интернет-магазины учебных электронных продуктов*, где выставлены для ознакомления и приобретения учебные издания по дисциплинам начальной школы, в том числе и для уроков языка и чтения: электронные учебники, пособия, тренажеры и т.д. послужат учителю основой для внедрения средств электронной лингвометодики в начальной школе (<http://www.ukrprog.com.ua/>; <http://rozumni.net/>; <http://a.soroka-tm.com.ua/>; <http://www.atlantic-records.com.ua/>; <http://novashkola.ua/> и др.);

в) *лингводидактические сайты*, представляющие результаты научно-методических поисков ученых и учителей-практиков; к этой подгруппе относятся как сайты, посвященные сугубо лингвометодике ([http://www.itlt.edu.nstu.ru/cld\\_literature.php](http://www.itlt.edu.nstu.ru/cld_literature.php) и др.), так и общепедагогические издания, касающиеся в частности и проблем электронной лингвометодики: (<http://bdpu.org/sites/bdpu.org/elearning/.pdf>; <http://www-center.univer.kharkov.ua/vestnik/.pdf> и др.);

г) *сайты методических объединений учителей начальной школы* общегосударственного, областного, районного, местного или школьного уровней; эти сайты являются неисчерпаемым источником методических материалов для учителя начальной школы, они позволяют не только принимать проверенные методические материалы, но и делиться собственными достижениями, повышать уровень собственной лингвометодической компетентности ( <http://www.nachalka.com.ua>; <http://teacher.com.ua/> и др.);

д) *личные сайты учителей начальной школы* подобные предыдущему виду образовательных ресурсов и по содержанию, и по методике применения в работе педагога, и хотя обычно содержат меньший объем материала, однако представляют достижения учителей, которые получили определенную степень методического признания (учителя высшей категории, учителя-методисты, отличники образования и др.), поэтому на этих сайтах могут предоставляться образцовые и экспериментально проверенные методические материалы: (<http://lesya3.ucoz.lv/>; <http://vandrusik.blogspot.com/>) и др.

**3. Ресурсы интернет-коммуникации**, предназначенные для учебного общения младших школьников и лингвометодической коммуникации учителей, повышающие соответственно уровень их лингвистической и лингвометодической компетентностей, делятся на два основных вида: *синхронные*:

учительские чаты, вебинары, видеоконференции и др.; *асинхронные*: электронная почта, облачные технологии, педагогические форумы и др.

Системно и планомерно изучая и используя весь арсенал информационно-ресурсных средств электронной лингвометодики, каждый учитель постепенно формирует *индивидуальный лингвометодический ресурс* в виде собрания электронных материалов по языку и методике его преподавания, зарекомендовавших свою эффективность, в виде портфолио, методической копилки, банка или базы данных и т. д.

Итак, техническое обеспечение электронной лингвометодики состоит из трех основных видов: аппаратные, программные и информационно-ресурсные средства. Наиболее динамичная и быстро обновляемая группа – информационно-ресурсные средства, основными разновидностями которых являются: развлекательно-развивающие ресурсы для учащихся начальной школы (информационные порталы, учебные сайты, сайты детской периодики); образовательные ресурсы для учителей и родителей (общегосударственные нормативные и педагогические сайты, интернет-магазины учебных электронных продуктов, лингводидактические сайты, сайты методических объединений учителей начальной школы, личные сайты учителей начальной школы); ресурсы интернет-коммуникации. Информационно-ресурсные средства преимущественно требуют систематической работы учителя в сети Интернет и реализуются в виде локального и постоянно обновляемого индивидуального лингвометодического ресурса учителя начальной школы.

### Литература

1. Бовтенко М. А. Компьютерная лингводидактика : учебн. пособ. – М.: Флинта-Наука, 2005. – 215 с.
2. Гарцов А. Д. Электронная лингводидактика в системе инновационного языкового образования : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. – М., 2009. – 534 с.
3. Костікова І. І. Теоретико-методичні засади комп'ютерної лінгводидактики : монограф. – Вінниця : «Поділля 2000», 2007. – 240 с.
4. Levy M., Gardner R. Liminality in multitasking: Where talk and task collide in computer collaborations / Language in Society. – 41(5). – 2012. – 557 – 587.
5. Hubbard, P. (Ed.) Computer Assisted Language Learning / P. Hubbard. 2009. – Vol 1. (Critical Concepts in Linguistics). – London: Routledge. – 20 p.

### РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА СТУДЕНТОВ

Шашков Л.Э.

*Московский Институт Электроники и Математики Национального Исследовательского Университета «Высшая Школа Экономики», Москва*

В статье рассматривается решение, созданное для автоматизации процесса перевода студентов из других ВУЗов в МИЭМ НИУ ВШЭ. Приложение автоматически составляет индивидуальные учебные планы для студента на основе данных академической справки и действующих учебных планов. Показан процесс обработки информации при переводе студентов, на основании следующих нормативных документов: Федеральный государственный общеобразовательный стандарт, Положение об аттестационной комиссии.

Considered solution designed to automate the transfer of students from other universities in the MIEM HSE and preparation of individual training plans based on academic record and the existing curriculum. It shows the process of information processing in the translation of students on the basis of regulations: Federal State Educational Standards and Regulations on the Certification Commission.

### Введение

Одной из задач учебного офиса, требующих автоматизации, является перевод студентов из других ВУЗов в МИЭМ НИУ ВШЭ. Данный процесс включает в себя несколько этапов. Имеется определенный алгоритм действий сотрудников учебного офиса. До текущего момента все действия выполнялись вручную с помощью обычного исследования документов и последовательного выполнения подзадач. Сейчас же, ситуация с этим вопросом упростилась до такой степени, что все, что требуется от пользователя – это ввести в систему данные из определенных документов. Результатом работы системы является индивидуальный учебный план студента и промежуточные документы будут сформированы автоматически.

Далее, в докладе будут использоваться следующие термины и сокращения: высшее учебное заведение (ВУЗ), индивидуальный учебный план (ИУП), рабочий учебный план (РУП), федеральный государственный общеобразовательный стандарт (ФГОС), система управления учебным процессом в ВШЭ (АСАВ).

#### **Исследование процесса**

Нет никакого сомнения, что процесс составления индивидуальных учебных планов требует автоматизации. Все остальные методы, повышающие эффективность выполнения данной задачи, приводят к значительному увеличению заработной платы сотрудникам. Кроме того, большое количество выполняемых вручную операций, на выполнение которых требуется много времени, приводит к снижению производительности сотрудников учебного офиса по другим задачам.

В ходе исследования по данному вопросу был выявлен алгоритм действий сотрудников учебной части при переводе студентов, который нужно было эмулировать. Было разработано приложение, которое решает задачу составления ИУП при переводе студентов программными средствами. Рассмотрим данный процесс подробнее.

Первым шагом и основанием для дальнейших действий служит приход студента в МИЭМ НИУ ВШЭ со справкой об успеваемости из того ВУЗа, в котором он обучался ранее. В данном документе содержится информация о тех предметах, которые студент изучал до перевода, о количестве часов, прослушанных по этим дисциплинам, рубежном контроле и оценивании успеваемости по пятибалльной шкале (в стандарте для всех государственных общеобразовательных учреждений применяется именно такая шкала).

1. Следующим шагом является выборка необходимых рабочих учебных планов, размещенных по адресу: <http://www.hse.ru/standards/>. Они находятся в общем доступе и их можно скачать в формате \*.xls для ознакомления. Учебные планы для каждого конкретного студента будут выбраны только по тому направлению, на которое студент будет переводиться. Количество учебных планов обусловлено теми курсами, которые студент уже закончил до перевода.

2. После двух подготовительных этапов необходимо приступить к формированию одного из ключевых документов: протокола заседания аттестационной комиссии. Согласно ФГОС высшего профессионального образования по направлениям подготовки бакалавриата, специалитета и магистратуры от 1 марта 2012 года [1] и Положению об аттестационной комиссии Высшей школы экономики [2] происходит сведение двух предыдущих документов (ИУП и РУПов) в один документ. Затем для этого документа происходит анализ и сравнение предметов (опять же в соответствии с приведенными ранее нормативными документами), изученных по данным ИУП и РУП, для выявления сходства и различий.

3. Итогом данного процесса является документ "Индивидуальный учебный план", который распечатывается, выдается на подпись ответственному сотруднику и после этого отдается студенту для ознакомления. В случае согласия с условиями, изложенными в ИУП, студент обязан будет прослушать те дисциплины, которые указаны в данном документе, и пересдать их.

4. Таким образом, алгоритм действий сотрудника учебного офиса при составлении ИУП, автоматизирован.

#### **Результаты работы по созданию решения для автоматизации процесса перевода студентов**

Программа была разработана на основе пустой конфигурации технологической платформы 1С: Предприятие 8. Интерфейс, использованный в работе: версия 8.2 или управляемое приложение. Именно эта версия интерфейса зарекомендовала себя среди пользователей как самая удобная, интуитивно понятная и выстраиваемая для пользователя так, как ему необходимо. Последняя версия оформления – Такси, в которой в основном делается упор на пользователей мобильных устройств, поэтому, на данный момент, в режиме работы Тонкого, Толстого и Веб-клиента его использование нецелесообразно.

Опишем процесс работы в приложении «Решение для автоматизации процесса перевода студентов» по пунктам.

##### **1. Разграничение прав доступа.**

Для реализации ограничения прав доступа в конфигурации используются специальные объекты – Роли. Каждой роли можно присваивать определенные права доступа ко всем объектам метаданных конфигурации (просмотр, редактирование, удаление и т.д.). По этому принципу были созданы три Роли: *Полные права*, *Учебная часть* и *Преподаватель*. Далее, при создании новых пользователей и добавлении им определенных ролей, администратору системы необходимо присвоить роли отдельно каждому пользователю. Первым пользователем в системе вводится Администратор, который будет иметь *Полные права* и иметь полный и бесконтрольный доступ к системе. После этого может вводиться следующий пользователь - администрация той организации, в которой работает система. И, наконец, вводятся ключевые фигуры нашего процесса – сотрудники учебной части и преподаватели.

##### **2. Начало работы в системе.**

После ввода имени пользователя и пароля система, с учетом присвоенных прав доступа, отобразит элементы, доступные пользователю.

Для сотрудников учебной части в появившемся стартовом окне программы отображается рабочий стол. На нем располагаются списки необходимых для работы документов следующих типов: ***Справка об успеваемости, Рабочий учебный план, Протокол заседания аттестационной комиссии и Индивидуальный учебный план.***

На панели разделов видны две вкладки. Рабочий стол, переход к которому возможен из любого открытого окна. Учебная часть – в этой вкладке есть доступ ко всем справочникам, документам и другим элементам конфигурации, необходимым для работы данного органа. Все эти элементы выведены либо списком, либо скрываются на панели навигации.

3. Ввод информации о студенте для перевода.

Прибывший студент для осуществления перевода предоставляет в учебную часть документ об успеваемости – академическую справку, выданную тем ВУЗом, в котором он обучался ранее. После консультации с сотрудниками учебной части было принято решение вводить эту справку вручную, так как студенты обычно приносят ее только в печатном виде. В систему вводится информация о студенте, прошлом ВУЗе обучения, специальности, направлении и другие данные. Ключевыми из них являются сведения о прослушанных и сданных дисциплинах, количестве часов, отведенных на каждую из них, и оценках по рубежному контролю.

Закончив манипуляции с документом, нужно нажать кнопку *Провести*. После этого есть возможность сохранить получившийся документ на диск во многих форматах, в том числе самых распространенных: \*.pdf, \*.xls. Также справку можно вывести на печать на принтере.

4. Загрузка в систему Рабочих учебных планов.

Система АСАВ в ВШЭ выгружает созданные учебные планы на сайт для открытого доступа студентов, абитуриентов и преподавателей. При подходе к решению были использованы лишь данные общего доступа, без задействования бесшовного взаимодействия. Поэтому загрузка вручную производится только для тех РУПов, которые необходимы нам на момент перевода студента. Оптимизация заключается в том, что один учебный план вводится единожды, и система предусматривает его дальнейшее использование для любых студентов.

Для облегчения создания одноименных документов создана уникальная функция обработки, которая позволяет производить загрузку РУПов простым копированием в систему данных из загруженного файла. В итоге, при нажатии на кнопку *Загрузить*, при корректном вводе данных, создается документ *Учебный план*, который можно открыть и просмотреть в списке документов этого типа.

5. Создание документа Протокол заседания аттестационной комиссии.

Для создания документа *Протокол заседания аттестационной комиссии* потребуется лишь выбрать уже созданный документ *Справка об успеваемости* и ввести данные в шапке формы. После этого необходимо заполнить табличные части «Данные об успеваемости» и «Учебный план» - они заполняются простым нажатием на кнопку *Заполнить*.

Необходимо обратить внимание на то, что при создании документа *Протокол заседания аттестационной комиссии* раньше постоянно приходилось искать эти данные и добавлять их для анализа в документ. Сейчас система осуществляет поиск нужных ей учебных планов самостоятельно, сотрудникам необходимо лишь заранее ввести их данные.

И наконец, следует заполнить последнюю таблицу «Результат сравнения». В ходе заполнения этой таблицы включается в работу алгоритм, анализирующий дисциплины, часы и оценки, приведенные в первых двух табличных частях. Его выполнение происходит по стандартам, описанным в документах ФГОС и Положении об аттестационной комиссии.

6. Создание, распечатка и сохранение на диске документа Индивидуальный учебный план.

Создание документа «Индивидуальный учебный план» происходит по простой схеме. Стоит лишь нажать на кнопку *Создать* на основании в форме документа *Протокол заседания аттестационной комиссии*, и документ будет создан автоматически. Для того, чтобы просмотреть его, нужно открыть список этих документов и выбрать последний созданный.

Если есть необходимость в выгрузке этого документа на диск, либо распечатке на принтере, то используется кнопка *Печать*. При нажатии на нее документ отобразится на экране так, как он бы выглядел на листе формата А4. После чего можно сохранять документ на диск, либо распечатать с использованием средств, предоставленных платформой 1С.

**Заключение**

В заключение, хотелось бы акцентировать внимание на том, что решение многих задач, с которыми сталкиваются сотрудники учебного офиса, автоматизировано. Но решение для автоматизации процесса перевода студентов является уникальным, так как не имеет аналогов ни в сфере

образования, ни в сфере типовых конфигураций 1С. При этом разработанное решение целиком и полностью учитывает специфику МИЭМ НИУ ВШЭ.

Система имеет большие возможности для дальнейшего развития, доработки и внедрения нового функционала на базе существующих нормативных документов, АСАВ и исследования многих алгоритмов работы сотрудников учебного офиса.

#### **Литература**

1. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/336> - ссылка на документы ФГОС сайта Минобрнауки.
2. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.hse.ru/docs/131015497.html> - Положение об аттестационных комиссиях образовательных программ высшего образования и порядке проведения аттестации от 27.06.2014 г.
3. Ерохина Е.А., Шашков Л.Э. Система генерации индивидуальных учебных планов при переводе студентов // Информационные технологии в науке, образовании и управлении: труды международной конференции IT + S&E`15 (Гурзуф, 22 мая – 01 июня 2015 г) / под. ред. проф. Е.Л. Глориозова. М.: ИНИТ, 2015. Весенняя сессия. С. 333-341.
4. Радченко М. Г. (фирма "1С"), Хрусталева Е. Ю. 1С:Предприятие 8.3 Практическое пособие разработчика, "1С-Публишинг", ISBN 978-5-9677-2041-3, 965 стр.
5. *Аджеронок В. А., Габеев А. П., Гончаров Д. И., Козырев Д. В., Кухлевский Д. С., Островерх А. В., Радченко М. Г., Хрусталева Е. Ю.* Профессиональная разработка в системе 1С: Предприятие 8, "1С-Публишинг" (ISBN 978-5-9677-1790-1).

### **ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ОБУЧЕНИИ БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКЕ В СЕТЕВОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ШКОЛЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Щеглов Ю.А.  
*Новосибирск, НГУЭУ*

Рассмотрены проблемы использования учебной технологии «модельное предприятие» в условиях перехода на электронное обучение и индивидуальные учебные траектории. В основе традиционного построения данной технологии лежат методы активной работы учащихся, базирующихся на имитации реальных процессов деятельности предприятия. Новые условия, которые обусловлены возросшей ролью самостоятельной работы студентов и повсеместным внедрением электронного обучения, требуют критического осмысления некогда популярной технологии и её адаптации под современные формы web-обучения.

#### **Educational technology «model enterprise» for study business informatics in the online distance school of novosibirsk region. Shcheglov Y.**

This article discusses problems of the use of educational technology «model enterprise» in the transition to e-learning and individual learning instruction. The model enterprise technology is based on methods of active student learning simulating real business processes of enterprise. The new conditions, caused by the increased role of independent student work and the widespread implementation of e-learning require critical thinking about once popular technology and its adaptation to the modern forms of web-learning.

#### **1. Новые требования к технологии «Модельное предприятие»**

Традиционно технология «модельное предприятие» использовалась для очной формы обучения. Активные методы, лежащие в основе данной технологии, через имитационную деятельность учащихся позволяли эффективно изучать деятельность предприятия. С приходом в жизнь Интернет меняются учебные технологии. Интернет обеспечил быструю удаленную связь учащийся-преподаватель, и тем самым способствовал развитию методов обучения, ориентированных на самостоятельную работу учащихся. Телекоммуникационный проектный метод стал одним из эффективных подходов к обучению на основе деятельностного подхода.

Уже более двадцати лет технология модельного предприятия используется в отечественных ВУЗах для обучения менеджеров и экономистов основам организации деятельности предприятия. В середине 90-х годов данный подход начал применяться в Новосибирском государственном университете для изучения основ организации деятельности предприятия. Данный подход и сейчас используется на экономическом факультете в обучении будущих менеджеров и экономистов [8,14].

Развитие Интернет-технологий и индивидуального подхода к обучению привели к новым тенденциям, которые апробированы в последние годы, в том числе в обучении школьников в

региональном проекте «Сетевая дистанционная школа» (СДШ). Данный проект на протяжении более пяти лет развивается в системе образования Новосибирской области и является хорошей инновационной площадкой для поиска и отработки решений в области электронного дистанционного обучения. В проекте выделено несколько направлений. Одним из направлений проекта является разработка и апробация технологии обучения школьников по информационно-экономическому профилю, или, более точно, обучение бизнес-информатике. Изучение вопросов информатики применительно к экономической сфере является важным направлением образования в разных странах, например, в Германии [9]. Ведь практически все сегодняшние школьники – потенциальные работники предприятий и организаций. В силу объективных причин имеются значительные трудности по реализации данного профиля в рамках традиционного учебного процесса школы, так как специалистов по данной предметной области в школах нет. Но в рамках дистанционного обучения эта проблема решается.

Обучение бизнес-информатике в СДШ включает изучение материалов профильных дисциплин «Информатика и ИКТ» и «Экономика», а также элективных курсов, построенных на основе опыта преподавания основ экономики и предпринимательства, основ информационных систем и web-коммуникаций на младших курсах высшей школы и в старших классах общеобразовательной школы [5,10]. Изучение элективных курсов основывается на технологии модельного предприятия [11,12]. В работе [6] подробно рассмотрены вопросы организации профильного дистанционного обучения бизнес-информатике. В ходе адаптации технологии модельного предприятия к условиям дистанционного обучения были сформированы новые требования к цифровым учебным ресурсам и к работе преподавателей и учителей.

Изучение бизнес-информатики предполагает, что учащиеся уже получили представление об устройстве экономики государства и об основных экономических субъектах. В рамках регионального проекта сетевой дистанционной школы для этих целей была предусмотрена программа предпрофильной подготовки в сфере экономики. В её основе - учебное пособие, разработанное международным университетским консорциумом [1], и подготовка учителей экономических дисциплин.

## **2. Телекоммуникационные проекты**

В основу технологии модельного предприятия изначально был положен подход, ориентированный на имитационную деятельность обучаемых, которые в ходе решения конкретных задач проверяют свои собственные представления о предметной области, т.е. о деятельности предприятия. Изучаемая область может различаться как по содержанию, так и по учебным целям. При решении поставленных задач обучаемые могут действовать самостоятельно, развивая свои способности.

Ориентированные на деятельность методы обучения подробно представлены в печатных изданиях. В книге Ф.-Й.Кайзера и Х.Каминского «Методика преподавания экономических дисциплин. Основы концепции, направленной на активизацию процесса обучения, с примерами» [3] представлены такие методы, как изучение на основе конкретного случая, ролевые и деловые игры, проектный метод, метод направляющего текста, мастерская будущего др.

В традиционном модельном предприятии, технология которого формировалась ещё в «доинтернетовский» период, были использованы методы, которые нацелены на активное взаимодействие учащихся друг с другом (активные методы обучения). Активные методы нашли широкое применение не только в «модельном предприятии». В модельном предприятии активные методы используются и сегодня при организации аудиторных групповых занятий. В НГУ по этой технологии изучают основы маркетинга [13,15], основы создания предприятия [8]. В НГУЭУ по данной технологии магистранты изучают информационные технологии в маркетинге высокотехнологичной продукции.

Изменение ситуации в образовании, которое во многом обязано появлению сети Интернет и технологий электронного обучения, привело к появлению эффективных каналов передачи информации. Это, в свою очередь, способствовало росту интереса к самостоятельной работе учащихся. Современные стандарты и новые технологические возможности в организации коммуникаций между учащимся и преподавателем поставили задачу перевода технологии «модельное предприятие» на «новые рельсы». Имитационная деятельность учащихся в условиях, приближенных к реальным, остаётся в центре технологии (условно назовем её «модельное предприятие on-line»).

Интенсивное использование индивидуальной работы сегодня вытесняет из процесса обучения активные методы. Чтобы удержать в основе обучения деятельностный подход можно использовать идеи проектного метода обучения, который в сочетании с web-технологиями получил название «метод телекоммуникационного проекта» [2,4,7].

## **3. Поддержка проектной работы**

Одной из важнейших характеристик электронного обучения является длина временного интервала между возникновением у учащегося проблемы и получением помощи по разрешению этой проблемы. Проблемные ситуации могут возникать по причине неспособности учащегося найти учебный материал, необходимый для решения поставленной задачи, с одной стороны, или неспособности справиться с выполнением задания при наличии необходимых знаний, с другой стороны. Как в том, так и

в другом случае, учащемуся требуется помощь. И чем быстрее эта помощь будет ему предоставлена, тем быстрее будет преодолена проблемная ситуация, а значит возобновлено движение вперед.

Кто может оказать помощь учащемуся в работе над телекоммуникационным проектом? В общем случае существуют три возможности: преподаватель, учебные материалы изучаемого курса, другие учащиеся.

**Преподаватель на расстоянии одного клика.** В данном случае эффективность помощи учащемуся связана с наличием постоянной связи с преподавателем. В СДШ в распоряжении учащегося и преподавателя находятся синхронная и асинхронная связи. Преподаватель не может обеспечивать синхронную связь (связь online) на протяжении долгого времени. Однако, краткосрочные online консультации или вебинары, которые обеспечиваются сегодня различными интернет-сервисами, могут удовлетворить потребности учащихся в online общении на расстоянии.

Наиболее удобным способом связи учащегося с преподавателем является асинхронная связь, которая реализуется через электронную почту или web-коммуникацию. Такие средства входят в состав Региональной системы дистанционного образования Новосибирской области, которая построена на основе СДО MOODLE.

В технологии «модельное предприятие online» предусматривается несколько видов связи обучаемого с преподавателем: с помощью средств СДО MOODLE, через электронную почту, через сервис проведения вебинаров. Если технология «модельное предприятие online» используется для учащихся очной формы обучения, то вебинары могут быть заменены очными занятиями.

**Интеллектуализация учебных материалов.** Помощь со стороны специальных средств поддержки учения, встроенных в учебные материалы и технологию обучения, как правило, является наиболее быстрой и комфортной для учащегося.

Это могут быть ориентированные на изучаемую область учебные ресурсы: глоссарии, справочники с часто задаваемыми вопросами, экспертные системы. Первая основная задача подобных средств – умение понять проблему, которая послужила причиной обращения за помощью. Вторая - поиск решения и предоставление рекомендаций. Решения двух обозначенных задач пока остаются в области упреждающих подходов. Перспективным направлением в повышении эффективности средств поддержки является их интеллектуализация.

Большинство сегодняшних учебных материалов, ориентированных на самостоятельное изучение, представляет собой гипертекст, близкий к тексту печатного формата, снабженный навигацией. Такие средства создаются преподавателями и по этой причине не будут высокотехнологичными до тех пор, пока в руках преподавателей, создающих учебные ресурсы, не появится простая и доступная технология создания эффективных учебных ресурсов. Здесь идет речь именно о создании учебных ресурсов, а не о создании электронных курсов. Организация и использование цифровых учебных ресурсов в рамках того или иного курса - это другой вопрос.

В целях поддержки самостоятельной работы учащихся в СДШ предусматривается развитая система контекстной помощи, наличие базы данных со специальными учебно-методическими ресурсами из сферы «часто задаваемых вопросов», а в перспективе - система интеллектуальных агентов для мониторинга работы учащегося. Наличие в системе информации о деятельности учащегося до момента возникновения затруднения создаёт информационную основу для более точного определения причин затруднения в работе над проектными заданиями.

### **Литература**

1. Буфетова А.Н., Веселая Л.С., Дилавинова З.А., Лиманова Е.Г., Щеглов Ю.А. Экономика. 8-9 классы. Учебное пособие для общеобразовательных организаций. Новосибирский гос.университет, 2013, 264 с.
2. Исаева Н.А. Проектный метод в изучении предприятия // Методы модельного предприятия. Материалы зимней школы-семинара «Методы модельного предприятия». Новосибирский государственный университет, 2001, с.103-122
3. Кайзер Ф.-Й., Каминский Х. Методика преподавания экономических дисциплин. Основы концепции, направленной на активизацию процесса обучения, с примерами. Санкт-Петербург, 2002 г.,
4. Моисеева М.В., Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Интернет в образовании: специализированный учебный курс. – М: «Обучение-сервис», 2006, с 248.
5. Носков И.В., Казаков В.Г., Казаков В.В., Щеглов Ю.А. Веб студия для создания и применения учебных мультимедиа лекций // Технологии информационного общества в науке, образовании и культуре: сборник научных статей. Труды XVII Всероссийской объединенной конференции «Интернет и современное общество» (IMS-2014), Санкт-Петербург, 19-20 ноября 2014 г.-СПб: Университет ИТМО, 2014. – 343-346
6. Перкова В.Г., Щеглов Ю.А. Поддержка экономического образования международным консорциумом и интернет-технологиями. Вестник НГУЭУ. 2012. № 2. С. 21-25.

7. Полякова Г.Л. Изучение бизнес-процессов в модельном предприятии // Экономика. Вопросы школьного экономического образования. Международный учебно-методический журнал. 1998. №3. С.81-102.
8. Соломенникова Е.А., Прищенко Е.А., Исаева Н.А. Модельное предприятие. Учебное пособие. Издательство Института экономики и организации промышленного производства СО РАН. Новосибирск, 2014.
9. Шрёдер Р. Информационные технологии, их роль в трансформации и развитии экономических отношений. Вопросы школьного экономического образования. Международный учебно-методический журнал. 2011. №1. С.8-15.
10. Щеглов Ю.А. Экономическое образование и новые информационные технологии // Экономика в школе. 1998. №1. С.16-28.
11. Щеглов Ю.А. Анатомия модельного предприятия // Методы модельного предприятия. Материалы зимней школы-семинара «Методы модельного предприятия». Новосибирский государственный университет, 2001, с.3-25
12. Щеглов Ю.А. Модельное предприятие как образовательная технология // Экономика. Вопросы школьного экономического образования. Международный учебно-методический журнал. 1998. №3. С.60-62.
13. Щеглов Ю.А. Изучение основ маркетинга в модельном предприятии // Экономика. Вопросы школьного экономического образования. Международный учебно-методический журнал. 1998. №3. С.44-49.
14. Щеглов Ю.А. Изучение маркетинга на основе конкретного случая // Методы модельного предприятия. Материалы зимней школы-семинара «Методы модельного предприятия». Новосибирский государственный университет, 2001, с.3-25
15. Щеглов Ю.А. Анатомия маркетинга: учебное пособие для ВУЗов. – Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2008. -285 с.

#### **СИНТЕЗ УНИКАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КС-ГРАММАТИК В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Спиридонов Р.С.

*Московский Физико-Технический Институт, г. Долгопрудный*

Разработан метод алгоритмизации задач в системах электронного обучения, позволяющий генерировать различные варианты одной и той же задачи перед формированием домашнего задания студентам одной учебной группы. Предложен унифицированный формат таких задач, поддерживающий автоматизированную оценку ответов студентов по произвольным типам ввода.

#### **Synthesis of unique homework questions with context-free grammars in systems of e-Learning. R.S. Spiridonov.**

Method for making questions algorithmic in systems of e-Learning is developed. The method allows generating different variants of the same question before assigning it as part of homework to students of the same study group. Unified format for such questions is considered, supporting automated evaluation of student responses of different input types.

С появлением веб-приложений с динамическим содержанием, использующих клиент-серверную архитектуру Web 2.0, началось их активное использование в сфере образования. С конца 90-х годов в высших учебных заведениях как в России, так и во всем мире, активно внедряются информационные системы, автоматизирующие процесс обучения и взаимодействия с преподавателем. Речь идет как об открытых системах управления обучением (Moodle, Sakai) [1], так и о коммерческих решениях [2], лицензируемых университетами у мировых издательств учебной литературы.

Неотъемлемой частью любой системы электронного обучения является модуль тестирования и назначения домашних заданий. У каждого преподавателя в системе есть одна или несколько учебных групп. Таким образом, преподавателю необходимо на еженедельной основе выдавать набор домашних задач каждому студенту из своих учебных групп, а так же производить периодические контрольные мероприятия в классе. При выдаче домашнего задания или контрольной работы необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

1. Каждый студент должен получить задание, собранное из задач одинаковой сложности;
2. Необходимо лишить студентов возможности списывания или обмена ответами, т.е. каждый студент в пределах учебной группы должен получить уникальный вариант задач.

Эту проблему можно решить, используя предметно-ориентированный язык (Domain-Specific Language, DSL), являющийся контекстно-свободным (КС), для кодирования задач. Свойство КС-языка позволяет автоматически генерировать парсер алгоритма, написанного на таком языке, используя стандартные средства [3]. Парсер позволяет строить синтаксическое дерево разбора для выполнения алгоритма.

Рассмотрим обобщенное определение задачи, заданное в форме модели XML, позволяющее интегрировать в себе различные типы вопросов (см. код 1). Такая обобщенная задача состоит из нескольких частей:

- `<question>`: Текст вопроса в формате HTML, дополненного тегами для различных типов содержимого, таких как график (`<graph>`), формула (`<formula>`), поле для ввода `<field>` (тип вопроса).
- `<correctN>`: правильный ответ к N-му по порядку полю `<field>`; здесь описывается ожидаемый ответ и метод оценки: у каждого типа ввода должен быть указан свой специфичный алгоритм автоматической оценки ответа.
- `<algorithm>`: описание алгоритма DSL, используемого для генерации вариаций задачи.

Множество вариантов одной задачи обеспечивается использованием алгоритмических значений в содержимом вопросов и ответах, вставляемых с помощью конструкции `<alg>{имя_переменной}</alg>`. Значения алгоритмических переменных определяются из алгоритма. Таким образом, алгоритм определяет зависимость переменных-ответов от переменных-условий задачи; при этом, и входные данные задачи в `<question>`, и правильные ответы в `<correctN>` кодируются с использованием этих переменных.

Рассмотрим синтаксис алгоритма. Любой алгоритм начинается с объявления используемых в нем переменных с помощью ключевого слова **var**:

**var** {имя\_переменной} = {выражение}

Часть переменных генерируется случайным образом из заданного диапазона значений – такие переменные являются *базисом алгоритма*. Например, функция `oneof(x1, x2, ...)` возвращает значение из фиксированного набора значений (число или строка), а функция `real(min, max, step)` – вещественное значение в диапазоне `[min, max]`, кратное шагу `step`.

Далее, с использованием допустимых функций и операций вычисляются остальные переменные. Таким образом, блок алгоритма должен задавать решение задачи как зависимость вектора ответов от вектора входных данных, или наоборот, в зависимости от стиля кодирования:

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{\text{ответ}} = f(\overline{\text{входные данные}}) \\ \text{базис: } \overline{\text{входные данные}} \end{array} \right. \quad \text{или} \quad \left\{ \begin{array}{l} \overline{\text{входные данные}} = f(\overline{\text{ответ}}) \\ \text{базис: } \overline{\text{ответ}} \end{array} \right.$$

```
<item>
<algorithm> <!--DSL -->
  var a=integer(1,10,1); <!--ALG-VARIABLE -->
  var b=integer(10,20,1);
  var c=a+b;
</algorithm>
  <question> <!-- QUESTION STATEMENT -->
  How much is
  <alg>a</alg>+<alg>b</alg>? <!-- ALG-VALUES -->
  <field type='number' /> <!-- QUESTION 1 -->
</question>
<correct1> <!-- CORRECT ANSWER 1 -->
  <correct method='string'>
    <alg>c</alg>
  </correct>
</correct1>
</item>
```

Код 1. Модель XML алгоритмической задачи.

Рассмотрим упрощенную грамматику языка в предположении, что на вход грамматики поступают лексемы, обработанные лексическим анализатором (токены). Виды токенов: **VAR** – ключевое слово, **ID** – идентификатор (имя переменной), **NUM** – число, **FUNC** – одна из определенных функций алгоритма, **;** – разделитель строчек алгоритма. Токены являются терминальными символами грамматики.

$S \rightarrow STMT; S \mid \varepsilon$

$STMT \rightarrow \mathbf{VAR ID} = \mathit{EXPR} \mid \mathbf{ID} = \mathit{EXPR}$

$\mathit{EXPR} \rightarrow \mathit{TERM} \mid \mathit{TERM} + \mathit{EXPR} \mid \mathit{TERM} - \mathit{EXPR}$

$\mathit{TERM} \rightarrow \mathbf{FUNC}(\mathit{EXPR}) \mid (\mathit{EXPR}) \mid (\mathit{EXPR}) * \mathit{TERM} \mid (\mathit{EXPR}) / \mathit{TERM}$

$\mid \mathbf{NUM} \mid \mathbf{NUM} * \mathit{TERM} \mid \mathbf{NUM} / \mathit{TERM} \mid$

$\mid \mathbf{ID} \mid \mathbf{ID} * \mathit{TERM} \mid \mathbf{ID} / \mathit{TERM}$

Код 2. Упрощенная КС-грамматика для алгоритма задачи.

Из первого правила следует, что грамматика порождает язык, которому принадлежат присваивания, разделенные точкой с запятой (;). Каждое присваивание представляет собой определение переменной вида **[var]** {имя} = {выражение}, где «выражение» - это арифметическое выражение, которое может использовать числовые значения (**NUM**) или имена переменных (**ID**).

Данная КС-грамматика является LL(1)-грамматикой [4] и, таким образом, поддерживает автоматическую генерацию парсера, используя такие программные средства, как YACC или Bison на языке C [5,6] или JavaCC на Java [7].

Предложенный метод позволяет сэкономить значительное время работы преподавателя путем автоматизации процесса генерации уникальных вариантов задач при формировании домашних или контрольных заданий. Подход универсален, то есть подходит для любых из существующих систем электронного обучения, при условии реализации в них независимого модуля работы с задачами в формате, поддерживающем предложенный алгоритмический КС-язык.

#### Литература

1. Кривичев А.И., Сидоренко В.Н. Использование открытых систем управления обучением в вузах // Информационные Технологии в Образовании. Томск, 2010. С. 270–273.
2. Docebo S.p.A. E-Learning Market Trends & Forecast 2014 - 2016 Report. 2014. 48 p.
3. Aho A. V., Sethi R., Ullman J.D. Compilers Principles, Techniques, and Tools. Addison-Wesley, 1986.
4. Knuth D. On the translation of languages from left to right // Information and control. 1965.
5. Donnelly C., Stallman R. Bison — The YACC-compatible Parser Generator. Boston, MA, 1995.
6. Johnson S.C. Yacc — yet another compiler compiler. Murray Hill, NJ, 1975.
7. Copeland T. Generating parsers with JavaCC. 2007.

### СЕТЕВОЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Надеждин Е.Н.

Москва, ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»

**Аннотация:** Рассмотрена задача формального представления интегрированной системы управления образовательной организацией на основе сетевых моделей. Разработан подход к построению модели объекта исследования, использующий композицию априорно установленных каркасов и введенного набора сигнатур.

**Ключевые слова:** интегрированная система управления, технологический процесс, сетевая модель, каркас, сигнатура.

#### A network approach to the modeling of integrated management systems.

**Abstract:** The problem of formal presentation of the educational management system of the Organization on the basis of network models. Developed an approach to model building research facility that uses composition frames and installed a priori introduced signature set.

**Keywords:** integrated management system, workflow, network model, frame, signature.

Одной из ведущих тенденций в области автоматизации управления многоплановой деятельностью образовательных организаций является создание интегрированных систем управления [2]. Опираясь на основополагающие положения теории систем и системного анализа [1], рассмотрим особенности сетевого *подхода* к формализации организационно-технологического процесса (ОТП) в контурах интегрированной системы управления образовательной организацией (ИСУ ОО).

Под моделью  $M^*$  будем понимать некоторое множество  $M$  с заданным на нём набором отношений  $\{r_1^{(i_1)}, r_2^{(i_2)}, \dots, r_m^{(i_m)}\}$  соответственно арности  $i_1, i_2, \dots, i_m$  и сигнатурой (именами отношений)  $Q = \{R_1^{(i_1)}, R_2^{(i_2)}, \dots, R_m^{(i_m)}\}$ , где  $r_k^{(i_k)} = \beta(R_k^{(i_k)})$ . Упорядоченный набор (кортеж)  $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in \beta(R^{(n)})$ , удовлетворяющий  $n$ -местному ( $n$ -арному) отношению  $r^{(n)} = \beta(R^{(n)})$  есть подмножество декартова произведения  $r^{(n)} \subset M \times M \times \dots \times M$  ( $n$  - раз) множества  $r^{(n)} \subset M \times M \times \dots \times M$  ( $n$ -раз) множества  $M$ .

Математическая модель  $M^* = (M, \{r\})$  некоторого объекта есть модель формальной теории  $T = (Q, \{F\}, \{\rho\})$ . При этом теория  $T$  есть аксиоматическое описание наиболее важных выделенных свойств данного объекта, подчиняющихся определённым закономерностям на основе множества аксиом  $\{F\}$  данной теории и множества правил вывода  $\{\rho\}$ .

Для формулировки положений предлагаемого подхода к моделированию необходимо обосновать структуру и выделить основные свойства исследуемого объекта, которые зависят от трёх факторов: 1) уровня знаний о природе объекта; 2) уровня знаний о его взаимоотношениях с внешней средой; 3) необходимой степени абстрагирования как самого объекта, так и внешней среды.

Удобным средством для описания полиморфных (многоаспектных) объектов (исследования) выступает специальная логическая конструкция - *каркас*:

$$K = ((M, \beta), Q_2, E) \text{ или } K = (M, \{r_k\}, \{\Theta_j\}, \{E_n\}).$$

Здесь  $M$  - базовое множество;  $\beta$  - функция, ставящая в соответствие именам отношений  $\{R_k\} = Q_1$  в сигнатуре  $Q_1$  множество отношений  $\{r_k\}$ , т.е.  $r_k = \beta(R_k)$ ;  $Q_2 = \{\Theta_j\}$  - сигнатура  $Q_2$  с множеством имен отношений  $\{\Theta_j\}$ , не имеющая общих имен отношений с  $Q_1$ ;  $E = \{E_n\}$  - множество аксиом, в которых участвуют имена отношений из  $Q_1$  и  $Q_2$ .

Модель  $M_0^* = (M, \{r_k\})$  будем называть *базовой моделью каркаса* в сигнатуре  $Q_1$ . На том же базовом множестве  $M$  может быть определена и вторая модель  $M_2^* = (M, \{g_k\})$  или  $M_2^* = (M, \nu)$  в сигнатуре  $Q_2 = \{\Theta_j\}$  с функцией  $\nu$ , ставящей в соответствие именам отношений  $\{\Theta_j\}$  отношения  $\{\mu_j\}$ , т.е.  $\Theta_j = \nu(\mu_j)$ .

*Состоянием каркаса* назовём модель  $KS = (V, \pi)$  в сигнатуре  $Q = Q_1 \cup Q_2$ , для которой функции  $\beta$  и  $\pi$  совпадают в сигнатуре  $Q_2$ , и при этом выполняется аксиоматика  $E = \{E_n\}$ . На наш взгляд, понятие каркаса является весьма продуктивным при формализации ОТП, поскольку на одном множестве строятся модели в принципиально различных сигнатурах. На основе данного термина может быть адекватно отображено такое важное свойство ИСУ ОО как полиморфизм (многоаспектность). Построение базовой модели каркаса можно рассматривать как членение системы, а сам каркас – как её формальное представление. Имена отношений  $\Theta_j$  - суть возможные отношения на базовом множестве  $M$ , а отношения  $\{r_k\}$  уже зафиксированы в базовой модели. Для выделения второго множества введём понятие *композиции каркасов*.

Каркас  $K = (M, \{r_k\}, \{\Theta_j\}, \{E_n\})$  назовём композицией каркасов двух каркасов  $K_1 = (M_1, \{r_k^1\}, \{\Theta_j^1\}, \{E_n^1\})$  и  $K_2 = (M_2, \{r_k^2\}, \{\Theta_j^2\}, \{E_n^2\})$ , если выполняются условия  $M = M_1 \cup M_2$ ,  $\{r_k\} = \{r_k^1\} \cup \{r_k^2\}$ ,  $\{\Theta_j\} = \{\Theta_j^1\} \cup \{\Theta_j^2\} \cup \{H\}$  и  $\{E_n\} = \{E_n^1\} \cup \{E_n^2\} \cup \{E_n^3\}$ . Здесь  $H$  - имя двухместного отношения, которое интерпретируется как соответствие между базовыми множествами  $M_1$  и  $M_2$ ;  $\{E_n^3\}$  - множество аксиом, определяющих тип композиции.

В соответствии с описанным подходом произвольную автоматизированную систему  $S$  (или её отдельные подсистемы  $S_k, k = \overline{1, r}$ ) можно задать множеством композиций каркасов - *поликаркасом*. Состояние такого поликаркаса есть конкретная реализация (модель системы), в которой базовое

множество является объединением всех базовых множеств каркасов  $M_k$ , а множество отношений  $\{r_k\}$  характеризует все отношения между элементами  $M$ ,  $M_k$  и вариантами их возможных композиций.

Таким образом, в рамках введённых обозначений декомпозиция объекта исследования осуществляется на основе его формального представления каркасами. Из базового множества  $M_B$  выделяют классы субобъектов и подсистем. В результате получают базовые подмножества  $M_B^k$ . Для построения соответствующих каркасов на них фиксируют множества отношений в интересующих нас аспектах.

Отображение многоаспектности объекта достигается за счёт построения нескольких каркасов на одних и тех же подмножествах  $M_B^k$  и различных композиций каркасов для непересекающихся и пересекающихся подмножеств. Конечным результатом декомпозиции является построение структурных моделей объектов  $S(P)$  с целью нахождения наилучшего отображения  $\lambda : S(P) \rightarrow L(D)$  множества  $S(P)$  в формальный язык с грамматикой  $D$ . В нашем случае формальный язык представляет собой конкретную математическую схему [2].

Принципиальный характер при декомпозиции и формализации модели ИСУ ОО имеют следующие условия [3]:

- достижение разумного компромисса между сложностью формального представления набора сетевых моделей на основе рекомендаций общей теории систем и заданным уровнем детализации и абстрагирования от несущественных свойств объекта-оригинала;
- конструктивное использование при синтезе моделей понятийного аппарата и инструментария теории подобия и моделирования;
- обоснование такого разбиения на подмножества и типы отношений, образующие древовидные сети, которые адекватно могут быть представлены с помощью графов (вершин и связей между ними соответственно) и аппарата теории множеств;
- выделение иерархии слабосвязанных подсистем и обеспечение однородности моделей (объектов) внутри этих подсистем различной сложности с целью структурирования проблемных языков на проблемные разделы, грамматические блоки и отдельные конструкции.

Сетевая интерпретация с единых позиций позволяет осуществить унификацию формального представления ИСУ ОО и одновременно учесть существенные логико-временные и пространственные характеристики протекающего ОТП.

В нашем случае задачи проектирования (или модернизации) алгоритмов управления и структуры ИСУ ОО объединяются единой математической концепцией, обуславливающей использование сетевых моделей: информационных графических моделей, сетевых графиков, сетей массового обслуживания, временных сетей Петри и их расширений. Такая концепция позволяет на одной методологической платформе комплексировать различные инструментальные средства и обеспечить единый подход к использованию различных типов аналитических, численных и имитационных моделей в проектировании и управлении.

Для инженерной практики важна детализация существующей методологии структурного анализа и логического проектирования ИСУ ОО. В первую очередь это относится к выбору методов и средств имитационного моделирования ОТП, позволяющих на уровне модельного прототипа системы отобразить и проанализировать её движение в пространственных и временных координатах и принять обоснованные решения для последующего проектирования или модернизации.

Анализ известных работ показал, что в силу своей специфики и, прежде всего, многофункциональности и гетерогенности подсистем, поведение ИСУ ОО не может быть адекватно отображено на основе одной ММ. Для организационно-методической поддержки её функционирования в динамичной информационной среде необходима система частных математических моделей. Такие модели должны разрабатываться, настраиваться и использоваться в соответствии с известными принципами имитационного моделирования процессов в контурах ИСУ ОО [2]. При системном проектировании ИСУ ОО на передний план выдвигаются следующие задачи:

- комплексный анализ существующей системы-прототипа в интересах определения в ней «узких мест» и выработки предложений по их устранению;
- обоснование набора требований к системе с учётом её штатного и нештатного поведения в особых ситуациях;
- оптимизация механизма информационного взаимодействия функциональных подсистем, разработка системы мер предупреждения нештатных ситуаций;
- генерация и анализ альтернативных решений по архитектуре создаваемой системы с моделированием альтернатив и выбором компромиссного решения;

- выявление и устранение ошибок в базовых алгоритмах функционирования и сопряжения подсистем на ранних этапах проектирования, что позволяет не пропустить их на последующие этапы жизненного цикла, где цена ошибки многократно возрастает.

Усилиями нескольких поколений учёных и конструкторов к настоящему времени разработаны базовые положения методологии имитационного моделирования автоматизированных систем, которые могут служить основой структурного анализа и логического проектирования ИСУ ОО. Развиваемая нами методология опирается на результаты формального представления объекта с использованием комплекса сетевых моделей, информационно-логические связи между которыми устанавливаются с привлечением инструментов унифицированных CASE-средств [4].

#### **Литература**

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. Изд. 2-е, доп. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ.- 2001.- 512 с.
2. Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Методы моделирования и оптимизации интегрированных систем управления организационно-технологическими процессами в образовании: монография.- Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 250 с.
3. Надеждин Е.Н. Элементы сетевого моделирования процессов информационного взаимодействия компонентов интегрированных систем управления деятельностью образовательных учреждений // Информатизация образования - 2014: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 23-26 апр. 2014 г. - Волгоград; Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2014. - С.77-79.
4. Надеждин Е.Н. Методические подходы к решению задач проектирования автоматизированной системы управления образовательным учреждением // Педагогическая информатика.- 2011.- № 5. - С. 51-64.

Симпозиум 2

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ**

**ОБЩИЙ ПОДХОД К БИМЕДИЦИНСКИМ ИЗМЕРЕНИЯМ**

Муха Ю.П., Авдеюк О.А.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

В этой статье рассмотрен биоинструментальный подход к созданию информационно-измерительных систем для медицинских целей.

**General approach to biomedical measurements. Mukha Yu.P., Avdeuk O.A.**

In this paper we have identified bio-instrumental approach to the creation of information-measuring systems for medical purposes.

Профессор Ахутин В.М. [1] так определил биотехническую систему (БТС), которая в данном случае является предметной областью: биотехническая система представляет собой совокупность биологических и технических элементов, объединенных в единую функциональную систему целенаправленного поведения". При этом в рамках разнообразных вариантов создания и использования БТС выделяется класс биотехнических измерительно-вычислительных систем (БТИВС) [2]. В [2] отмечается, что среди возможных задач, которые решаются с помощью БТИВС есть задачи:

- апостериорного анализа и представления медико-биологических данных в виде синтезированных сюжетных изображений, т.е. физических полей, которые непосредственно воздействуют на биологический объект. Например, оптических, акустических, механических и иных полей, на которые у биообъекта есть сенсорные системы. Очевидно, что сюжетное изображение при этом есть совокупность данных, связанных с состоянием биообъекта;

- системного диагностирования и коррекции отклонений от нормы для некоторых функциональных систем организма;

- тестирования и стимулирования, позволяющие изучать, тренировать и стимулировать интеллектуальные особенности человека.

Таким образом, биомедицинские измерения – это процесс, осуществляемый с помощью биотехнических элементов в рамках единой функциональной системы для решения задач апостериорного анализа, системного диагностирования, тестирования или стимулирования интеллектуальных особенностей человека.

В то же время в соответствии с ГОСТ 16263-70 [3] измерение – это нахождение значений физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. В соответствии с этим определением можно выделить четыре признака этого понятия [4]:

Измерить можно только физические величины (т.е. свойства материальных объектов, явлений или процессов).

Измерение – это оценивание величины опытным путем, т.е. это всегда эксперимент.

Измерение осуществляется с помощью специальных технических средств – носителей размеров единиц или шкал, называемых средствами измерений.

Измерение – это определение значения величины. Следовательно, измерение – это сопоставление величины с ее единицей или шкалой.

Таким образом, ИИС – это измерительное средство, которое реализует процесс измерения и его (средства) функционирование должно обеспечивать деятельность в соответствии с описанными признаками процесса измерения.

В связи с приведенными соображениями [2] с помощью БТИВС должны выполняться измерения с последующей обработкой экспериментальных данных. Однако, следует обратить внимание на особенности медицинских измерений [2], которые связаны с использованием "сюжетных изображений" (т.е. содержащих информацию) как основного вида воздействия на человека, на которое возникает его реакция. Это обстоятельство определяет, что БТИВС – это всегда специализированное измерительное средство, позволяющее подстраивать его под объект измерения. Наиболее полно такой процесс измерения представляется с помощью категории интегральных измерений.

### Литература

1. Ахутин, В.М. Биотехнические системы: теория и проектирование: Учебное пособие/ В.М. Ахутин, А. П. Немирко, Н. Н. Першин, А. В. Пожаров, Е. П. Попечителей, С. В. Романов.– ГОУ ОГУ, 2008. – 204 с.
2. Попечителей Е.П. Человек в биотехнической системе: учебное пособие.–СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006.– 158с.
3. ГОСТ 16263-10. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения.– М.: изд-во Стандартов, 1972.–52с.
4. Фридман А.Э. Основы метрологии. Современный курс.–СПб.: НПО «Профессионал», 2008.–284с.
5. Авдеюк О.А. Математическая логика и теория алгоритмов/Муха Ю.П., Авдеюк О.А. учебное пособие/Ю. П. Муха, О. А. Авдеюк; Волгоградский государственный технический университет. Волгоград, 2011. (2-е издание, стереотипное).
6. Авдеюк О.А., Муха Ю.П., Скворцов М.Г. Принцип построения медицинских диагностических комплексов на базе нейросетевых технологий. -Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, № 4, с. 42-47.
7. Авдеюк О.А., Муха Ю.П., Скворцов М.Г. и др. Диагностический комплекс основных жизненно важных функций человека по интегральному параметру на основе нейросетевых технологий. - Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, №4, с. 38-41.
8. Авдеюк О.А., Холопкин Р.А. Общие подходы к проектированию специализированных высокоэффективных интерфейсов для многофункциональных медицинских систем. -Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, №4, с. 39-43.
9. Антонович В.М., Авдеюк О.А., Муха Ю.П. Синтез полной категории гибкого интерфейса сетевой информационно-измерительной системы. -Электромагнитные волны и электронные системы, 2004, т.9, № 2, с.11-18.
10. Авдеюк О.А. К вопросу синтеза межблочного интерфейса для сложных медицинских комплексов//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 10, 2011. -С. 49-50.
11. Спектральный анализ сигнала пульсовой волны для диагностики состояния физиологических систем организма / Муха Ю.П., Хворост Т.С., Авдеюк О.А.// Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. № 9. С. 45-50.
12. Современные проблемы медицинских измерений: структурируемость, наблюдаемость, измеряемость и управляемость / Муха Ю.П., Авдеюк О.А.// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 70.

### ПРОВОДИМОСТЬ ИЗОГНУТЫХ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ПРИБЛИЖЕНИИ ДИРАКА

Колесников Д.В., \*Судоргин С.А.

*Волгоград, Волгоградский государственный университет, \*Волгоградский государственный технический университет*

В настоящей работе производится численный расчет фононных спектров и продольной проводимости изогнутых углеродных нанотрубок малых диаметров. Фононные спектры рассчитывались методами квантовой механики в рамках приближения Дирака в окрестности К-точки. Проводимость углеродных наночастиц вычислялась с использованием однозонной модели Хаббарда.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 14-02-31801).

### **Conductivity of curved single-wall carbon nanotubes in Dirac approximation. Kolesnikov D.V., Sudorgin S.A.**

Numerical calculation of the phonon spectra and small diameters carbon nanotubes longitudinal conductivity was carried out. Phonon spectra were calculated using quantum mechanics methods in the Dirac approximation in the K-point vicinity. Carbon nanoparticles conductivity calculated using the single-band Hubbard model.

Дисперсионное соотношение для электронов в нанотрубке в окрестности К-точки имеет линейный характер. Это позволяет применить для описания динамики электронов уравнение

Дирака, которое содержит характеристики пространства, определяемые геометрией системы. Для их определения используется обобщение теорий полей со спином  $\frac{1}{2}$  на случай искривленного пространства-времени. Одной из основных моделей для расчета электронной проводимости в теории металлических систем является однозонная модель Хаббарда. В рамках данной модели гамильтониан содержит только два слагаемых: кинетический член, соответствующий туннелированию частиц между узлами элементарной решётки, и слагаемое, соответствующее внутриузловому взаимодействию частиц.

Учет кривизны поверхности приводит к появлению в энергетическом спектре нанотрубок типа «zig-zag» запрещенной зоны величиной порядка 10-2 эВ. Ширина запрещенной зоны для нанотрубок типа  $(3n, 0)$  обратно пропорциональна квадрату радиуса нанотрубки, а для всех прочих зигзагообразных трубок - обратно пропорциональна радиусу нанотрубки. В трубках кресельного типа учет кривизны поверхности не приводит к появлению запрещенной зоны. Таким образом, учет кривизны поверхности может привести к изменению проводящих свойств углеродной нанотрубки.

Расчеты показывают, что распределение электронов не зависит от типа узла решетки. Поправка к проводимости изогнутой нанотрубки убывает с увеличением температуры. Помимо того, величина поправки уменьшается при увеличении радиуса кривизны нанотрубки. Вычисления показывают, что в случае нанотрубок достаточно большого радиуса или малой кривизны, поправка к электронной проводимости становится малой и ей зачастую можно пренебречь.

## **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ФРАГМЕНТА ИИС**

Секачёв В. А., Муха Ю.П., Авдеюк О.А.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

Показана реализация программного модуля для иллюстрации фрагмента блочно-функционального распределения, когда осуществляется переход от структурно-параметрического проектирования к схемотехническому.

### **Software implementation of design method to produce fragments IMS concept. Sekachëv V.A., Mukha Yu.P., Avdeuk O.A.**

Shows the implementation of the software module to illustrate the fragment block of the functional distribution, when the transition from structural-parametric design to circuit.

Современные информационно-измерительные системы носят распределённый характер. Речь идёт об информационно-вычислительных системах (ИВС), измерительно-вычислительных сетях (ИВС), информационно-измерительных измерительных системах (ИИС) и др. Эти основополагающие, категорные наименования, прежде всего, говорят о том, что их структура с развитием усложняется и приобретает ярко выраженный иерархический характер. Кроме того, в составе структуры могут появляться элементы, например, нейросетевого происхождения. В последнем случае возможно построение ИИС, ИВС, ИВК с разной функциональностью на одной структуре. В связи с этим встаёт проблема создания эффективной теории и разработки на основе этой теории современных программных систем, позволяющих совмещать структурно-иерархический подход (модель предметов) и структурно-функциональный подход (модель процессов) с распределённостью. Под термином «распределённость» понимается объединение в единое целое нескольких подсистем, при сохранении отдельной функциональности у каждой. В этом случае можно говорить о графе подсистем.

В настоящее время имеется достаточное количество разнообразных программных систем конструкторского назначения. Эти программные системы реализуют системный подход (модель предметов) на основе структурно-иерархического подхода. Позволяют создавать и редактировать объекты вплоть до отдельной детали. Выполняют множество других, полезных функций для анализа прочности, тепловых характеристик, надёжности и т. д. Огромный ассортимент таких программных систем включает в себя 3D-редактор (в обязательном порядке!). Примером могут служить SolidWorks, AutoCAD последних версий, SolidEdge, TFlexCAD, TurboCAD и т. д.

Программных систем, позволяющих работать на схемотехническом уровне уже меньше. К этим программным системам необходимо отнести MathLab, разнообразные инструменты схемотехнических расчётов (MicroCAP, PSpice, MultiSim, различное ПО для ПЛИС и ПЛМ).

Программных систем, используемых на этапе функционального проектирования, и на самом первом, системном этапе достаточно мало, хотя известно множество дискретных алгоритмов, которые могут быть применены для этих целей. Это многочисленные алгоритмы на графах.

Граф – это объект дискретной математики, удобный объект для представления сложной ИИС, ИВК на этапе создания структуры. Вследствие использования высокой интеграции, используется модель процессов или функциональная модель. Узлы графа или вершины – это элементы, осуществляющие функциональное преобразование, связи (рёбра) – информационные потоки. Такая аналогия характерна для схмотехнического этапа проектирования на системном этапе. На остальных этапах эта аналогия может быть совсем иной.

Например, при анализе простейших аналоговых схем (по правилам Кирхгофа) в качестве информационных потоков выступают значения токов, в качестве функциональных элементов – значения сопротивлений и источники напряжения. Приведённое значение меры – единица напряжения (В), равное произведению силы тока (инф. значение) на значение сопротивления.

Известно, что стандартный расчёт аналоговых схем (например, усилителей) включает в себя расчёт в статике и динамике. Статический расчёт осуществляется с условием того, что:

Питание включено;

Отсутствует входной сигнал;

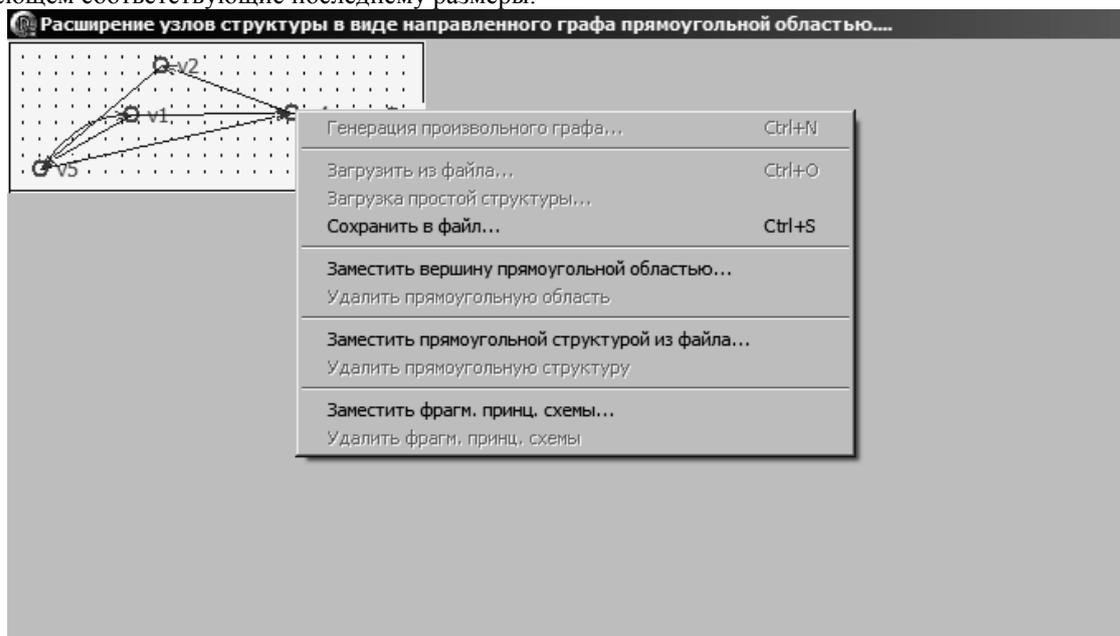
Имеется в виду, что электронный модуль находится при нормальных условиях.

К расчетам в статике следует отнести и термостабилизирующий расчёт схемы, когда задают минимальную и максимальную температуру эксплуатации и производят расчёт токов. Производят сравнение с расчётом при нормальных условиях.

Для динамических расчётов, когда модуль работает при непрерывных или импульсных сигналах, имеет место получение других параметров (АЧХ, ФЧХ).

Имеет цель заменить вершину графа (функциональный модуль) фрагментом принципиальной или иной схемы. Граф – в данном случае – электронный модуль – функциональный элемент ИИС, ИВК, АСУПТ или ещё какой-нибудь ИИС. Данная функция должна присутствовать в программной системе, позволяющей осуществить проектирование ИИС, ИВК, АСУПТ на системном этапе проектирования.

Исходными данными для работы программного модуля: «Формирователь принципиальных схем на основе направленного графа» является направленный граф, отображённый на контексте отображения, имеющем соответствующие последнему размеры.



Последний тождественен окончательной структуре (прошедшей структурную оптимизацию с новым списком функций на множестве наименьшей внешней устойчивости). Для трансформации направленного графа структуры в принципиальную схему необходимо каждую вершину заместить фрагментом принципиальной схемы. Именно в этом состоит отличие от этапа структурно-иерархического или системного проектирования (операция расширения [1, 2]), когда происходит замена вершины направленным графом структуры нижеследующего уровня. В автоматизированном режиме необходимо указать вершину графа, выбрать «Заместить фрагментом принципиальной схемы» и указать файл фрагмента принципиальной схемы. Граф с фрагментом принципиальной схемы появится на контексте отображения. Для этого достаточно указать вершину при помощи устройства указания (компьютерной мыши), выбрав соответствующую вершину, возможно замещение на выбор прямоугольной областью, прямоугольной структурной схемой или фрагментом принципиальной схемы. Если все вершины замещены, становится активной опция «Сформировать окончательный вариант»

**схемы».** Этот вариант можно править, добавляя новые дискретные элементы и ортогональные связи в редакторе принципиальных схем.

Что делать с принципиальной схемой? Если изыскать возможность её перевода в другие программные системы, позволяющие продолжить проектирование на конструкторском этапе, или новые исследования схемотехническом этапах.

#### Литература

1. Муха, Ю.П. Алгебраическая теория синтеза сложных систем: Монография/Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И. Ю. Королева//Волгоград, РПК «Политехник»,2003. – 320 с.

2. Математические методы информатики в задачах и примерах.опыт применения в проектировании сложных систем: учеб. пособие/Авдеюк О.А., Горбачев С.В., Муха Ю.П., Секачев В.А., СырямкинВ.И.,Титов В.С., Ширабакина Т.А.; ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский Томский гос. ун-т". Томск: Изд-во Томского ун-та, 2012.– 483 с.

3. Редактор многоуровневых структур измерительных систем : свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ВНИИЦ № 2007613260 Российская Федерация / Муха Ю. П., Секачев В. А.; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.08.2007.

4. Авдеюк, О.А. Структурно-аналитический подход к проектированию системного интерфейса сложных медицинских комплексов на базе нейронных сетей/И.Ю. Королева//Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2004. -№ 4. -С. 42-50.

5.Авдеюк О.А., Холопкин Р.А. Общие подходы к проектированию специализированных высокоэффективных интерфейсов для многофункциональных медицинских систем. -Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, №4, с. 39-43.

#### ПРИМЕР РАБОТЫ АЛГОРИТМА БЛОЧНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФОРМУЛЫ, ЗАДАННОЙ В ВИДЕ СТРОКИ

Секачев В. А., Муха Ю.П., Авдеюк О.А.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

Ниже рассматривается одно из прикладных применений метода блочно-функционального распределения в качестве синтаксического анализатора для вычисления значений алгебраических выражений.

#### **Example of the algorithm BLOCK-functional distribution of the example of calculating formulas specified as strings. Sekachëv V.A., Mukha Yu.P., Avdeuk O.A.**

The following is one of the applications of the method of block-functional distribution as a parser to calculate the values of algebraic expressions.

Изначально алгоритм блочно-функционального распределения [1, 2] было принято использовать для оптимального размещения функций по элементам определённого уровня с целью сохранения функциональности всей проектируемой ИИС. Этот алгоритм может работать как и для синтеза (с использованием оптимизации структуры по критерию наименьшей/наибольшей внешней устойчивости), так и для анализа (например, построение синтаксического анализатора, позволяющего из функции, заданной алгебраически построить её структурное представление в виде направленного графа. Это производится путём выделения отдельных функциональных элементов, сопоставления выделенного функционального элемента с элементарным фрагментом, добавления фрагмента в массив данных получаемой структуры и вывод полученной структуры на контекст отображения. Таков алгоритм реализован [3].

А если вместо структурных фрагментов использовать фрагменты элементарных или составных математических выражений, представленные в виде строк? Вместо строковых аргументов поставить реальные числа и вычислить значение, результат преобразовать в строковое представление и подставить на место фрагмента выражения. В виде блок схемы это будет выглядеть так как на рис. 1.

Проиллюстрируем работу этого алгоритма на примере вычисления выражения  $0,7*x^3+x^2-3*x-67$  для значения  $x=0,349$ .

**П.1;Ш.1** Подставляем вместо  $x$  числовое значение:  $'0,7*0,349^3+0,349^2-3*0,349-67'$ . (1)

**П.1;Ш.2** Инициализируем строковый массив операторов ('+', '-', '\*', '/', '+', '-', '\*', '/', 'sin', 'cos', 'ctg', 'tg', 'cosec', 'sec', 'log', 'ln', 'lg', '^') и фрагментов выражений ('(?+?)', '(?-?)', '(?\*?)', '(/??)', '?+?', '?-?', '?\*?', '?/?', 'sin(?)', 'cos(?)', 'ctg(?)', 'tg(?)', 'cosec(?)', 'sec(?)', 'log(?)', 'ln(?)', 'lg(?)', '?^?'). (2)

**П.1;Ш.3** Заменяем знак отрицательного числа на @1\*: '0,7\*x^3+x^2+@1\*3\*x+@1\*67'. (3)

**П.1;Ш.4** Выделяем из выражения числовые и буквенные составляющие с занесением в отдельный строковый массив ('0,7', 'x', '3', 'x', '2', '@1', '3', 'x', '@1', '67'). (4)

**П.1;Ш.5** Формируем на основе исходной строки строку без числовых и буквенных составляющих, заменяя последние вопросительными знаками: '?\*?^?+?^?+?\*?/?\*?'. (5)



Рисунок 1.

**П.1;Ш.6** Формируем массив порядковых номеров этих вопросительных знаков: (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19). (6)

**П.1;Ш.7** Выделение первого фрагмента выражения и оператора: '?^?' и '^'. (7)

**П.1;Ш.8** Подстановка вместо ? численных значений: '0,349^3'. (8)

**П.1;Ш.9** Определение начала выражения (8) в выражении (3). (9)

**П.1;Ш.10** Вычисление значения (8) в численном виде: 0,042508549. (10)

**П.1;Ш.11** Преобразование результата из (10) в строку и подстановка в (3) вместо '0,349^3': '0,7\*0,042508549+0,349^2+@1\*3\*0,349+@1\*67'. (11)

**П.1;Ш.12** Проверка выражения из (11) на число. Оно числом не является. Начинается второй проход с шагами 3-12.

**П.2;Ш.3** Заменяем знак отрицательного числа на @1\*: '0,7\*0,042508549+0,349^2+@1\*3\*0,349+@1\*67'. (3)

**П.2;Ш.4** Выделяем из выражения числовые и буквенные составляющие с занесением в отдельный строковый массив ('0,7', '0,042508549', '0,349', '2', '@1', '3', '0,349', '@1', '67'). (4)

**П.2;Ш.5** Формируем на основе исходной строки строку без числовых и буквенных составляющих, заменяя последние вопросительными знаками: '?\*?+?^?+?\*?+?\*?'. (5)

**П.2;Ш.6** Формируем массив порядковых номеров этих вопросительных знаков: (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17) . (6)

**П.2;Ш.7** Выделение первого фрагмента выражения и оператора: ?^? и ^. (7)

**П.2;Ш.8** Подстановка вместо ? численных значений: '0,349^2'. (8)

**П.2;Ш.9** Определение начала выражения (8) в выражении (3) . (9)

**П.2;Ш.10** Вычисление значения (8) в численном виде:0,121801. (10)

**П.2;Ш.11** Преобразование результата из (10) в строку и подстановка в (3) вместо '0,349^2': '0,7\*0,042508549+0,121801+@1\*3\*0,349+@1\*67' (11)

**П.2;Ш.12** Проверка выражения из (11) на число. Оно числом не является.

Начинается третий проход с шагами 3-12.

Для того, чтобы получить результат вычисления – окончательное число, '@67,8954430157' для данного выражения потребовалось 9 проходов данного алгоритма. Окончательный результат - - **67,8954430157**.

Как показывает пример применения БФР к анализу и вычислению аналогового выражения, аналогичный подход можно использовать и для логических выражений, если заменить список элементарных компонент.

### Литература

1. Синтезатор структур измерительных систем из функционального уравнения: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. ВНИИЦ № 2007613258 Российская Федерация / Муха Ю. П., Секачёв В. А.; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.08.2007.

2. Муха, Ю.П. Алгебраическая теория синтеза сложных систем: Монография/Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И. Ю. Королева//Волгоград, РПК «Политехник»,2003. – 320 с.

3. Авдеюк, О.А. Структурно-аналитический подход к проектированию системного интерфейса сложных медицинских комплексов на базе нейронных сетей/И.Ю. Королева//Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2004. -№ 4. -С. 42-50.

4. Авдеюк О.А., Холопкин Р.А. Общие подходы к проектированию специализированных высокоэффективных интерфейсов для многофункциональных медицинских систем. -Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, №4, с. 39-43.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ НА БАЗЕ САПР SOLIDWORKS

Тарасов П.С., Тодорев А.Н., Долгов К.О., Дятлов М.Н.  
*Волгоград, ВолГТУ*

Рассматривается использование программных интерфейсов САПР для автоматизации проектирования узлов машиностроения на примере цилиндрических редукторов. Разработана программа на языке C# в среде VisualStudio, использующая APISolidWorks.

**Computer-aided design of cylindrical gear units using CAD Solid Works. Tarasov P., Todorev A., Dyatlov M., Dolgov K.**

In the article was discussed the using of application program interfaces of CAD for design automation of mechanical assemblies on the example of cylindrical gears. We developed a program in C#, Visual Studio using API SolidWorks.

В настоящее время в работе конструктора незаменимое место занимают разнообразные по мощности и цене системы автоматизированного проектирования (САПР). Предоставляемые ими возможности достаточно широки. Однако, всегда желательна адаптация, настройка этих систем под конкретные решаемые задачи. Это разработка и использование библиотек стандартных элементов, параметризация и доработка систем с использованием в той или иной мере возможностей программирования [2-4].

В качестве прикладной конструкторской системы была выбрана SolidWorks, в которой, начиная с версии 2010 года, была добавлена возможность записи макросов с преобразованием их в проект VisualStudio на языке C#.

Разработка кода, отвечающего за выполнение нужных операций, ведется с применением инструментов записи макросов, доступных в самой САПР без подключения дополнительных модулей.

Макрос — это набор команд, которые можно получить, производя запись применения операций над объектами в САПР. Затем полученный код можно применить для автоматизации работы. Макрос в САПР можно записать на разных языках программирования. В SolidWorks, это языки VisualBasic, C#. После записи макроса мы получаем на выходе проект VisualStudio, который можно либо непосредственно использовать, редактируя его содержание, либо (как сделано в работе) использовать сгенерированный код в своем проекте.

Программный продукт предназначен для расчёта параметров цилиндрического редуктора [1] и построение твердотельных моделей его частей в САПР SolidWorks.

Интерфейс разработанной программы, используемый для ввода и вывода данных и расчета параметров, приведен на рисунке 1. Визуально рабочая область делится на две части – для проектирования одноступенчатых и многоступенчатых цилиндрических редукторов. Работа с программой заключается в выборе типа проектируемого редуктора, вводе параметров для расчета информации, необходимой для построения, расчет этих параметров и построение деталей в САПР.

Для удобства работы с программой для пользователя добавлена возможность сохранять значения полей в XML файл, генерируемый программой, который затем может быть использован для восстановления работы. Полученный файл, при необходимости, можно открыть не только программой, но и любым текстовым редактором.

Так как содержание API для разных версий SolidWorks имеет отличия, и не полностью реализована обратная совместимость (в новые версии API добавлены функции, которых нет в старой версии), переносимость программы для работы со старыми версиями SolidWorks имеет ограничения. В качестве платформы назначения была выбрана версия Solid 2013 года, так как API этой версии имеет достаточное количество исправлений и изменений, по сравнению с предыдущими версиями.

Содержание программного интерфейса представлено набором файлов динамических библиотек, которые можно подключать к проектируемому приложению и вызывать нужные функции.

Для проектирования редукторов были созданы несколько классов, инкапсулирующих этапы разработки. Это задачи силового расчета зубчатых колес, синтеза эвольвентного зацепления и непосредственно реализация построения колеса, сборки из двух колес, сборки из нескольких колес, сохранение полученных файлов и открытие их в окне САПР (рис.2).

Концепции этапов проектирования цилиндрических редукторов в программе была сформулирована путем анализа литературных источников и исходя из наиболее частых примеров данной области.

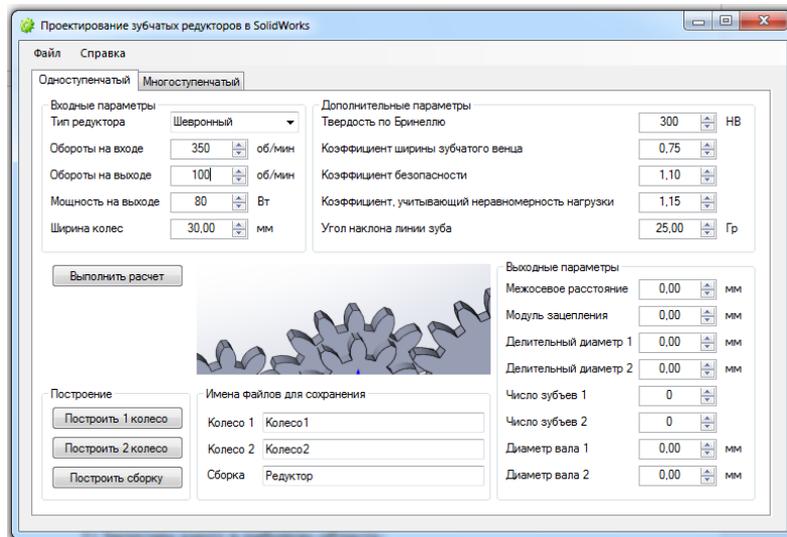


Рис.1. Интерфейс программы (одноступенчатые редукторы).

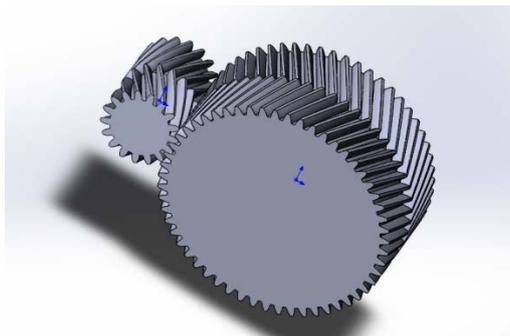


Рис. 2. Построенная сборка из двух шевронных зубчатых колес.

Разработана программа на языке C# в среде VisualStudio, использующая APISolidWorks.

Показаны возможности и эффективность настройки САПР на предметную область. Определены и использованы средства разработки дополнительных компонент конструкторских систем.

#### Литература

1. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов / П.Ф. Дунаев, О.П.Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.

2. Тарасов П. С. Использование средств программирования комплексов САПР для автоматизации элементов НИОКР / П. С. Тарасов, А. Н. Тодоров // Тезисы докладов смотр-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета. - Волгоград, 2014. - С. 10.

3. Ханов, Г.В. Автоматизация проектирования несущих конструкций специальных машин на начальном этапе проектирования / Ханов Г.В., Тодоров А.Н., Дятлов М.Н. // Известия ВолгГТУ. Серия "Прогрессивные технологии в машиностроении". Вып. 10 :межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2013. - № 20 (123). - С. 71-73.

4. Ханов, Г.В. Повышение качества проектирования несущих конструкций за счёт расширения возможностей САПР / Ханов Г.В., Тодоров А.Н., Дятлов М.Н. // Главный механик. - 2014. - № 11. - С. 39-42.

#### ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЭТАПАХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Комаров Ю.Я., Долгов К.О., Тодоров А.Н., Дятлов М.Н.  
*Волгоград, ВолгГТУ*

Рассмотрены основные требования, которые предъявляются в настоящее время к будущим специалистам операторских профессий на этапе профессионального отбора в России и Германии. Предложены действия, направленные на повышение диагностической и прогностической информативности исследования по оценке профессиональной пригодности.

#### **The application of computer model experiments during professional selection road transport drivers. Komarov Yu., Dolgov K., Todorev A., Dyatlov M.**

The basic requirements that apply at present to the future professional operators at the stage of professional selection in Russia and Germany. Proposed actions to improve the diagnostic and prognostic informativeness assessment studies of professional suitability.

В психологии труда в самом общем плане принято делить профессии на две категории – относительные и абсолютные. К относительным профессиям причисляют такие виды деятельности, где может успешно трудиться каждый нормальный, относительно здоровый человек.

Абсолютные же профессии такие, где может успешно работать уже не всякий, поэтому в них приспособление человека к задачам его труда осуществляется путем профессионального отбора. К таким видам деятельности относятся профессии строителя-высотника, подводника, летчика, оператора автоматизированной системы управления и др. Для того чтобы успешно трудиться, имея такую профессию, нужно обладать комплексом определенных качеств [1, с. 10-11].

В настоящее время в Российской Федерации профессии водителей пассажирского и грузового автотранспорта относятся к относительным, и по нескольким медицинским показателям определяется

пригодность к профессиональной деятельности. Констатируя этот факт, можно сделать вывод, что водительской профессией может овладеть любой человек без значительных психических отклонений и достаточным развитием органов зрения, слуха и цветового различения.

Во многих профессиях операторского труда, к которым относятся машинисты железнодорожного транспорта, штурманы морских и речных судов, летчики, операторы в химической и атомной промышленности и других, профессиональный психофизиологический отбор является обязательным. «Человеческий фактор» является основной причиной большинства опасных ситуаций, аварий и катастроф на транспорте и производстве. Соответствие психофизиологических качеств специалиста требованиям профессии повышает их профессиональную надежность и защищает их от профессиональных опасностей.

На кафедре «Автомобильный транспорт» ВолгГТУ была проведена работа по изучению характеристик транспортных потоков, в том числе маршрутного пассажирского транспорта, на улично-дорожной сети г. Волгограда. Статистический анализ дорожно-транспортных происшествий с участием пассажирского транспорта на территории Центрального района г. Волгограда в период с 2004 по 2006 год показал, что основными виновниками ДТП являются водители маршрутных коммерческих транспортных средств [2].

Для сравнения: далеко не каждый желающий в Германии может стать водителем автобуса. Перед тем, как начать обучение, необходимо пройти тесты на проверку знания немецкого языка, решить задачи по математике и техническим предметам. Кроме этого, очень внимательно проверяют здоровье: зрение, слух, отсутствие следов наркотиков в крови. После подобных тестов примерно около половины от всех желающих допускают к занятиям [3].

Модельный эксперимент – это искусственное воспроизведение какого-либо явления, аналогичного другому изучаемому явлению. Модельный эксперимент может выражаться в более или менее точном воспроизведении отдельных элементов деятельности водителя, что имеет место на автомобильных тренажерах. Однако если модельный эксперимент проводится в целях психофизиологического отбора водителей, то действия испытуемого во время эксперимента обязательно должны быть идентичными по форме действиям водителя при управлении автомобилем. В этом случае главным должно быть не внешнее сходство с изучаемой деятельностью, а предъявление таких высоких требований к исследуемым психическим процессам, которые соответствовали бы требованиям, предъявляемым к ним в условиях реальной деятельности [4, с. 11].

Современные контрольно-обучающие технические средства позволяют диагностировать профессионально-важные качества водителей и моделировать виртуальные опасные ситуации, тем самым проверяя возможности водителя и не подвергая его опасности.

К сожалению, в настоящее время эти автоматизированные системы практически не используются на этапах профессионального отбора и подбора водителей пассажирского и грузового автотранспорта. Основными причинами отсутствия интереса руководителей автошкол и транспортных предприятий к подобным системам являются экономия денежных средств и валидность применяемых методик, т.е. обоснованность и пригодность применения методик и результатов исследования для конкретной водительской специальности.

Создание развернутых профессиограмм для каждой водительской специальности и выделение профессионально-важных качеств, необходимых для надежной и эффективной работы по управлению различными транспортными средствами, поможет в дальнейшем повысить диагностическую и прогностическую информативность исследования по оценке профессиональной пригодности.

### **Литература**

1. Котик, М.А. Беседы психолога о безопасности дорожного движения / Худ. Ю.А. Черепанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. - 141 с.
2. Комаров, Ю.Я. Повышение уровня безопасности на пассажирском автотранспорте с использованием комплексного подхода к профессиональному отбору водителей / Комаров Ю.Я., Дятлов М.Н. // Автотранспортное предприятие. - 2014. - № 10. - С. 18-22.
3. Престиж профессии и профессиональный отбор водителей автобусов в России и Германии / Дятлов М.Н., Мишустин О.А., Мишустина С.Н., Хантимирова С.Б. // Молодой учёный. - 2014. - № 10 (69, июль), часть 2. - С. 140-142.
4. Мишурин, В. М., Романов, А. Н., Игнатов Н.А. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей: Учебное пособие/МАДИ – М., 1982. – 254 с.

## **ОБ ОРГАНИЗАЦИИ И ФОРМАТЕ ХРАНЕНИЯ МОДЕЛТЕКИ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТ ВРЕМЕННОГО РЯДА**

Абалов Н.В.  
Новосибирск, НГТУ

Рассмотрены вопросы организации и формата хранения моделетеки структурных компонент временного ряда для использования в программной системе вариативного анализа временных рядов. Описаны основные атрибуты моделей, которые необходимо хранить в соответствии с предъявляемыми к моделетеки требованиями.

### **Organization and data format of modeleteka of time series structural components. Abalov N.V.**

Issues of organization and data format of modeleteka of structural components of time series for use in variative analysis software are shown. Key properties of models that need to be stored in accordance with the requirements of modeleteka are described.

В данной работе мы рассмотрим некоторые вопросы организации и хранения моделетеки, возникающие при реализации предложенного в [1,2] подхода идентификации нестационарных временных рядов.

В дословном переводе моделетека – это хранилище моделей. Более детальное определение моделетеки, отражающее устройство хранилища и подбор моделей в него, следующее: моделетека – упорядоченное множество моделей, удовлетворяющих требованиям полноты, минимальной избыточности, уровня описания и исследованности в приложении к конкретной предметной области [3].

Моделетека применяется при выборе моделей, удовлетворяющих требованиям простоты, качества и интерпретируемости. В нашем случае, она будет использована для описания изучаемых временных рядов.

Для определения структуры хранения рассмотрим основные требования к моделетеке и атрибуты моделей, которые необходимо учесть для выполнения этих требований.

Выделим основные атрибуты: Идентификатор модели; Аналитическое выражение; Ключевые слова, используемые для сортировки и отсеивания моделей; Аналитическое описание модели; Оценка сложности модели;

Дополнительные свойства для обеспечения требований интерпретируемости (например, портфолио, включающие примеры приложений, слабые и сильные стороны модели в этих приложениях и т.д.).

Рассмотрим данные атрибуты подробнее. Основными минимальными необходимыми атрибутами модели являются: уникальный идентификатор модели и её аналитическая запись. Уникальный идентификатор модели необходим для возможности выбора, установления соответствия между выбранной моделью и рядам, а также оперирования с моделью в рамках программной системы. Аналитическая запись модели позволяет программной системе аппроксимировать выбранной моделью исходный временной ряд и вычислять различные оценки качества подстройки модели, её простоты и т.д.

Для удовлетворения требований, предъявляемых к моделетеке, состав моделетеки должен варьироваться в зависимости от конкретной задачи и целей исследователя. Для удовлетворения этих требований возможны несколько подходов. Первый подход – разработка специализированных моделетек под различные цели исследователя и классы задач. Второй подход – разработка единой общей моделетеки и введение для каждой из моделей дополнительных свойств, позволяющих отбирать часть моделей для решения конкретной задачи. Таким образом, модели отбираются из общей моделетеки в конкретную реализацию моделетеки, учитывающую текущие цели исследователя и особенности задачи. В настоящей работе рассматривается второй подход, когда для каждой модели необходимо хранить дополнительные свойства, ключевые слова, описывающие такие особенности, как класс модели, применимость к решению различных задач (дескрипторного анализа, прогнозирования и т.д.).

Для удовлетворения требований по интерпретируемости, уровня описания и исследованности в приложении к конкретной области необходимо ввести следующий ряд свойств: уровень сложности модели, трансформации параметров модели, описание модели и ссылки на её применения.

Поскольку модели могут иметь различные свойства и относиться к разным классам, то для каждой модели должны быть указаны допустимые оценки качества подстройки модели к данным (одно или более имен оценок из списка, поддерживаемого программной системой).

Для улучшения лаконичности и повышения интерпретируемости результатов желательно, чтобы при близком уровне качества подстройки модели предпочтение отдавалось более простой модели. Для этого в моделетеке должна храниться оценка сложности модели.

Блок портфолио должен содержать краткое словесное описание модели, область ее применения, примеры использования данной модели из разных областей или ссылки (библиографическая ссылка, doi) на основные источники, в которых содержатся такие примеры. Описание модели может содержать вставки на интерпретируемом языке, поддерживаемом программной системой, реализующей моделетекку. Тогда, если возможна простая интерпретация параметров модели, то она может содержаться в описании или изображении модели на интерпретируемом языке (или графике). Например, если это модель  $f(x) = ae^{-bx} \cos(cx + d)$ , то описание модели может динамически меняться в зависимости от значения параметра  $b$ , чтобы указать на естественном языке или графике, затухают колебания или нарастают.

Для повышения интерпретируемости результатов желательно, чтобы для моделей были указаны трансформации параметров. Рассмотрим пример. Возьмем простую модель гармонического колебания  $f(x) = a \sin(bx + c)$ . С точки зрения программной реализации такая запись будет более предпочтительна, чем  $f(x) = a \sin(2\pi x/T + c)$ , поскольку подстройка параметров первой модели проще и может дать меньшую погрешность при вычислениях. Однако для человека, анализирующего результаты, например, при идентификации временного ряда суточной заболеваемости, вторая запись является зачастую более предпочтительной, поскольку позволяет исследователю непосредственно (без дополнительных действий) оперировать в удобных терминах периода или частоты заболеваний в сутки, а не термином угловой частоты. В качестве более сложного примера можно привести преобразование произведения двух синусов к сумме. В этом пример, при подстройке параметров модели к амплитудно-модулированному колебанию, программной системе проще оперировать суммой синусов, чем их произведением, а результаты для пользователя могут быть представлены как в виде суммы двух синусоид, так и в виде их произведения, предпочтительность вариантов представления зависит от значений параметров и решаемой задачи.

Помимо основных атрибутов, перечисленных выше, для каждой модели может потребоваться задать дополнительные сведения, связанные с программной реализацией моделетекки. Так, например, указание приближенной начальной точки может значительно сократить время подстройки параметров модели. Более того, для некоторых сложных моделей корректная подстройка параметров невозможна или весьма затруднена без указания приближенной начальной точки. Поэтому в моделетекки для некоторых моделей необходимо хранить дополнительное свойство – правило вычисления начальной точки.

Резюмируя изложенное, заключаем, что в простейшем варианте реализации моделетекка может быть реализована в виде списка моделей, для каждой из которых указаны необходимые атрибуты и дополнительные сведения, описанные выше. Другой вариант – оформление моделетекки в виде базы знаний или экспертной системы.

На основе анализа сильных и слабых сторон способов хранения структурированных списков в программных системах в качестве наиболее подходящих можно выделить XML и БД. Учитывая, что моделетекка по своей природе сравнительно компактна, доступ к ней в большинстве случаев осуществляется последовательно, а время поиска и извлечения модели пренебрежительно мало по сравнению со временем, требуемым на оценку и подгонку параметров модели, разница в производительности между XML и БД не является существенной. Учитывая это, простоту модификации и чтения данных в формате XML, а также поддержку работы с XML в современных языках программирования, в качестве способа хранения моделетекки предлагается использовать формат XML.

В соответствии с вышесказанным была предложена xsd-схема, описывающая формат xml документов для хранения моделетекки структурных компонент временного ряда. Упрощенный прототип формата был реализован и использован в модуле идентификации нестационарных временных рядов программной системы вариативного анализа и прогнозирования временных рядов VarForecasts[4].

### Литература

1. Gubarev V.V. et al. Use of variative modeling for the identification of random signals // Strategic Technology (IFOST), 2012 7th International Forum on. Tomsk: IEEE, 2012. P. 739–742.
2. Абалов Н.В., Губарев В.В., Альсова О.К. Использование методов сингулярного спектрального анализа и моделетекки при идентификации временных рядов // Труды СПИИРАН. 2014. № 4 (35). P. 49–62.
3. Губарев В.В. Вероятностные модели : справочник : в 2 ч. / В. В. Губарев ; Новосиб. электротехн. ин-т. – Новосибирск : НЭТИ, 1992. – Ч. 2. – С. 197–421.
4. Alsova O.K., Gubarev V.V., Abalov N.V. Toolkit for variative forecasting of time series // Strategic Technology (IFOST), 2013 8th International Forum on. IEEE, 2013. Vol. 2. P. 280–282.

## **НАНОПРОВОДЯЩИЕ ДИЭЛЕКТРИКИ. ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ТИПОВЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Абрамешин А.Е., Белик Г.А., Пожидаева А.Е.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

Проведено компьютерное моделирование и экспериментальное исследование мультивибратора, работающего на частоте 40 Гц, при замене диэлектриков печатных плат на нанопроводящие композитные диэлектрики. Результаты моделирования находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными. Показана возможность эффективного их использования в типовых цифровых устройствах, которое предотвращает возникновение электростатических разрядов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, экспериментальное исследование, диэлектрики, электростатические разряды

### **Nanoconducting insulators. Possibility of their effective use in standard digital devices. Abrameshin A.E., Belik G.A., Pozhidaeva A.E.**

Computer simulations and experimental investigation have been carried out for characteristics of the multivibrator working at frequency of 40 Hz with replacement insulators of printed-circuit boards by nanoconducting insulators. Simulation results are in good agreement with experimental data. Possibility of their effective use in standard digital devices, which prevents emergence of electrostatic discharges it, has been shown. Keywords: Computersimulations, experimentalinvestigation, insulators, electrostaticdischarges

Бортовая радиоэлектронная аппаратура космического аппарата (БРЭА КА) имеет десятки сложных электронных систем, обеспечивающих его функционирование, таких как навигационная система, управление панелями солнечных батарей, управление двигательными системами, связь и т.п. Электронная база этих систем должна выдерживать воздействие высоких и низких температур (термоциклирование), обладать устойчивостью к механическим воздействиям, особенно вибрации (при запуске КА), должна быть способна функционировать в негерметичных условиях, должна выдерживать действие космических излучений и, наконец, иметь высокую устойчивость к электромагнитным помехам, возникающим при электростатических разрядах во время геомагнитных возмущений магнитосферы Земли.

В этих условиях на первое место выходят надежность и долговечность космической электроники. Эти факторы обеспечиваются качеством исходных материалов, эффективностью проектирования и изготовления компонентов, наличием и степенью резервирования. Но важнейшая роль здесь отводится решению проблемы их электромагнитной совместимости (ЭМС), включающей устойчивость работы БРЭА КА при протекании электростатических разрядов (ЭСР).

На сегодняшний день твердо установлено, что основной причиной возникновения ЭСР на КА, работающих на геостационарной орбите (ГСО), высокоэллиптических орбитах, а также в авроральных зонах магнитосферы Земли, является дифференциальное заряджение элементов внешней поверхности КА. Этот процесс называют внешней электризацией КА в отличие от имеющей место внутренней электризации, когда значительные разности потенциалов возникают между диэлектриками БРЭА и металлическими проводниками или полупроводниковыми кристаллами в самой аппаратуре находящейся внутри корпуса КА. Внутренняя электризации [Белик и др., 2012] обусловлена объемным заряджением диэлектриков БРЭА КА электронами с энергией более 1 МэВ, тогда как основной вклад во внешнюю электризацию дают электроны с энергией менее 100 кэВ. Разности потенциалов на поверхностях КА, находящихся на геостационарной орбите (ГСО), могут достигать 20 кВ, а средние значения энергии ЭСР составляют 6 200 мДж. В результате ЭСР по корпусу КА протекают импульсные токи амплитудой до 100 А. Они приводят к возникновению электромагнитных помех (ЭМП) в элементах кабельных систем БРЭА.

Вызванные электростатическими разрядами ЭМП приводят не только к кратковременным сбоям и обратимым отказам работы бортовой электроники, но также к её катастрофическим отказам, выходу из строя и потере работоспособности космического аппарата.

Учеными МИЭМ НИУ ВШЭ еще в 2003 г. в научном журнале «Ракетная техника и космонавтика» была опубликована статья [Пожидаев и др., 2003], в которой был изложен новый подход к решению проблемы предотвращения эффектов электризации диэлектриков космической техники - переход к созданию «безразрядных» КА на основе использования нанодиэлектриков. В его основе лежит замена традиционно используемых диэлектриков на диэлектрики, обеспечивающие стекание и выравнивание зарядов, и поэтому предотвращающие его накопление и возникновение электростатических разрядов.

В настоящей работе показано, что замена традиционных диэлектриков на нанодиэлектрики не ухудшает работу цифровой техники при скоростях обмена информацией до 100 Мгб/с, что в 1,5 раза превышает скорость обмена современных бортовых ЭВМ.

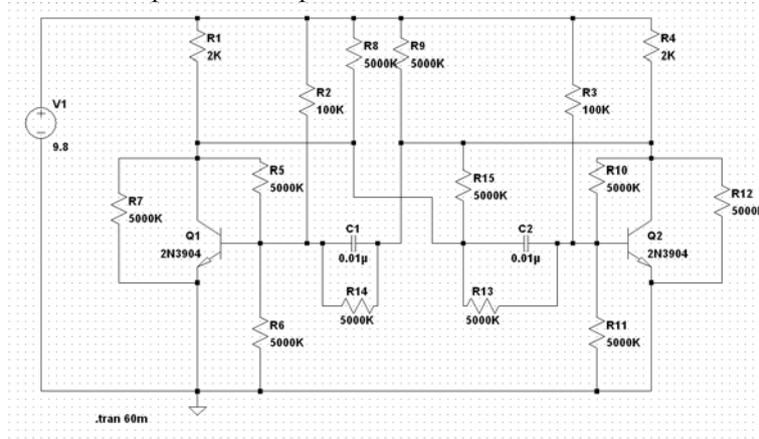


Рис. 1. Принципиальная схема мультивибратора, в котором в качестве материала печатной платы мультивибратора использовался слабопроводящий нанодиэлектрик.

Для обоснования возможности замены традиционных диэлектриков печатного узла на диэлектрики, обладающие нанопроводимостью и исключающие возможность возникновения электростатических разрядов при электронном облучении, проведено компьютерное моделирование работы типового цифрового устройства – мультивибратора.

В этих целях проводился машинный расчет выходного сигнала обычного мультивибратора, работающего на частоте 40 Гц. Вычисления производились с помощью программы расчета электронных схем LTspice 1У. Замена печатной платы мультивибратора с традиционным диэлектриком на плату с применением слабопроводящего нанодиэлектрика в качестве материала этой платы эквивалентна введению в электрическую схему в соответствующих точках схемы дополнительных резисторов, номиналы которых связаны с удельной объемной проводимостью этого нанодиэлектрика и которые имитируют дополнительные утечки в схеме за счет нанопроводимости. Поэтому электрическая схема модели мультивибратора с печатными платами на нанопроводящих диэлектриках (рис. 1) предусматривала наличие одиннадцати резисторов R5...R15.

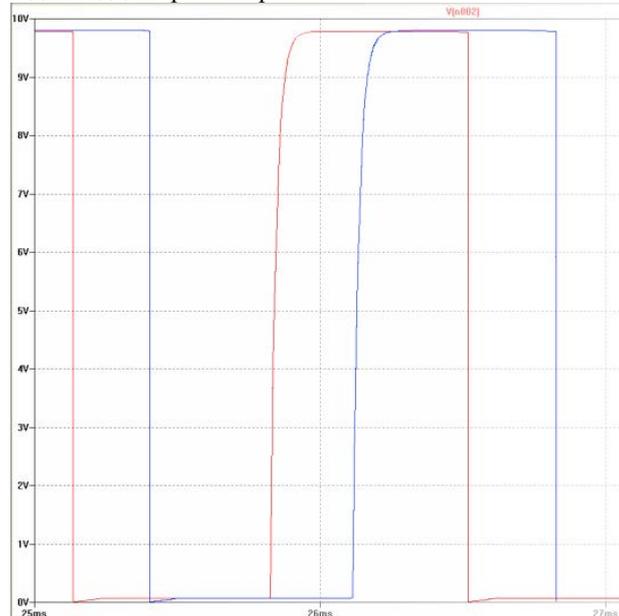


Рис. 2. Совмещенные выходные сигналы мультивибратора с сопротивлениями резисторов R5...R15, составляющими 2 Мом: линия 1 отвечает типовому мультивибратору; линия 2 отвечает мультивибратору, моделирующему использование нанопроводящего диэлектрика в печатной плате мультивибратора. Выходной сигнал типового мультивибратора специально сдвинут вправо для удобства сравнения.

Моделирование выходного сигнала типового мультивибратора, работающего на частоте 40 Гц, показало, что его искажений при уменьшении сопротивлений до 1 Мом не происходило. Они появились, когда номиналы резисторов были снижены до величины 500 кОм, указывая на то, что нанопроводимость можно увеличивать до значения  $\gamma = 2,65 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .

Для экспериментальной проверки полученных при моделировании результатов было выполнено макетирование мультивибратора с заменого материала печатной платы на композитный нанодиэлектрик с удельной электропроводностью  $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .

Период колебаний типичного мультивибратора, полученный в результате моделирования для резисторов с сопротивлением 2 Мом составлял  $T = 1,63 \text{ мс}$ , а этот же параметр, измеренный на макетном образце составлял  $T = 1,44 \text{ мс}$ . Их сравнение дает незначительное различие, составляющее 11,6%. Оно обусловлено разбросом емкостей и сопротивлений использованных радиоэлементов (резисторы макетного образца имели разброс сопротивления  $\pm 1\%$ , а конденсаторы - разброс емкости  $\pm 10\%$ ).

Таким образом, показано, что мультивибратор, работающий на частоте 40 Гц, у которого печатная плата содержит нанорольводящий диэлектрик, нормально функционирует, но не подвержен эффектам электризации.

### Литература

1. [Белик и др., 2012] Белик Г.А., Абрамешин А.Е., Саенко В.С. Внутренняя электризация бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов // Технологии электромагнитной совместимости, 2012, № 3(42), С. 5-16.
2. [Пожидаев и др., 2003] Повышение стойкости космических аппаратов к воздействию поражающих факторов электризации // Космонавтика И Ракетостроение. 2003. № 1 (30). С. 32–35.

## ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ НАСТРОЙКИ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Абрамов О.В.

*Владивосток, Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН*

Рассматривается задача выбора переменных параметров аналоговых технических устройств, которые наиболее целесообразно использовать в качестве элементов настройки. Предложен алгоритм ее решения в условиях, когда возможные отклонения параметров заданы в виде интервалов неопределенности.

### Choice of adjustment elements at the limited aprioristic information. Abramov O.

The problem of a choice of variable parameters of analogue engineering devices which are the most expedient for using as adjustment elements is considered. The algorithm of its decision in conditions when possible deviations of parameters are set in the form of uncertainty intervals is offered.

Один из основных вопросов, возникающих при проектировании технических систем с элементами настройки, состоит в выборе параметров, которыми наиболее целесообразно осуществлять настройку.

Пусть  $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  - вектор параметров элементов (внутренних параметров) системы. Условия и ограничения, накладываемые на возможные изменения внутренних параметров (например, условия физической реализуемости, ограничения на возможные производственные и эксплуатационные отклонения параметров), задают в пространстве параметров некоторую область  $\Omega$ , которой может принадлежать вектор  $\mathbf{x}$  и которую назовем областью возможных значений внутренних параметров.

Пусть  $D \in E^n$  - область допустимых изменений внутренних параметров, т.е. множество таких значений внутренних параметров, при которых выполняются условия работоспособности. Если  $\Omega \subset D$ , то это означает, что при любых возможных отклонениях параметров от расчетных значений (при любых возможных эксплуатационных и производственных вариациях внутренних параметров) объект будет находиться в работоспособном состоянии и, следовательно, его настройка не требуется.

Необходимость настройки возникает, когда часть векторов  $\mathbf{x} \in \Omega$  оказываются за пределами области работоспособности  $D$ .

Предположим, что каким-то образом определены (или заданы) параметры, которыми предполагается осуществлять настройку  $\mathbf{r} = \{r_1, \dots, r_k\}$ . Настройка будет состоять в изменении

параметров  $r_1, \dots, r_k$  с целью нахождения таких значений, при которых объект будет работоспособным. Другими словами, для каждого из векторов  $\mathbf{x}_S \in \Omega$ , находящихся вне области  $D$ , необходимо путем изменения (коррекции) вектора настроечных параметров добиться, чтобы

$$\mathbf{x}^* = (\mathbf{x}_S + \mathbf{r}^*) \in D, \quad (1)$$

где  $\mathbf{x}^*$  – скорректированный (настроенный) вектор внутренних параметров;  $\mathbf{r}^*$  – вектор настроечных параметров после коррекции. В дальнейшем будем для простоты записывать результаты настройки в виде  $\mathbf{x} + \mathbf{r}$ .

Может оказаться, что при выбранных настроечных параметрах  $\mathbf{r}$  для всех точек (векторов)  $\mathbf{x}_S \in \Omega$  удастся обеспечить выполнение условия (1), т.е. некоторые векторы  $\mathbf{x}$  не будут настраиваться совокупностью параметров  $r_1, \dots, r_k$ .

Будем говорить, что вектор  $\mathbf{x}$  *настраиваем* с помощью  $\mathbf{r}$ , если существуют такие значения настроечных параметров, что  $(\mathbf{x} + \mathbf{r}) \in D$ .

В зависимости от того, каково множество векторов  $\mathbf{x} \in \Omega$  настраиваемых с помощью выбранной совокупности настроечных параметров, можно говорить о *настроечной способности* (НС) данной совокупности параметров  $\mathbf{r}$ . В частности, если все  $\mathbf{x} \in \Omega$  настраиваемы с помощью  $\mathbf{r}$ , то выбранная совокупность настроечных параметров обеспечивает *полную настраиваемость* и, следовательно, обладает наибольшей НС. Очевидно, необходимо ввести некоторый критерий, позволяющий оценить численно настроечную способность любой выбранной совокупности настроечных параметров. Как показано в работах [1,2], для того чтобы вектор  $\mathbf{x}$  был настраиваем, необходимо и достаточно, чтобы его проекция на подпространство ненастроечных параметров  $S$  принадлежала проекции области работоспособности  $D$  на это же подпространство:  $\text{Пр}_S \mathbf{x} \in \text{Пр}_S D$ .

Информация о вариациях значений параметров проектируемых систем чаще всего задается в виде интервалов их возможных изменений

$$x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Область, задаваемая неравенствами (2), представляет собой  $n$ -мерный параллелепипед, называемый обычно брусом допусков  $B_d$ .

$$B_d = \{\mathbf{x} \in R^n \mid x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, \quad i = \overline{1, n}\}. \quad (3)$$

Необходимость настройки, очевидно, вызвана тем, что брус допусков (3) выходит за пределы области допустимых значений параметров  $D$ . Задача состоит в выборе из множества параметров, которые можно использовать в качестве настроечных, такой минимальной их совокупности, которая позволит настроить систему из любой точки  $\mathbf{x} \in B_d$ . Такая постановка задачи, являясь, по сути, детерминированной, может быть интерпретирована и как стохастическая в случае равномерного распределения параметров, и как минимаксная: найти минимальное число параметров, обеспечивающих полную (требуемую) настраиваемость при максимально возможных вариациях нерегулируемых параметров.

В общем случае решение задачи выбора минимальной совокупности настроечных параметров можно получить численными методами, основанными на многомерном зондировании области возможных значений параметров  $B_d$ .

При многомерном зондировании брус допусков представим конечным числом пробных точек, каждая из которых в дальнейшем проверяется на настраиваемость данным настроечным параметром или группой параметров.

Формирование множества пробных точек можно провести путем дискретизации области возможных значений параметров на основе покрытия бруса  $B_d$  регулярной сеткой. Общий алгоритм выбора настроечных параметров рассмотрен в работе [3]. Основная проблема при практической реализации предложенного алгоритма заключается в значительной трудоемкости полного перебора ситуаций, анализа работоспособности и оценки настраиваемости.

Опыт исследования технических устройств и систем показывает, что во многих случаях зависимости выходных параметров от каждого из внутренних являются монотонными функциями, т.е. коэффициенты влияния (чувствительности) сохраняют свой знак неизменным в пределах области допустимых значений. Особенно часто такие зависимости наблюдаются в радиоэлектронных

устройствах [4]. Наличие такой дополнительной информации о проектируемом объекте позволяет существенно упростить ряд этапов решения задачи выбора настроечных параметров.

В докладе показано, что для объектов, удовлетворяющих условиям монотонности, множество пробных точек при проверке на настраиваемость должно содержать лишь вершины бруса допусков  $B_d$ . Таким образом, для обеспечения полной настраиваемости в качестве регулировочных следует выбирать такие параметры, которые позволяют настроить объект при всех сочетаниях предельных отклонений нерегулируемых параметров. Число пробных точек при этом  $N = 2^{n_x}$ , где  $n_x$  - число нерегулируемых параметров. Это значительно меньше, чем при использовании общего алгоритма выбора параметров настройки [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект №14-08-00149).

#### Литература

1. Абрамов О.В. Выбор параметров настройки технических устройств и систем // Проблемы управления. – 2011. – № 4. – С. 13-19.
2. Абрамов О.В. Проектирование технических систем с элементами настройки // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 2. – С. 51-55.
3. Абрамов О.В. Выбор минимальной совокупности настроечных параметров // Информатика и системы управления. – 2015. – № 2. – С. 23-32.
4. Дмитришин Р.В. Оптимизация электронных схем на ЭВМ. Киев: Техника. 1980. 224с.

### ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ СИСТЕМЫ АВИОНИКИ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Авакян А.А., Копнёноква М.В.

*АО «НИИ Авиационного Оборудования», г. Жуковский*

Рассмотрены отказоустойчивые системы авионики, в которых отказоустойчивость достигается методом управляемой избыточности. Показано, что системы, построенные по рекомендациям концепции интегральной модульной авионики (ИМА) наиболее хорошо приспособлены для реализации метода управляемой избыточности. Предложена отказоустойчивая архитектура комплекса бортового оборудования (КБО), состоящая из систем ИМА, отказоустойчивость которых обеспечивает интерфейсно-вычислительная платформа. Предложена архитектура платформы с четырьмя избыточными трактами, в каждом из которых реализованы процедуры управляемой избыточности. Приведены результаты расчетов, показывающие, что предложенная архитектура платформы удовлетворяет требованиям норм летной годности и регулярности полетов.

#### **Fault-tolerant avionics systems based on control redundancy. A.Avakyan, M. Kopnyonkova**

Fault-tolerant avionics systems are considered, where fault-tolerance is achieved with a controlled redundancy method. It is shown that any systems built to recommendations of the integrated modular avionics (IMA) concept are best suitable for the implementation of the controlled redundancy method. A fault-tolerant architecture is proposed for an integrated avionics suite, which incorporates IMA systems, and the fault-tolerance of these systems is provided by an interface computer platform. A platform architecture is proposed with four redundant paths, where controlled redundancy procedures are implemented. Calculation results are given, which show that the proposed platform architecture satisfies the airworthiness requirements and regularity of flight operations.

Целью синтеза отказоустойчивых систем авионики является создание авионики, способной автоматизировать важнейшие процессы летательных аппаратов и, при этом, удовлетворять требованиям норм летной годности и регулярности полетов, требованиям всех стандартов на авионику и обеспечивающих минимальные затраты на техническую эксплуатацию. В частности, если на какой то из систем КБО реализована функция, отказ которой может привести к катастрофической ситуации, то, согласно нормам летной годности [1, стр. 14], вероятность неконтролируемого отказа системы не должна превышать  $10^{-9}$  отказа на час полета. Если, при этом КБО должен сохранять такую безотказность на периоде между регламентными работами ЛА, например периоде 600 летных часов, то, согласно нормам регулярности полетов [2, пункт 6.8], вероятность отказа, приводящего к невыполнению системой норм летной годности, должна быть меньше  $10^{-4}$  отказа на час полета.

Надежность современной элементной базы позволяет создать достаточно сложный электронный элемент, например, плату [3, стр. 8] вычислительного узла, с интенсивностью отказов, имеющей

порядок  $10^{-5}$  отказов в час [3, стр. 85]. Одним из методов создания систем, на которых можно реализации критические функции летательных аппаратов, является метод создания отказоустойчивых систем. В данной работе будут рассмотрены отказоустойчивые системы авионики, отказоустойчивость которых достигается путем создания управляемой избыточности.

Основной функцией управляемой избыточности является автоматическое восстановление (ремонт) отказавших систем без остановки процесса их функционирования. Для создания такой процедуры необходимо встроить в функциональную систему следующие элементы:

- избыточные компоненты, находящиеся в горячем резерве;
- систему мониторинга рабочего состояния функционирующих и резервных компонент системы;
- архитектуру системы, способную оптимально реконфигурироваться при возникновении разладок (отказов, сбоев, аппаратных и программных ошибок) для восстановления рабочего состояния системы без прекращения процесса функционирования;
- систему реконфигурации для восстановления рабочего состояния.

Рассмотрим вначале вопросы архитектуры системы, способной оптимально реконфигурироваться при возникновении разладок. В АО «НИИ авиационного оборудования» автором проводилась многолетняя научно-исследовательская работа по созданию отказоустойчивых систем на основе интерфейсно-вычислительной платформы [4, стр. 38], отвечающей требованиям интегральной модульной авионики (ИМА). Концепция ИМА, изложенная в ДО-297 [5], наиболее полно отражает принципы синтеза отказоустойчивых систем авионики.

Суть этих принципов сводится к следующему. В системе ИМА реализуются функции комплекса, которые являются составными частями некоторой обобщенной функции летательного аппарата (ЛА). Например: измерение высотно-скоростных и инерциальных параметров, управление полетом, самолетовождение и навигация, отображения на многофункциональных индикаторах полетной, навигационной информации и информации о состоянии систем ЛА и т. д. В основе каждой системы ИМА лежит унифицированная по всем системам интерфейсно-вычислительная платформа ИМА, которая обеспечивает каждую систему надежным интерфейсным и вычислительным ресурсом. Для этого платформа, кроме вычислительных узлов и аппаратных средств интерфейсов, содержит встроенное в платформу базовое математическое обеспечение, которое включает в свой состав системное математическое обеспечение и математическое обеспечение системы управляемой избыточности.

Система ИМА образуется путем интеграции в платформу аппаратных и программных приложений. Аппаратными приложениями являются аппаратные средства источников информации функций ЛА, реализуемых в данной системе ИМА (датчики, радиотехнические и другие средства, формирующие исходную информацию для выполнения конкретной функции ЛА), а также исполнительные органы (механизмы управления пространственным положением ЛА и тягой двигателей) и индикаторы отображения информации.

Программными приложениями являются всевозможные драйверы аппаратных приложений и программы выполнений функций ЛА (проблемное программное обеспечение).

Системы ИМА объединяются в комплексы бортового оборудования (КБО), выполняющие более обобщенную функцию, чем системы ИМА, например: «Комплекс управления пилотажно-навигационным оборудованием», «Комплекс управления общесамолетным оборудованием» и т. д.. Обязательным требованием к системам ИМА при их объединении в КБО является **требование сегментации**, которое сводится к следующему. Каждая система ИМА должна быть сегментом сложной системы. Это означает что каждая система ИМА (сегмент) должна функционировать автономно, независимо от функционирования других систем.

На рис. 1 приведена структурная схема оптимальной, с точки зрения отказоустойчивости, архитектура КБО.

Для обеспечения оптимальной сегментации функциональные связи между системами должны быть минимизированы. Показанные на рис.1 физические линии связи ( $n=N$ ), позволяющие соединить все входные и выходные каналы всех систем КБО между собой, это максимально возможные функциональные связи. Реальные функциональные связи должны максимально минимизироваться. Например: все терминальные устройства (в частности индикаторы) не имеют выходных каналов.

Перейдем к рассмотрению архитектуры системы ИМА. При сертификации каждой системы ИМА необходимо доказать, что данная система ИМА является сегментом, т.е. функционирует независимо от других систем, т.е. что:

- при выполнении функций каждая система ИМА не имеет обратных связей вне данной системы, а получает исходную информацию из других систем, через свои входные каналы, и выдает в другие системы информацию о результатах выполнения собственных функций, через свои выходные каналы;

– отказы, происшедшие в одной из систем ИМА, не влияют на рабочее состояние других систем ИМА.

Поскольку число систем в комплексе не может превышать нескольких десятков, а, как правило, не превышает десяток систем, то обмен информацией между системами комплекса можно выполнять без центрального коммутатора, наличие которого затрудняет обеспечение отказоустойчивости. При этом отказоустойчивость межсистемного обмена информацией в комплексе обеспечивается средствами, встроенными в платформу каждой системы ИМА.

Простота архитектуры КБО, приведенной на рис 1, связана с тем, что все входы и выходы систем ИМА, входящих в КБО, физически связаны между собой линиями связи по принципу «точка в точку» без центрального коммутатора. Из рисунка видно, что платформа каждой системы ИМА должна иметь, как минимум, столько входов и выходов по каждому типу внешнего интерфейса, сколько систем входит в КБО. В частности, на рисунке видно, что в состав КБО входит  $N$  систем ИМА, а число выходов и входов каждой платформы равно  $n$ , следовательно, должно выполняться условие  $n = N$ .

Необходимо отметить, что в реальных КБО не обязательно все входы и выходы связаны между собой. Например, система «отображения информации на многофункциональных индикаторах» может вообще не иметь выходов. Из опыта эксплуатации современных КБО летательных аппаратов, построенных по архитектуре «федерация блоков LRU, связанных между собой сложными интерфейсными связями», можно выделить следующие типовые системы ИМА:

- измерения и обработки высотно-скоростных и инерциальных параметров;
- самолетовождения и навигация;
- управления полетом;
- отображения информации на многофункциональных индикаторах;
- предупреждения и сигнализации критических режимов;
- зависимых наблюдений;

связи внутри летательного аппарата и с наземными системами. Как видно из этого перечня типовая унифицированная интерфейсно-вычислительная платформа должна иметь, как минимум, восемь входных и выходных каналов внешнего интерфейса.

Из рис. 1 также видно, что платформа становится системой ИМА после того, как к ней подсоединяются все аппаратные приложения и во все аппаратные средства загружаются программные приложения.

Важным достоинством архитектуры, приведенной на рис. 1, является отсутствие автономного сетевого оборудования, включая центральный коммутатор, для обеспечения межсистемных связей. Внутри каждой подсистемы, как будет показано ниже, имеются коммутаторы, которые обеспечивают локальную сеть управления избыточностью и межсистемный обмен информацией. Как видно на рис.1, все межсистемные связи осуществляются по принципу «точка в точку».

Рассмотрим структуру и характеристики избыточных компонент системы ИМА, находящиеся в горячем резерве на примере платформы ПУИИМА, которая приведена на рис. 2.

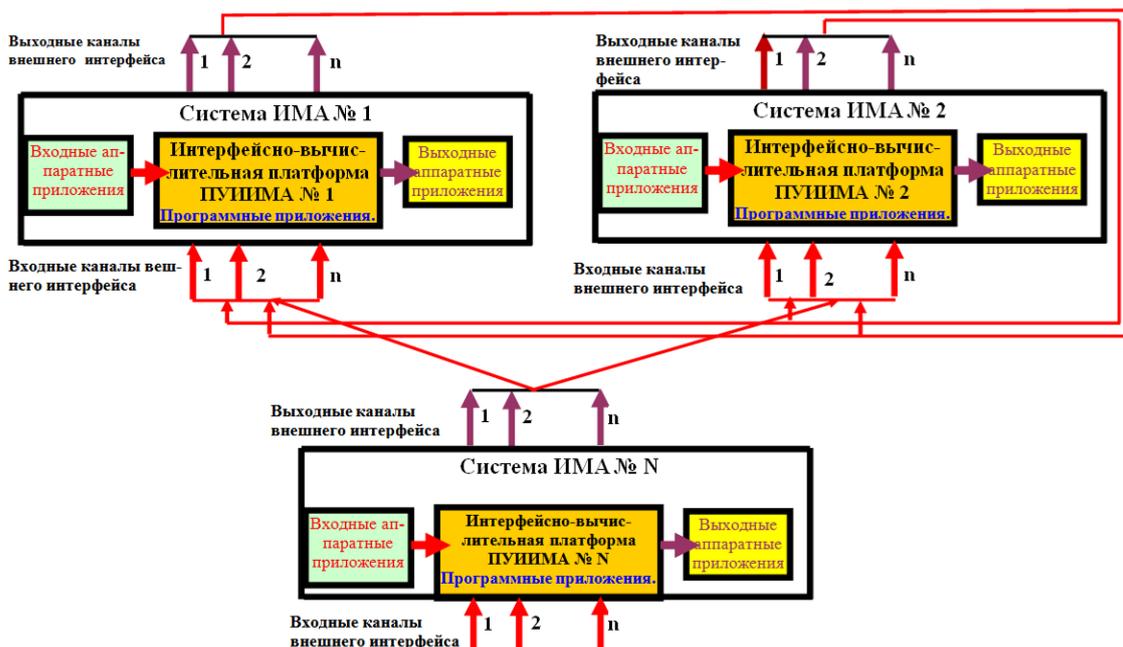


Рис.1 Архитектура системы ИМА, подсистемы которой построены на платформах ПУИИМА

Компонентами, которые должны быть резервированы, чтобы выполнялись требования норм летной годности и регулярности полетов, являются:

- вычислительный узел,
- контролеры низкочастотных интерфейсов,
- порты высокочастотных интерфейсов,
- коммутаторы, коммутирующие контролеры низкочастотных интерфейсов и порты высокочастотных интерфейсов,
- кроссированные линии связи, соединяющие избыточные компоненты.

Создание избыточной среды, путем резервирования в различной кратности перечисленные компоненты, требует сложной процедуры управления избыточностью. Если среднюю по всем компонентам кратность резервирования принять равную трем, то число компонент избыточной среды становится равным восемнадцати, что существенно усложняет процедуру управление избыточностью. В нерезервированной системе перечисленные компоненты, соединенные последовательно, образуют интерфейсно-вычислительный тракт. В цепи этого тракта самым ненадежным и функционально насыщенным элементом является вычислительный узел, необходимая кратность резервирования которого определяет кратность тракта. Если тракт рассматривать как компоненту избыточной системы, то процедура управления упростится за счет того, что число компонент избыточной системы станет равным кратности резервирования тракта.

Типичными элементами интерфейсно-вычислительных трактов платформы КБО, реализующих функции самолетов транспортной категории, являются:

- в качестве низкочастотных интерфейсов, посредством которых подается информация от источников на вычислительные узлы, чаще всего, применяются стандартные интерфейсы: ARINC-429 [6, 7], CAN [8], ГОСТ 26765.51-86 [9], ГОСТ 26765.52-87 [10]);
- в качестве вычислительных узлов применяются системы, содержащие мощные многоядерные фон Неймановские, графические и сигнальные процессоры, а также оперативные и энергонезависимые запоминающие устройства, внутренний интерфейс и сервис, обеспечивающий решение всех необходимых задач на борту ЛА;
- В качестве высокочастотных интерфейсов, чаще всего, применяются стандартные дуплексные интерфейсы: AFDX (ARINC-664) [4], Fibre Chanel (ARINC-818) [4], SpaceWire) [11];
- В качестве низкочастотных коммутаторов применяются модули объединения выходов;
- В качестве высокочастотных коммутаторов используются стандартные коммутаторы, названных выше, высокочастотных интерфейсов.

Структурная схема интерфейсно-вычислительного тракта платформы приведена на рис.3. Для расчета характеристик безотказности платформы ПУИИМА рассмотрим метод расчета характеристик безотказности избыточных систем. В классической литературе по надежности, в частности в [12] и ряде других работ, рассматриваются общие подходы к расчету характеристик безотказности резервированных систем. Особенность расчета характеристик безотказности платформы ПУИИМА заключается в том, что платформа обладает двумя уровнями избыточности. Первый уровень обеспечивает вероятность отказа платформы на час налета, которая, согласно нормам летной годности, не должна превышать вероятности  $10^{-9}$  отказов в час. Второй уровень должен обеспечить автоматический ремонт отказавших элементов избыточности первого уровня на протяжении всего межрегламентного периода, поддерживая избыточность первого уровня с вероятностью готовности в конце межрегламентного периода, согласно нормам регулярности полетов, не превышающей  $10^{-4}$  отказов в час.

Итак, класс избыточных систем с двухуровневым резервированием должен состоять из основного элемента, резервных элементов первого и второго уровней. Обозначим основной элемент системы через  $h$ , резервные элементы первого уровня через  $r$ , а резервные элементы второго уровня через  $H$ . Тогда вся система может быть формализована посредством следующей строки матрицы общего класса избыточных систем:

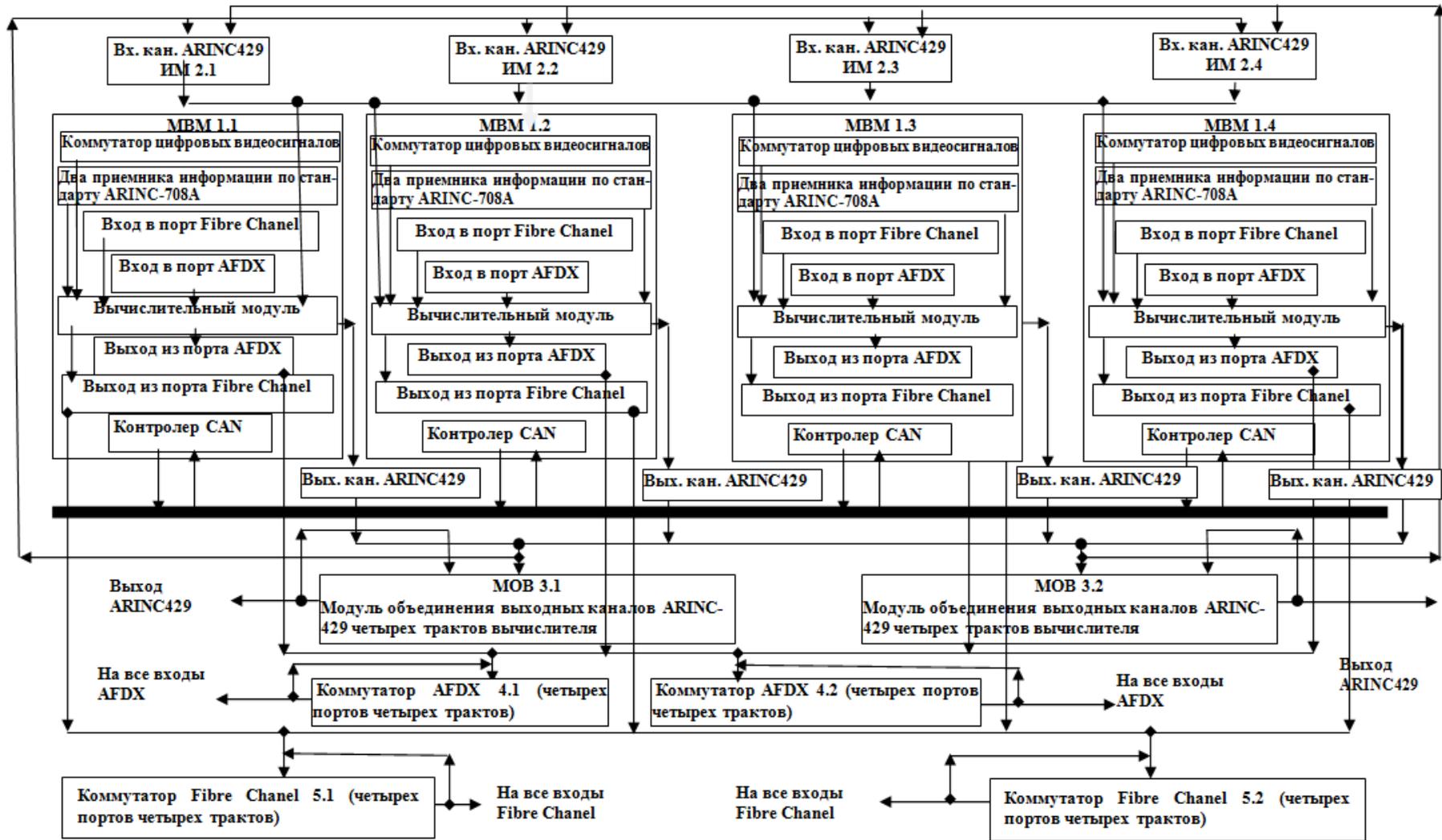


Рис. 2 Структурная схема архитектуры платформы ПУИИМА

$$h, r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_m, H_1, H_2, \dots, H_j, \dots, H_n \quad (1)$$

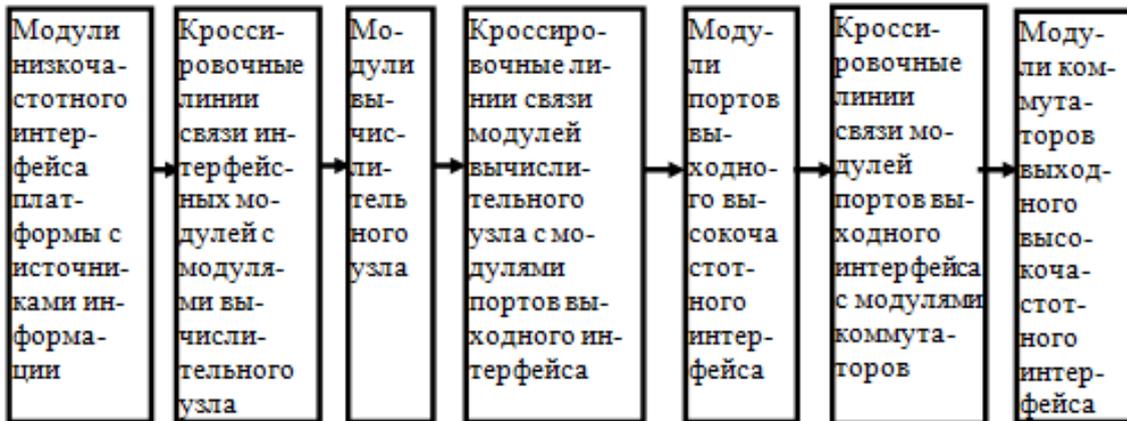


Рис. 3 Структурная схема типового интерфейсно-вычислительного тракта.

Отсюда общее количество элементов двухуровневой системы резервирования  $W$  равно:

$$W = m + n + 1 \quad (2)$$

Под отказом системы при двухуровневом резервировании будем понимать состояние, когда из общего количества элементов основного и резервных первого и второго уровней ( $m+n+1$  элементов) отказывает  $k$  элементов. При этом  $m+n+1-k$  элементов остаются исправными. Такими состояниями являются все возможные состояния из  $m+n+1$  элементов по  $k$  элементов. Для этого случая вероятность отказа системы будет равна:

$$Q_s(t) = \sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} Q_3^i(t). \quad (3)$$

Интенсивность отказов системы определяется следующей формулой [10]:

$$\lambda_s(t) = \frac{f_s(t)}{P_s(t)} = \frac{\frac{dQ_s(t)}{dt}}{1 - Q_s(t)} = \frac{\sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} i Q_3^{i-1}(t) \frac{dQ_3(t)}{dt}}{1 - \sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} Q_3^i(t)} \quad (4)$$

Поток отказов элементов сложных систем электроники является пуассоновским [10] и поэтому справедлива формула:

$$Q_3(t) = 1 - e^{-\lambda_3 t}. \quad (5)$$

Подставив (5) в (3) и (4), получим следующие расчетные формулы для вероятности и интенсивности отказов системы с двухуровневой системой резервирования:

$$Q_s(t) = \sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} (1 - e^{-\lambda_3 t})^i, \quad (6)$$

$$\lambda_s(t) = \frac{\sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} i (1 - e^{-\lambda_3 t})^{i-1} \lambda_3 e^{-\lambda_3 t}}{1 - \sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} (1 - e^{-\lambda_3 t})^i} \quad (7)$$

В [3, стр.72, 84] были проанализированы характеристики безотказности современных интерфейсных и вычислительных систем. На основе этих данных были проведены расчеты вероятности неконтролируемого отказа в полете (десять летных часов), а также вероятность контролируемого отказа воздушного судна за межрегламентный период (500-600 часов налета). Расчеты производились для

различных вариантов структуры платформы. В результате этих расчетов было определено, что для создания систем ИМА, реализующих выполнения критических функций, должны быть выполнены следующие требования:

1. Платформа должна иметь архитектуру, приведенную на рис. 2 и включать в свой состав по четыре модуля низкочастотного и высокочастотного интерфейса, по четыре вычислительных модуля с встроенными модулями портов высокочастотного интерфейса и по два модуля коммутатора.
2. Для выполнения функций по выявлению аппаратных и программных ошибок, допущенных при разработке аппаратной части платформы, а также программ базового математического обеспечения и функциональных приложений, платформа должна разрабатываться следующим образом:
  - функционально одинаковые аппаратные модули платформы должны иметь максимально возможные различные схемно-технические реализации;
  - в каждый из четырех вычислительных модуля платформы должны быть встроены, по крайней мере, три различных операционных системы реального времени
 При перечисленных выше условиях невозможно применять традиционные методы мажоритарного контроля, требующие:
  - идентичности систем не только по обрабатываемым функциям, но и аппаратному и программному исполнению;
  - синхронизации сигналов, прошедших через различные системы;
  - задания допуска на расхождение значений параметра, прошедших через различные системы, не всегда чувствительного к отказам системы (расширение допуска приводит к ошибкам первого рода, а его сужение к ошибкам второго рода).

От этих недостатков свободен метод сравнения сигналов прошедших через регрессионный фильтр. Такие фильтры реализуются в мажоритарных элементах, встроенных в каждый вычислительный модуль. В качестве критерия сравнения был выбран доверительный интервал на остаточную дисперсию регрессии. Остаточная дисперсия регрессии не зависит от изменения значений параметров, а доверительный интервал на неё не зависит от случайных флуктуаций и чувствителен только к отказам.

Метод был разработан, апробирован и запатентован в Российской Федерации [14], как «Способ и вычислительная система отказоустойчивой обработки информации критических функций летательных аппаратов». Математика метода сводится к следующему.

Суть метода сводится на доказательстве, сделанном Гарольдом Крамером [13] того, что статистика  $\Psi$  отношения квадратов остаточной дисперсии к её оценке помноженная на число реализаций ансамбля случайных функций  $C$  распределена по закону  $\chi^2$  с  $V = C - n - 1$  степенями свободы, т.е.:

$$\Psi = \frac{(\sigma_o)^2 C}{(\sigma_{oc}(t_n))^2}, \quad (8),$$

где:

- $(\sigma_o)^2$  – значение остаточной дисперсии параметра;
- $(\sigma_{oc})^2$  – оценка остаточной дисперсии параметра.

Плотность вероятностей распределения  $\chi^2$  определяется формулой [12, 13]

$$K_V(x) = \begin{cases} P_V(\chi^2 \leq x) & \text{при } x > 0, \\ 0 & \text{при } x \leq 0. \end{cases} \quad (9)$$

Выражение для  $P_V(\chi^2 \leq x)$  имеет следующий вид:

$$P_V(\chi^2 \leq x) = \frac{1}{2^{\frac{V}{2}} \Gamma(\frac{V}{2})} x^{\frac{V}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}, \quad (10),$$

где  $\Gamma(\frac{V}{2})$  – гамма-функция, интегральное представление (формула Эйлера), которой для непрерывных  $x$  имеет следующий вид [13]:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx. \quad (11)$$

Для целочисленных  $z > 0$  имеет место следующие соотношения:

$$\Gamma(z + 1) = z!, \quad 0! = \Gamma(1) = 1.$$

Введем обозначение  $\frac{V}{2} = z + 1$ , тогда справедливо равенство:

$$\Gamma\left(\frac{V}{2}\right) = \left(\frac{V}{2} - 1\right)! \quad (12)$$

Подставив (12) в (10), получим следующую, удобную для вычислений, формулу:

$$P_V(\chi^2 \leq x) = \frac{1}{2^{\frac{V}{2}} \left(\frac{V}{2} - 1\right)!} x^{\frac{V}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} \quad (13)$$

На основании выше изложенного можно записать следующее неравенство:

$$t_{\min}(V, P_{\min}) \leq \frac{(\sigma_o)^2 V}{(\sigma_{oc}(t_n))^2} < t_{\max}(V, P_{\max}) \quad (14)$$

где  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$  – соответственно квантили распределения (10) для вероятностей  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$  при  $V$  степенях свободы.

Тогда доверительный интервал для оценки стандартного отклонения, с вероятностью доверия равной  $P_D = P_{\max} - P_{\min}$  будет иметь вид следующего неравенства:

$$\sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\min}(V, P_{\min})}{V}} \leq \sigma_o < \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\max}(V, P_{\max})}{V}} \quad (15)$$

На основании (15) нижняя и верхняя оценки доверительного интервала стандартного отклонения остаточной дисперсии соответственно имеют значения

$$\sigma_{oc}(t_n)_H = \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\min}(V, P_{\min})}{V}}, \quad \sigma_{oc}(t_n)_B = \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\max}(V, P_{\max})}{V}} \quad (16)$$

Доверительный интервал стандартного отклонения остаточной дисперсии определяется формулой

$$D_{oc}T = \sigma_{oc}(t_n)_B - \sigma_{oc}(t_n)_H \quad (17)$$

Тогда условия сопоставимости и несопоставимости доверительных интервалов стандартного отклонения остаточной дисперсии параметра, прошедшего через 1-й и 2-й тракты соответственно, запишутся в виде следующих неравенств:

$$\left|D_{oc}1 - D_{oc}2\right| \leq 0,5 \text{ -сопоставимо, } \left|D_{oc}1 - D_{oc}2\right| \geq 0,5 \text{ -несопоставимо} \quad (18)$$

На рис.4 приведена функциональная схема системы управляемой избыточности. В левой части схемы приведена схема связей между элементами интерфейсно-вычислительных трактов для интерфейса ARINC-429. При проведении двухуровневого мажоритарного контроля мажоритарное сравнение осуществляется между тремя элементами. При отказе одного элемента его замещение происходит из резервных элементов второго уровня. На практике эти два процесса совмещаются, т.е. мажоритарное сравнение осуществляется между всеми элементами первого и второго уровней. Отказом мажоритарной системы считается ситуация, когда в мажоритарной системе остается два и менее элементов.

В [3, стр. 36] показано, что для обеспечения вероятности неконтролируемого отказа менее  $10^{-9}$ , необходимо обеспечить полноту контроля с коэффициентом, равным более величины 0,9999975, т.е. практически равную единице. Чтобы обеспечить такую полноту контроля, сравнению должны подвергаться сигналы, прошедшие через весь тракт, т.е. эхо-сигналы, как это показано на рис. 4.

Для интерфейсов AFDX и FibreChanel схема отличается тем, что вместо входных и выходных каналов имеется один дуплексный порт соответствующего интерфейса, который встроен в многофункциональный вычислительный модуль MBM. Вместо модулей объединения выходов интерфейса ARINC-429 МОБ функционируют коммутаторы KAFDX и KFibreChanel.

Система управляемой избыточности построена в MBM каждого тракта, т.е. в модуле MBM каждого тракта выполняются следующие процедуры системы управляемой избыточности:

- мониторинг рабочего состояния (тестовый и мажоритарный контроль рабочего состояния);
- анализ состояния элементов трактов;
- реконфигурация архитектуры платформы для восстановления платформы после возникновения разладок.

Двухуровневый мажоритарный контроль контура входные каналы интерфейса ARINC429 (модули МИМ), модули вычислительного узла (МВМ), выходные каналы интерфейса ARINC429 модули объединения выходов (МОБ). Эхо контроль контура МОБ, выходные каналы интерфейса ARINC429.

Независимые системы платформы (мониторинга рабочего состояния и функционирования)

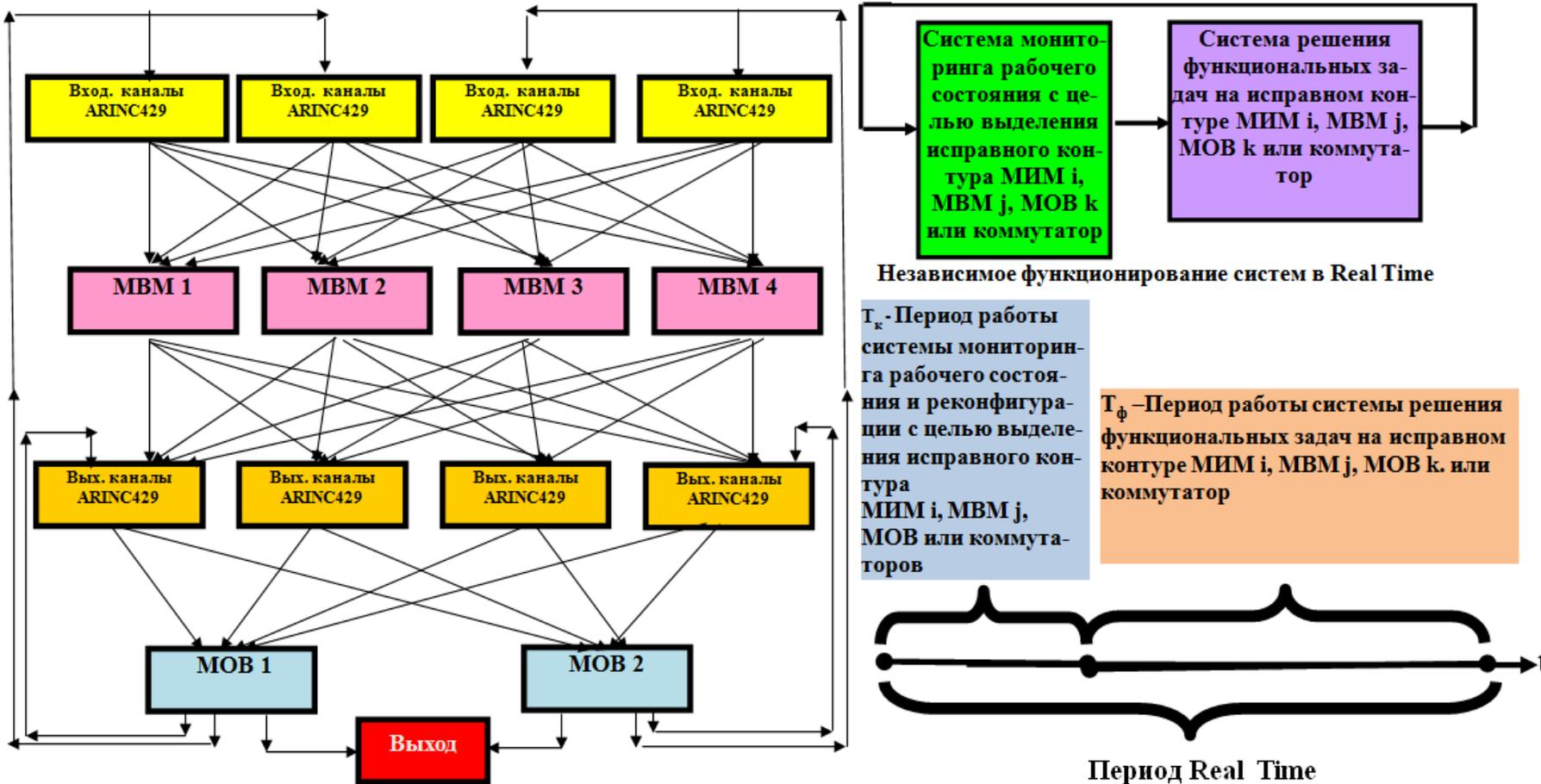


Рис. 4 Функциональная схема системы управляемой избыточности.

Поскольку возникающие разладки могут привести к неоднозначности результатов мониторинга рабочего состояния платформы, то в системе управляемой избыточности выполняется мажоритарное сравнение результатов мониторинга рабочего состояния платформы для устранения неоднозначности.

В правой части схемы, приведенной на рис.4, показана связь систем мониторинга рабочего состояния с целью выделения исправного контура МИМ  $i$ , МВМ  $j$ , МОВ  $k$  или коммутатор и системы решения функциональных задач на исправном контуре МИМ  $i$ , МВМ  $j$ , МОВ  $k$  или коммутатор. Каждая из этих систем сегментирована, но они связаны своими входами и выходами.

Кроме сегментации этих систем на уровне аппаратных средств эти системы еще сегментированы и во времени, т.е. функционируют в различных частях периода RealTime. В начале периода RealTime на участке  $T_k$  выполняются мониторинг рабочего состояния и реконфигурация системы с целью выделения исправного тракта. В следующем периоде  $T_f$  исправный тракт обеспечивает решение функциональных задач на надежном интерфейсно-вычислительном ресурсе. Как видно на рис. 4 периоды  $T_k$  и  $T_f$  связаны между собой последовательным выполнением своих функций в каждом цикле периода RealTime.

С целью унификации платформы для работы с аппаратными и программными приложениями, реализующими функции с различными категориями безопасности полетов, платформа должна иметь возможность функционировать в следующих вариантах:

- интерфейсно-вычислительная система с четырехкратным резервированием трактов (для реализации на ней функций, отказы которых могут привести к последствиям категорируемым как «аварийная» или «катастрофическая»);
- две интерфейсно-вычислительных системы, каждая из которых двукратно резервирована (для реализации на ней функций, отказы которых приводят к последствиям, категорируемым как «сложная ситуация»);
- четыре интерфейсно-вычислительных системы (без резервирования), для реализации на них функций, отказы которых могут привести к последствиям, категорируемым как «усложнение условий полета».

#### Литература

1. Нормы летной годности самолетов транспортной категории (АП-25). Москва. 1993
2. Типовые требования к эксплуатационно-техническим характеристикам комплексов бортового оборудования гражданских магистральных самолетов, самолетов МВЛ и авиации общего назначения. Утверждена заместителем директора ГосНИИ «Аэронавигация В.Я.Кушельманом 10 мая 1994
3. А.А. Авакян, В.В. Ключев «Синтез сложных многофункциональных отказоустойчивых систем электроники», Москва, издательский дом «Спектр», 2014
4. Отчет № 187-10-VIII «Разработка унифицированного, высокопроизводительного, отказоустойчивого вычислителя для платформ ИМА интегрированных комплексов бортового оборудования (ИКБО)», ОАО «НИИ авиационного оборудования», 2010
5. SC-200 © 2005, RTCA Inc. Руководство по вопросам разработки и сертификации интегрированного модульного авиационного радиоэлектронного оборудования (ИМА) DO-297. RTCA, Incorporated, 1828 LStNW., NW., 805 Washington, 2005
6. АРИНК 429 «Система передачи цифровой информации. Тип 33», 1977
7. РТМ 1495 – 75 «Обмен информацией двух полярным кодом в оборудовании летательных аппаратов», 1985
8. Проект 1 стандарта ARINC-825 «Общая аттестация протокола опроса шины локальной сети контроллеров бортового назначения», Корпорация AERONAUICALRADIO, INC 2551 RivaRoad, Annapolis, Maryland 21401-7435 USA, 2007
9. Интерфейс магистральный параллельный МПИ системы электронных модулей. Общие требования к совокупности правил обмена информацией. ГОСТ 26765.51-86. Москва, издательство стандартов, 1986
10. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования. ГОСТ 26765.52-87. Москва, издательство стандартов, 1988
11. Подобедов Д. В. «Интерфейс SpaceWire», СКБ КП ИКИ РАН, подготовлено по материалам ECSS-E-50-12 SpaceEngineering, SpaceWire: SERIALPOINT-TO-POINTLINKSDRAFTISSUEC (г. Таруса)
12. Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д.Соловьев “Математические методы в теории надежности.”, Москва, “Наука”, 1965
13. Гарольд Крамер “Математические методы статистики”, под редакцией А.Н. Колмогорова, Москва, “Мир”, 1973
14. МПК GOGF 11/00, 11/08, 11/18, 11/22 «Способ и вычислительная система отказоустойчивой обработки информации критических функций летательных аппаратов»

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Андреев Г.И., \*Летунов В.В., \*\*Ловцов Д.А.

Москва, ОАО НТПП «КРТ», \*Москва, ОАО НТПП «КРТ», \*\*Москва, ИТМуВТ РАН

Рассмотрена новая информационная технология прецизионного прогнозирования и оценки движения техногенных объектов. Технология позволяет решить актуальную задачу повышения точностных характеристик современных систем контроля космического пространства при ограничении на суммарные вычислительные затраты прогноза обстановки околоземного пространства.

### **Information technology of monitoring changes in the state of near space. Andreev G, Letunov V, Lovtsov D.**

Described the new information technology precision motion prediction and assessment of technogenic objects. The technology allows to solve an actual task of increasing precision characteristics modern systems of space control in the restriction on the total computational time of the forecast situation of near space.

Высокое количество техногенных объектов – космических аппаратов (КА) и фрагментов космического мусора (ФКМ) в околоземном космическом пространстве (ОКП) и его постоянный рост требует совершенствования точностных характеристик современных систем контроля космического пространства (СККП). Применяемое в современных СККП алгоритмическое и информационно-методическое обеспечение не способно обеспечить необходимые точностные характеристики без значительного увеличения вычислительных затрат [1]. В связи с этим возникает актуальная задача разработки новой информационной технологии высокоточного прогнозирования и оценки движения большого количества техногенных объектов в ОКП, которая позволит повысить точностные характеристики современных СККП в условиях вычислительных ограничений. Базовым элементом информационной технологии является баллистическая модель (БМ).

Из всего существующего множества БМ особый интерес представляют БМ, основанные на численных методах интегрирования и численных моделях учёта возмущающих воздействий Земли, Луны, Солнца и атмосферы Земли [2, 3], при этом для работы с классом низкоорбитальных объектов должна также использоваться численная модель атмосферы Земли. В соответствующей адекватной БМ перед использованием необходимо задать следующий набор параметров: вектор состояния КА, временной интервал прогноза, шаг вывода результата, максимальный порядок учитываемых гармоник геопотенциала Земли, влияние атмосферы Земли, возмущений Солнца, возмущений Луны. Каждый из отмеченных параметров влияет либо на точность прогноза, либо на вычислительные затраты, либо на оба показателя сразу.

Автоматизацию процесса [4, 5] определения параметров баллистической модели в СККП осуществляет методика оперативного прецизионного прогнозирования и оценки движения техногенных объектов, рисунок 1. Работа методики строится вокруг частной методики создания «эталонной орбиты»  $M-I$  [6] по CPF-данным Международной службы лазерной локации искусственных спутников Земли (<http://ilrs.gsfc.nasa.gov/>) и определения таких параметров баллистической модели, которые обеспечивают максимальную близость спрогнозированной траектории движения КА к эталонной траектории. Методика использует в своём составе специальный комплекс алгоритмов [7].

Описываемая методика предполагает следующую последовательность действий:

- 1) Получение эталонной орбиты  $S$  по CPF-данным Международной службы лазерной локации искусственных спутников Земли, блоки 1-2;
- 2) Определение множества  $\Delta$  (включающего множества допустимых параметров геопотенциала Земли  $G$ , возмущения Солнца  $E$ , возмущения Луны  $M$ , сопротивления атмосферы  $A$ ) допустимых параметров БМ, задание начальных параметров БМ  $w$  и временных параметров прогнозирования ( $t_{1S}$  - время начала,  $t_{nS}$  - время окончания,  $\Delta t_s$  - шаг), блок 3;
- 3) Прогноз начального вектора состояния  $S_1$  баллистическим модулем СККП, блок 4;
- 4) Оценка точности прогноза  $\delta$  и затраченного машинного времени  $t$ , блоки 5-6;
- 5) Проверка на выполнение условия ограничения оперативности прогноза  $N$  техногенных объектов  $T^0(N)$  и улучшения точности прогнозирования  $\delta_{min}$ , блоки 7-8;
- 6) Сохранение оптимальных параметров БМ в  $w^*$ , достигнутой точности  $\delta_{min}$  и затраченного машинного времени  $t_0$ , а также изменение и принадлежности  $\Delta$ , блоки 9-11;
- 7) Вывод результата работы методики, блок 12.

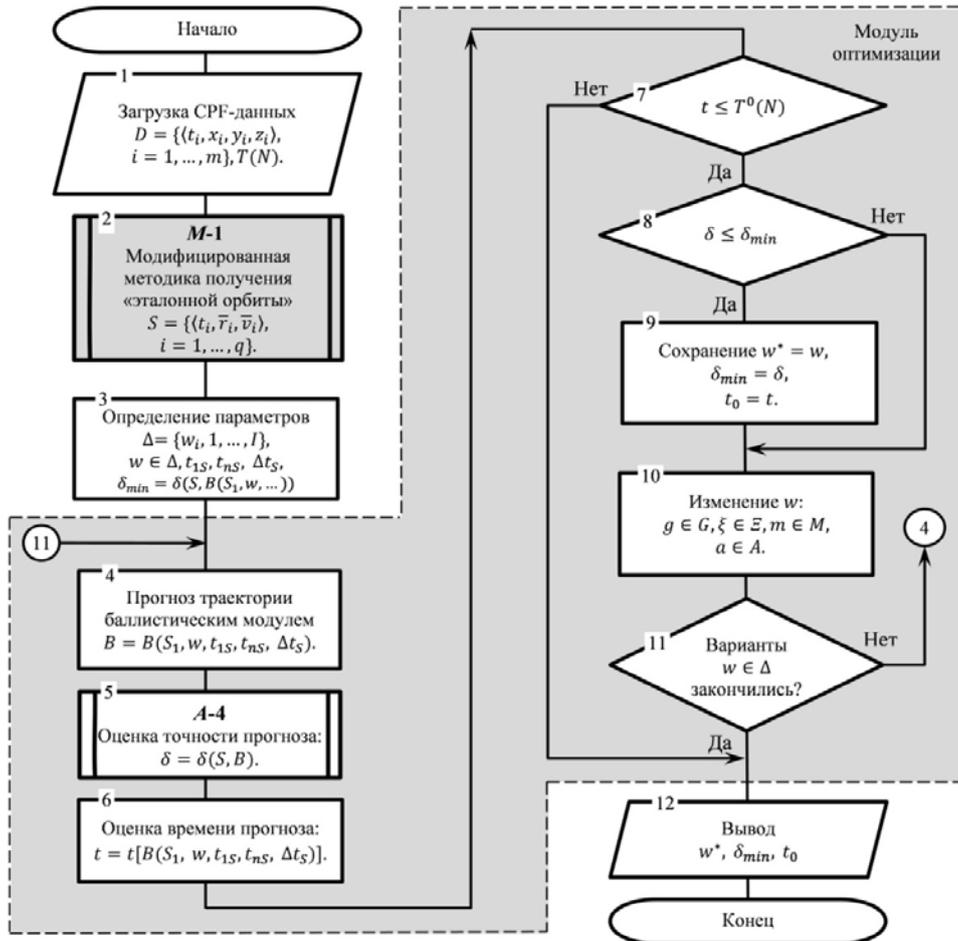


Рисунок 1 – Методика оперативного прецизионного прогнозирования и оценки движения техногенных объектов

Показатель точности  $\delta$  для  $k$ -ой пары векторов состояния вычисляется исходя из режима работы методики (автоматизированный поиск оптимальных параметров БМ, анализ результата работы БМ человеком-оператором) двумя способами.

$$\delta_{1k}[S, B(S_1, w^*, t_{1S}, t_{nS}, \Delta t_S)] = \|\bar{r}_{kS} - \bar{r}_{kB}\| = |x_{kS} - x_{kB}| + |y_{kS} - y_{kB}| + |z_{kS} - z_{kB}|$$

$$\delta_{2k}[S, B(S_1, w^*, t_{1S}, t_{nS}, \Delta t_S)] = \|\bar{r}_{kS} - \bar{r}_{kB}\| = \sqrt{(x_{kS} - x_{kB})^2 + (y_{kS} - y_{kB})^2 + (z_{kS} - z_{kB})^2}$$

При этом первый элемент  $k$ -ой пары должен принадлежать «эталонной орбите»  $\{x_{kS}, y_{kS}, z_{kS}\}$ , а второй элемент должен принадлежать спрогнозированной траектории движения техногенного объекта  $\{x_{kB}, y_{kB}, z_{kB}\}$ .

Результаты экспериментального анализа разработанной информационной технологии на примере широко используемых типов орбит КА показали прирост от 15% до 17% оперативности прогнозирования на один техногенный объект при достижении максимально возможной для баллистического модуля СККП точности прогноза. Рассматривались низкие околоземные орбиты на примере КА «Ajisai», средние околоземные орбиты на примере КА «Глонасс-103» и геостационарные орбиты на примере КА «Qzs-1».

Таким образом, рассмотренная информационная технология на примере методики оперативного прецизионного прогнозирования и оценки движения техногенных объектов вместе с методикой получения «эталонной орбиты» и специальным комплексом алгоритмов позволяет успешно повышать точностные характеристики современных СККП.

#### Литература

1. Назаренко А.И. Моделирование космического мусора. – М.: ИКИ РАН, 2013.
2. Эльясберг П.Ф. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. Изд. 2-е. – М.: Кн. дом «Либроком», 2011.

3. Андреев Г.И., Чернов В.В., Летунов В.В. Синтез перспективных систем прогнозирования орбитального движения для наблюдения за космическим мусором // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2014. – № 1.

4. Ловцов Д.А., Бетанов В.В., Глазов Б.И., Лобан А.В. Программно-математическое обеспечение АСУ космическими аппаратами / Под ред. Д.А. Ловцова. – М.: ВА им. Петра Великого, 1995. – 412 с.

5. Ловцов Д.А., Карпов Д.С. Динамическое планирование навигационных определений объектов ракетно-космической техники в АСУ лётными испытаниями // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. – 2010. – № 1. – С. 53 – 60.

6. Андреев Г.И. Методика получения эталонных орбит в системах прогнозирования орбитального движения космических объектов искусственного происхождения. // Труды IV Все-росс. науч.-практ. конф. «Современное непрерывное образование и развитие» / РАО. – Сер-пухов: МОУ «ИИФ», 2014.

7. Андреев Г.И., Ловцов Д.А. Прецизионное прогнозирование движения техногенных объектов в околоземном космическом пространстве // Информация и космос / ЗАО «Институт телекоммуникаций». – СПб., 2015. – Вып. №2. – С. 103 – 110.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Андреева Д.В., \*Андреев Г.И.

Москва, ОАО НТПП «КРТ»; \* Москва, ОАО НТПП «КРТ»

Для моделирования процесса радиолокационного наблюдения существуют комплексы различных математических моделей и методик. Комплекс методик содержит множество алгоритмов, одним из которых является алгоритм определения координат узловых точек падения луча радиолокационной аппаратуры наблюдения на подстилающую поверхность по углу визирования и курсовому углу. Данный алгоритм рассмотрен в настоящей статье.

#### Information technology simulation of radar observations. Andreeva D.V.

To simulate the process, there are radar systems of various mathematical models and techniques. The complex comprises a plurality of algorithms, methods, one of which is an algorithm for determining the point of impact at the corner of sight and relative bearing. This algorithm is discussed in this article.

Существует множество алгоритмов определения координат точек падения луча радиолокационной аппаратуры наблюдения (РАН) на подстилающую поверхность [1]. Эти алгоритмы отличаются высокой точностью определения координат точек падения при большой вычислительной сложности. Однако, приняв ряд допущений в математических моделях, можно добиться приемлемой точности за меньшее время при снижении вычислительной сложности. Рассмотрим такую информационную технологию на примере алгоритма определения узловых точек зоны захвата луча РАН.

В научной литературе [1, 2] встречаются различные определения азимутальной плоскости (АЗП) и угла, лежащего в ней. В рассматриваемом алгоритме угол в АЗП будет отсчитываться от проекции вектора скорости космического аппарата (КА) по часовой стрелке до сканирующего луча. Данные определения послужили основой для создания множества методик определения параметров полос обзора КА с необходимой точностью в конкретных режимах радиолокационного наблюдения для решения различных задач радиолокации [3, 4].

Алгоритм разработан на основе базовых определений, приведённых в литературе 5. Модель луча РАН, на которой основан алгоритм, представлена на рисунке 1. Входными данными алгоритма являются радиус Земли  $R_E = 6371.3$  км, пространственные положения КА  $\vec{R}\{x, y, z\}$ ,  $\vec{V}\{\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}\}$ , где  $\vec{R}$  – вектор положения КА,  $\vec{V}$  – вектор скорости КА в мгновенный момент времени  $t$ , углы визирования  $\alpha_i$  и курсовые углы  $\beta_i$ , где  $i = 1, \dots, 4$  – номер пары углов ориентации луча РАН, рисунок 2 блок 1.

Выходными данными являются  $\vec{P}_1, \dots, \vec{P}_4$  узловые точки пересечения луча РАН с поверхностью Земли, формирующие зону захвата, рисунок 2 блок 12.

Для определения узловых точек падения луча РАН на поверхность Земли алгоритм предусматривает выполнение следующих действий, рисунок 2:

– принять в модели луча РАН вектор  $\vec{MK}$ , направленный от вершины пирамиды ( $\vec{R}$ ) к центру её основания, совпадающим по длине и направлению с вектором скорости  $\vec{V}$  КА, рисунок 1;

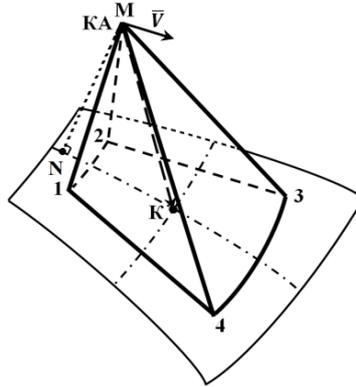


Рисунок 1 – Модель луча РАН

- определить вектор  $\vec{W} = \vec{MN} \times \vec{V}$ , где  $\vec{MN} = -\vec{R}$  – вектор, направленный от положения КА на орбите к его надиру, рисунок 2 блок 2;
- определить вектор  $\vec{MK} = \vec{V}$  и осуществить повороты вектора  $\vec{MK}$  для каждой пары углов ориентации луча РАН  $\alpha_i, \beta_i$ , где  $i$  – номер пары, таблица 1;
- осуществить поворот вектора  $\vec{MK}$  на угол визирования  $\alpha_i$  вокруг вектора  $\vec{W}$ , рисунок 2 блок 4;
- осуществить поворот полученного вектора  $\vec{MK}$  на курсовой угол  $\beta_i$  вокруг вектора  $\vec{MN}$ , рисунок 2 блок 4.

Таблица 1 – Пары углов, для которых осуществляется поворот вектора  $\vec{MK}$

Номер пары, $i$	Угол визирования, $\alpha_0$	Курсовой угол, $\beta_0$
1	$\alpha + \Delta\alpha/2$	$\beta + \Delta\beta/2$
2	$\alpha + \Delta\alpha/2$	$\beta - \Delta\beta/2$
3	$\alpha - \Delta\alpha/2$	$\beta - \Delta\beta/2$
4	$\alpha - \Delta\alpha/2$	$\beta + \Delta\beta/2$

После осуществлённой серии поворотов вектора  $\vec{MK}$  необходимо определить длину вектора  $\vec{MK}$  для пересечения с поверхностью Земли, рисунок 2 блок 4.

Имеем вектор  $\vec{R}\{x, y, z\}$  и вектор  $\vec{MK}\{l; m; n\}$ , сферу радиусом  $R = 6371.3$  км. Необходимо определить координаты точки пересечения  $\vec{P}(x_p, y_p, z_p)$  вектора  $\vec{MK}$  и сферы, рисунок 2 блоки 5 – 7.

Необходимо решить квадратное уравнение  $at^2 + bt + c = 0$ ,

где  $a = l^2 + m^2 + n^2$ ,

$$b = 2(xl + ym + zn), D = b^2 - 4ac,$$

$$c = x^2 + y^2 + z^2 - R_E^2, t_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}.$$

Возможны следующие варианты:

1. При  $D < 0$  пересечений у прямой и сферы не существует;
2. При  $D = 0$  существует одна точка пересечения, прямая является касательной к сфере;
3. При  $D > 0$  существуют две точки пересечения прямой и сферы, прямая является секущей к сфере. В данном случае выбирается точка, находящаяся ближе всего к положению КА на орбите, т.е. меньшее по значению  $t$ , рисунок 2 блок 8.

Полученное значение  $t$  умножается на вектор  $\vec{MK}$  и складывается с координатами вектора  $\vec{R}$ , тем самым определяются координаты узловых точек зоны захвата  $\vec{P}_i$  для текущей пары углов  $\alpha_i, \beta_i$ , рисунок 2 блок 9.

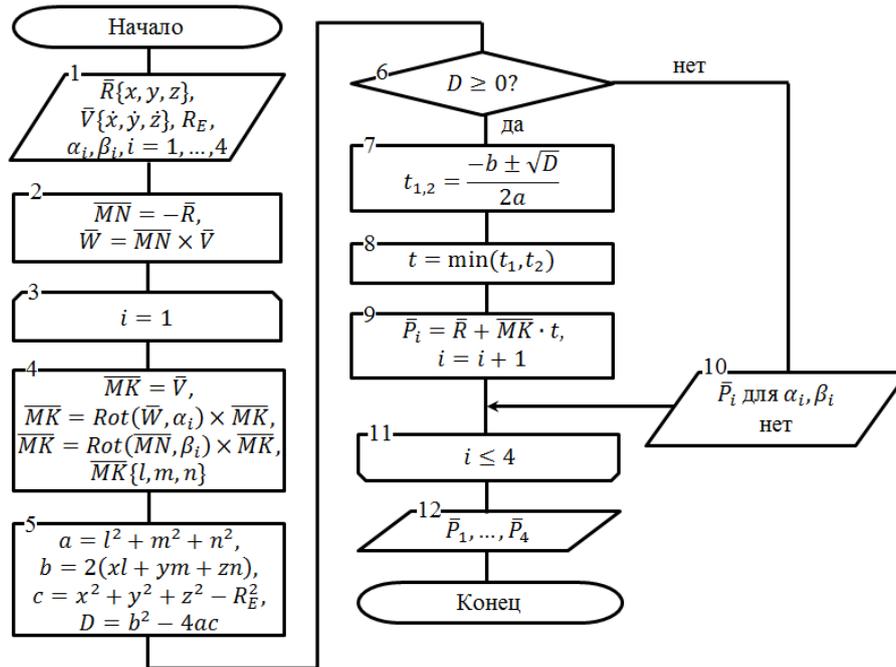


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма определения узловых точек падения луча РАН

Таким образом, рассмотренная информационная технология моделирования процесса радиолокационного наблюдения на примере алгоритма определения узловых точек зоны захвата луча РАН позволяет, уменьшая вычислительную сложность, получать необходимую точность при решении различных задач радиолокации.

#### Литература

1. Балтер Б.М., Ведемин Л.А. и др. Аэрокосмический радиолокационный мониторинг Земли. Коллективная монография/ Под ред. А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2006.
2. Сологуб А.В., Аншаков Г.П., Данилов В.В. Космические аппараты систем зондирования поверхности Земли: Математические модели повышения эффективности КА – М., Машиностроение, 1993.
3. Коновалова Д.В., Андреев Г. И., Летунов В.В. Разработка базового понятийного аппарата. Сравнительный анализ режимов радиолокационного картографирования местности //Динамика сложных систем – М., Радиотехника, 2014 №3, т. 8, стр. 29-31.
4. Коновалова Д.В., Андреев Г. И., Шевляков А.С. Математические модели геометрических характеристик работы космических радиолокаторов в задачах дистанционного зондирования Земли //Актуальные вопросы современных информационных технологий: НТС Известия №257. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2014. – с. 140-146 Инв. № 137469.

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПЕРИОДА ДИСКРЕТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ФУНКЦИИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА

Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю., Белов А.А.

Муром, Муромский институт (филиал) ФБГОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

В работе рассматривается разработка и исследование методов оценивания периода временного ряда дискретного представления непрерывных функций – непрерывных сигналов в телекоммуникационных системах мониторинга. Исследован метод определения верхней частоты спектральной функции непрерывного процесса, аппроксимированного многочленом Лагранжа с последующим преобразованием Фурье. Также исследован и разработан метод определения верхней частоты спектра табличной функции отсчетов временного ряда с последующим вычислением ДПФ на конечном интервале.

Работа выполнена в соответствии с проектной частью государственного задания РФ №2.1228.2014/К в сфере научной деятельности.

**Methods for determining the maximum period of discrete representation continuous functions of monitoring systems.** Kropotov Y.A., Proskuryakov A.Y., Belov A.A.

Methods of estimation return period discrete representation of continuous functions - continuous signals in telecommunication systems of monitoring have been developed and researched. Investigated method of determining the upper frequency of the spectral function of a continuous process, approximated by a polynomial of Lagrange followed by Fourier transformation. Also researched and developed a method of determining the upper frequency range of the table function countdown series with subsequent calculation of the DFT on a finite interval.

При создании телекоммуникационных систем автоматизированного мониторинга возникает задача формирования временных рядов отображения непрерывной функции, в частности, рядов изменения концентраций выбросов в системах экологического мониторинга. Поэтому решается задача определения максимального периода отсчетов временного ряда. На рис. 1 представлена экспериментальная функция изменений концентраций испарений ксилола  $M(t)$  мг/м<sup>3</sup> в процессе осуществления технологического процесса лакокрасочных покрытий изделий.

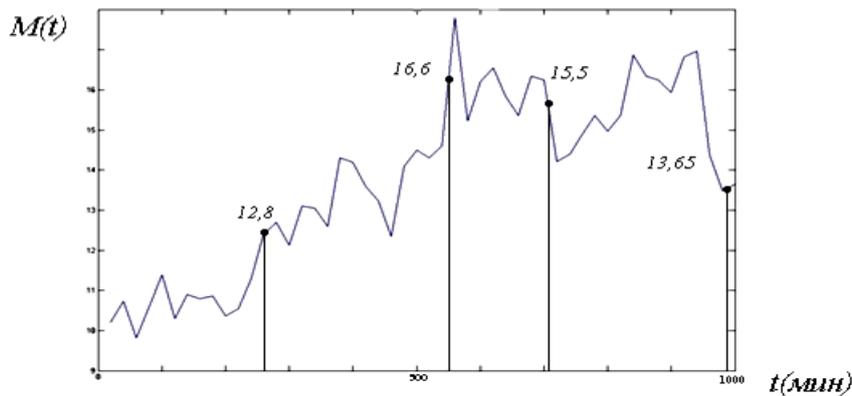


Рис. 1. График функции изменений концентраций выбросов

Для определения максимального периода дискретизации непрерывной функции  $M(t)$  в виде временного ряда, достаточно получить значение верхней частоты спектра  $s(f)$  процесса  $M(t)$ . Для получения математической модели функции  $M(t)$  обратимся к аппроксимирующему интерполяционному полиному Лагранжа [1, с.28]. В этом случае аппроксимация полиномом четвертого порядка ( $n=4$ ), в соответствии с узлами интерполяции на рис. 1, позволяет получить погрешность MAPE менее 5% ( $|\delta| < 5\%$ ). Аппроксимация функции получает вид:

$$M(t) = 5,1 + 0,059 t - 1,577 \cdot 10^{-4} t^2 + 2,131 \cdot 10^{-7} t^3 - 1,054 \cdot 10^{-10} t^4 \quad (1)$$

График модели (1) представлен на рис. 2а, функция спектральной плотности представлена на рис. 2б.

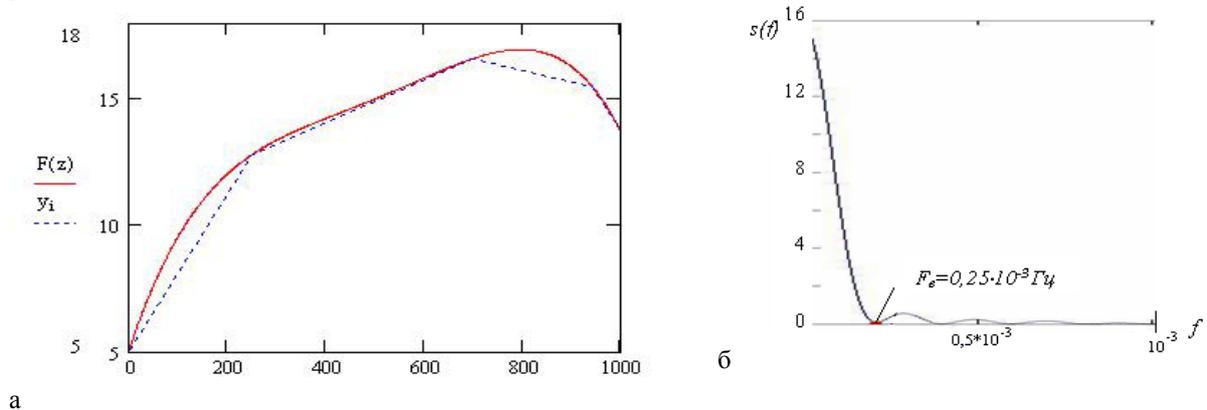


Рис. 2. График аппроксимирующей функции процесса  $M(t)$  и функции спектральной плотности.

Значение частоты  $F_e$ , при которой основной лепесток спектральной функции принимает значение равно нулю ( $S(f)=0$  при  $F_e=0,25 \cdot 10^{-3}$ ), можно принять как верхнюю частоту спектра

непрерывного процесса  $M(t)$ . В этом случае максимальный период дискретизации, в соответствии с теоремой Котельникова, определяется по формуле  $T_{дискр} \leq \frac{1}{2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}} = 2000 \text{сек} = 33,3 \text{мин}$ .

Таким образом, непрерывная функция  $M(t)$ , представленная отсчетами с  $T_{дискр} \leq 33,3$  мин, может быть восстановлена без потерь информации по формуле [2, с.62]:

$$M(t) = \sum_{k=0}^{N-1} M_i(k) \varphi_k(t), \quad \varphi_k(t) = \frac{\sin 2\pi F_g(t-k)}{2\pi F_g(t-k)}. \quad (2)$$

Часто экспериментально получают функцию изменений концентраций загрязняющих выбросов в виде временного ряда

$$M(k) = \sum_{k=0}^{N-1} M(k \cdot t_{отсч}), \quad (3)$$

где  $t_{отсч}$  – период дискретизации в экспериментальном временном ряде.

Значение  $t_{отсч}$  в экспериментальном временном ряде принимается в соответствии с ограничениями  $t_{отсч} \ll T_{техн.проц}$  и  $t_{отсч} \in \{1 \div 15\}$  сек, где  $T_{техн.проц}$  – время реализации технологического процесса. Пример табличной функции отсчетов экспериментального временного ряда концентраций выбросов с периодом  $t_{отсч} = 12$  сек. приведен в сокращенном виде в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица отсчетов концентраций испарений ацетона

<i>i, № отсч.</i>	1	2	3	...	601	602	...	1197	1198	1199	1200
<i>xi(ti), сек</i>	12	24	36	...	7212	7224	...	14364	14376	13988	14400
<i>yi [M(ti)], мг/м3</i>	5,1	5,25	5,38	...	15,94	15,97	...	5,04	5,05	5,04	5,05

Определение минимальной частоты сбора данных об уровнях концентраций загрязняющих веществ осуществляется путем определения верхней частоты спектра дискретной функции  $M(i \cdot t_{отсч})$  по ее спектральной функции представленной в виде отсчетов коэффициентов ДПФ, вычисленных методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Вычисления коэффициентов ДПФ последовательности конечной длины из  $N$  отсчетов концентраций загрязняющих выбросов и, соответственно, вычисление значений функции спектральной плотности процесса осуществляется по выражению [3, 4]:

$$S(jl2\pi f_1) = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N/2} \sum_{k=0}^{N-1} M(k) e^{-j \frac{2\pi}{N} l \cdot k}, \quad (4)$$

где  $S(l \cdot f_1)$  -коэффициенты ДПФ спектральной плотности временного ряда из  $N$  отсчетов в  $l$ -равномерно распределенных точках на половине единичной окружности  $Z$ -плоскости,  $l$  – номер точки на окружности единичного радиуса  $Z$ -плоскости, в которой вычисляются коэффициенты спектральной плотности  $S(l \cdot f_1)$ ,  $l = 0, 1, \dots, N/2$ ,  $f_1 = \frac{F_\delta}{N}$  - частотный интервал разрешения спектральной функции по

частоте,  $F_\delta = \frac{1}{t_{отсч}} = 0,083 \text{ Гц}$ , при  $t_{отсч} = 12$  сек.

Для повышения разрешения спектральной функции по частоте [3, 4], представленной коэффициентами ДПФ через частоту разрешения  $f_1$ , производится уменьшение частоты разрешения  $f_1$  дополнением временного ряда нулевыми отсчетами [3, 4], т.е. число отсчетов временного ряда увеличивается с  $N=1200$  до  $N_1=2400$ . В этом случае частотный интервал разрешения спектральной функции определяется выражением

$$f_1 = \frac{F_\delta}{N_1} = \frac{0,083 \text{ Гц}}{2400} = 0,347 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}. \quad (5)$$

В соответствии с (4), вычисляются значения спектральной плотности  $S(l \cdot f_1)$  от временного ряда в виде коэффициентов ДПФ в следующих точках:  $S_0(0)$ ,  $S_1(0,0000347)$ ,  $S_2(0,0000694)$ ,  $S_3(0,0001041) \dots$   
 $S_l(l \cdot f_1) = S_l(l \cdot 0,347 \cdot 10^{-4})$ .

График коэффициентов ДПФ в точках оси частот  $lf_1$  при значениях  $l=0, 1, 2, \dots, 7$ , приведен на рис. 3.

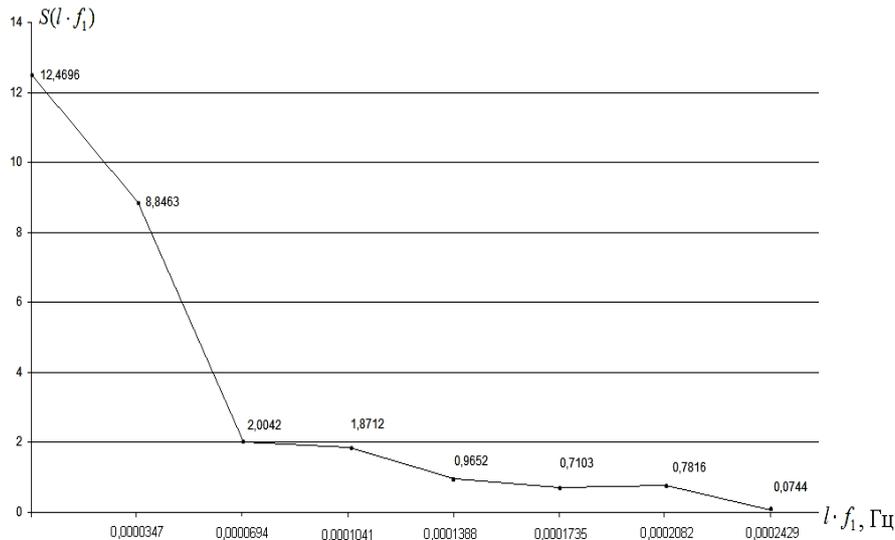


Рис.3. График значений коэффициентов ДПФ функции спектральной плотности в точках  $l f_1$  оси частот

Абсцисса точки, при которой значение  $S(l \cdot f_1)$  приближается к нулю принимается равной нулю с погрешностью до 1%, определяет верхнюю частоту спектра временного ряда  $F_e = 7 f_1$ . Максимально допустимое значение периода дискретизации  $T_{max}$  соответственно определяется по формуле

$$T_{max} = \frac{1}{2F_e} = \frac{1}{14f_1} = 2057,6 \text{ сек.} = 34,3 \text{ мин.} \quad (6)$$

Согласно (6) период процесса, представленного в таблице 1, принимается в соответствии с условием  $T \leq T_{max}$ .

По результатам исследований представлены два метода оценивания максимального периода временного ряда, отображающего функцию концентраций выбросов  $M(t)$  мг/м<sup>3</sup> в дискретном времени.

#### Литература

- 1.Калиткин, Н.Н. Численные методы. -М.: Наука, 1978. — 512 с.
- 2.Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для высших учебных заведений / И.С. Гоноровский. – М.: «Радио и связь», 1986. – 512 с.
- 3.Рабинер,Л.Теория и применение цифровой обработки сигналов/Л. Рабинер, Б. Гоулд.– М.:«МИР», 1978. – 848с.
- 4.Проскуряков, А.Ю., Быков, А.А., Кропотов, Ю.А. Исследование методов спектрального анализа речевых сигналов/ Материалы конф. СтiMiCo2008 в 2т. – Севастополь, Украина: Вебер. – 2008. – С.308–309.

### ПРОБЛЕМА ОПИСАНИЯ И СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ

Бродский Ю.И.  
ВЦ РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Предлагается новый подход к описанию, синтезу и компьютерной реализации имитационных моделей сложных многокомпонентных систем, – модельный синтез и модельно-ориентированное программирование. Центральным для этого подхода является понятие модели-компоненты. Семейство моделей-компонент замкнуто относительно объединения компонент в комплекс, а организация имитационных вычислений однотипна для любого представителя семейства, что позволяет решить задачу синтеза моделей любой сложности. Для описания моделей-компонент и построения из них комплексов предлагается специальный декларативный язык ЯОКК (язык описания комплексов и компонент). Предлагаемая система модельно-ориентированного программирования ориентирована на параллельные и распределенные вычисления.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, сложные системы, модельный синтез, модельно-ориентированное программирование, параллельные и распределенные вычисления.

**The problem of description and synthesis of distributed simulation models of complex multicomponent systems. Brodsky Yu.I.**

A new approach proposed to the description, design and implementation for computer simulations of complex multi-component systems, – the model synthesis and model-oriented programming. The central concept of this approach is the concept of the model-component. The models-components family is closed under uniting components into the complex, and the simulation computations organization is an invariant for any member of the family. This fact allows solving the synthesis problem for a simulation model of any complexity. A special declarative language LCCD (language of components and complexes descriptions) proposed for describing the models-components and building models-complexes from them. The model-oriented programming system proposed is focused on parallel and distributed computing.

**Keywords:** Simulation, Complex Multi-Component Systems, Model Synthesis, Model-Oriented Programming, Parallel and Distributed Computing.

**Введение, постановка задач.** Работа посвящена проблемам имитационного моделирования достаточно широкого класса сложных систем, который характеризуется атомистическим и фрактальным устройством своих представителей – т.е., компоненты сложной системы сами могут быть сложными системами. При этом считается, что известно устройство «атомов» системы, их поведение, а также закономерности их взаимодействия между собой. Задачей имитационного моделирования в данном случае является воспроизведение поведения всей системы в целом, с целью выяснения ее возможностей, решению управленческих или оптимизационных задач.

Эта задача далеко не тривиальна. Достаточно сложной является даже входящая в нее задача описания всего, что известно о сложной системе. Выше было сказано о наличии знания об устройстве «атомов» системы и их взаимосвязях. Однако сложность здесь в том, что такое знание обычно плохо структурировано.

Тем более сложной является компьютерная реализация имитационной модели сложной системы. Хотелось бы, чтобы проектирование и реализация модели осуществлялись максимально автоматизировано, на основании имеющегося формального описания сложной системы. Желательно также максимально исключать из проекта реализации модели наиболее трудоемкое императивное программирование.

Также хотелось бы получать имитационные модели, ориентированные на распределенные и высокопроизводительные вычисления.

**Обзор существующих решений.** В работе [1] был дан обзор ряда существующих решений в области описания, проектирования и реализации имитационных моделей сложных многокомпонентных систем. Основной вывод обзора – ни одна из попавших в него систем не решает полностью все поставленные во введении задачи. Кроме того, все эти системы дают более или менее мощные средства решения некоторых из этих задач, но не дают теоретических обоснований, почему предлагаются именно эти средства, какие средства необходимы и достаточны для построения каких классов имитационных моделей.

**Гипотеза о замкнутости и ее следствия.** В работах [2, 3] показано, что достаточным условием построения имитационной модели сложной системы является локальная замкнутость – возможность сделать из каждой точки отрезка моделирования хотя бы малый шаг вперед, основываясь на состоянии модели в этой точке, дополненная требованием непрерывности траектории модели слева (обусловленности любого состояния модели некоторой его предысторией). Это – некий аналог теоремы существования для имитационной модели. Весьма важные вопросы единственности, устойчивости и зависимости от начальных значений характеристик, по-видимому, должны выясняться в ходе имитационных экспериментов с моделью.

Весьма важны (быть может, даже важнее теоремы существования) следствия гипотезы о замкнутости – функциональная (следовательно, однозначная) зависимость скачка траектории, ее последующей непрерывной эволюции и размера отрезка прогноза, от значений характеристик модели в начальной точке. Во-первых, функциональные зависимости естественно реализовывать в функциональной парадигме программирования; во-вторых, если удастся эквивалентно распараллелить данные вычисления, они должны быть бесконфликтны – конфликт всегда есть нарушение однозначности вычислений; в третьих, необходимость на каждом шаге моделирования вычислять возможный разрыв, непрерывную эволюцию траектории и окончание отрезка прогноза, определяет облик предлагаемого ниже универсального агента.

**Модельный синтез и модельно-ориентированное программирование.** В основе модельного синтеза лежит понятие модели-компоненты – универсального агента. Модель-компонента подобна объекту объектного анализа, но снабженному не только характеристиками и способными делать что-то полезное, если их вызовут, методами, а неким аналогом системных служб операционной системы, всегда

функционирующим и готовым давать стандартные ответы на стандартные запросы внутренней и внешней среды модели.

Предлагается, основываясь на гипотезе о замкнутости и ее следствиях, формализовать семейство имитационных моделей сложных систем семейством родов структур [2, 3] в смысле Н. Бурбаки [4]. Базисными множествами представителей семейства являются совокупности множеств характеристик модели, методов (того, что модель умеет делать) и событий (того, на что модель должна уметь реагировать). Семейство родов структур «модель-компонента» обладает двумя важными свойствами:

1. Организация имитационных вычислений однотипна для всех представителей семейства. Притом значительная часть этих вычислений может выполняться параллельно. Это означает возможность создания универсальной программы, ориентированной на высокопроизводительные или распределенные вычисления, способной запустить на выполнение любую имитационную модель, если та является математическим объектом, снабженным структурой рода семейства «модель-компонента».

2. Семейство родов структур «модель-компонента» оказывается замкнутым, относительно операции объединения моделей-компонент в модель-комплекс. Комплекс, полученный объединением моделей-компонент, сам принадлежит семейству родов структур «модель-компонента», и, следовательно, может включаться в новые комплексы, а организация процесса его имитационных вычислений может осуществляться той же самой универсальной программой.

Приведенные выше свойства семейства родов структур «модель-компонента» позволяют предложить новый модельно-ориентированный метод программирования для программной реализации имитационных моделей сложных систем. Программный комплекс при этом подходе видится как комплекс моделей-компонент, чье поведение не требует специально организовывать – все компоненты всегда ведут себя так, как умеют. Программирование состоит в описании устройства и поведения компонент (в описании соответствующего рода структуры) и в описании построения комплексов из компонент. Для подобных описаний предлагается декларативный язык ЯОКК (язык описания комплексов и компонент), [3]. Описатели ЯОКК компилируются не в машинный код, а в базу данных модели (что снимает вопрос о качестве компиляции – остается лишь вопрос о ее правильности).

**Выводы.** Предложенные концепции модельного синтеза и модельно-ориентированного программирования позволяют полностью решить все сформулированные во введении задачи – формально описать на языке ЯОКК имеющиеся знания об «атомах» сложной многокомпонентной системы и их связях между собой; автоматически по этим описаниям построить синтез модели сложной системы, путем компиляции описателей ЯОКК в базу данных модели; далее остается запрограммировать методы модели (ориентируясь на функциональную парадигму) и заполнить в базе данных начальные значения ее характеристик. Из проекта программной реализации имитационной модели сложной системы удастся полностью исключить императивное программирование, наиболее сложное как в разработке, так и в отладке, а получаемый код оказывается ориентированным на высокопроизводительные и распределенные вычисления.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №13-01-00499-а.*

#### Литература

1. Бродский Ю.И. Распределенное имитационное моделирование сложных систем М.: ВЦ РАН, 2010, 156 с.
2. Бродский Ю.И. Роды структур Н. Бурбаки в задаче синтеза имитационных моделей сложных систем и модельно-ориентированное программирование //ЖВМ и МФ, 2015, том 55, № 1, с. 153–164.
3. Бродский Ю.И. Модельный синтез и модельно-ориентированное программирование М.: ВЦ РАН, 2013, 142 с.
4. Бурбаки Н. Теория множеств. М.: Мир. 1965. 456 с.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ СИГНАЛА БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ В ПОМЕЩЕНИИ

Ваганова А.А., Панычев А.И.

*Таганрог, ЮФУ, Институт радиотехнических систем и управления*

Разработан алгоритм трехмерной трассировки сигналов беспроводной локальной сети. Представлены результаты тестирования алгоритма, полностью согласующиеся постулатами геометрической оптики и законами преломления и отражения. Полученные результаты могут служить основой для энергетического расчета зоны покрытия беспроводной локальной сети.

**Simulation of WLAN signal trajectory indoors. Vaganova A., Panichev A.**

The algorithm of three-dimensional tracing of WLAN signals is developed. The results of testing the algorithm, consistent with the postulates of geometrical optics and the laws of refraction and reflection, are performed. The obtained results can be a basis for the energetic calculation of WLAN coverage area.

Рассматривается система преломляющих поверхностей, моделирующих поверхности стен, перекрытий или других конструкций здания и разделяющих пространство на несколько областей (рис.1). Взаимное расположение плоскостей произвольное, электрофизические параметры ( $\epsilon, \mu$ ) всех областей различны и характеризуют материалы, из которых состоят конструкции здания. В «верхней» области в точке  $p'$  находится источник электромагнитного поля, удаленный от плоскости  $I$  настолько, что падающее поле является локально плоским. В этой же области в точке  $p''$  расположен приемник отраженного от плоскости  $N$  и прошедшего сквозь все слои преграды поля.

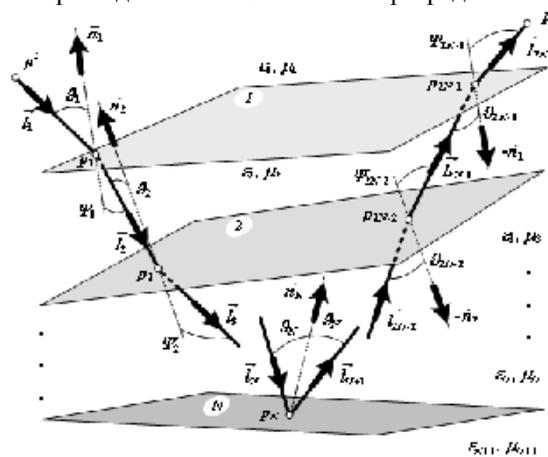


Рис. 1. Постановка задачи

Задача состоит в восстановлении траектории луча, отраженного от некоторой из внутренних границ раздела многослойного препятствия и вернувшегося в одну из внутренних областей между разделяющими пространство поверхностями, по заданным позициям начала  $p'$  и конца  $p''$  радиотрассы, причем углы выхода луча из точки передатчика и прихода луча в точку приемника нам не известны.

Для решения задачи использовано приближение геометрической оптики, применение которого допустимо для радиоволн стандартных беспроводных локальных сетей связи, распространяющихся в условиях типовых строительных конструкций. С использованием законов преломления и отражения, записанных в векторной форме [1], получена система векторных уравнений для определения точек преломления и отражения луча при заданном положении передатчика и приемника и произвольном расположении преломляющих поверхностей, имитирующих стены здания.

$$\begin{aligned} \vec{l}_i - \vec{n}_i(\vec{n}_i, \vec{l}_i) - k_i[\vec{l}_{i+1} - \vec{n}_i(\vec{n}_i, \vec{l}_{i+1})] &= 0, & i = 1, \quad N-1; \dots, \\ \vec{l}_{N+1} - \vec{l}_N + 2\vec{n}_N(\vec{n}_N, \vec{l}_N) &= 0; \\ \vec{l}_i + \vec{n}_{2N-i}(-\vec{n}_{2N-i}, \vec{l}_i) - \frac{1}{k_{2N-i}}[\vec{l}_{i+1} + \vec{n}_{2N-i}(-\vec{n}_{2N-i}, \vec{l}_{i+1})] &= 0, & i = N+1, \quad 2N-1.. \end{aligned}$$

где  $\vec{l}_i$  и  $\vec{l}_{i+1}$  – орты падающего и преломленного лучей для  $i$ -й поверхности в случае прямого хода и для  $(2N-i)$ -й поверхности в случае обратного хода;  $\vec{n}_i$  – нормаль к  $i$ -й плоскости, направленная в сторону падающего луча;  $k_i = \sqrt{\frac{\epsilon_i \mu_i}{\epsilon_{i+1} \mu_{i+1}}} = \frac{s}{s} \frac{i \mathcal{G}_i n}{i \Psi n}$  – отношение показателей преломления сред, разделяемых  $i$ -й плоскостью;  $\mathcal{G}_i$  – угол падения луча;  $\Psi_i$  – угол преломления луча.

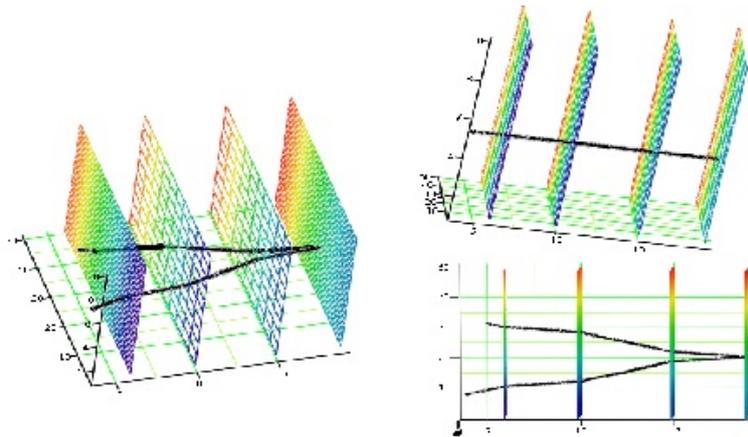


Рис. 2. Параллельное расположение преломляющих поверхностей, коэффициенты преломления чередуются

Решением этой системы является набор  $2N-1$  векторов, каждый из которых представляет собой радиус-вектор точки преломления или отражения рассчитываемого луча на разграничивающих поверхностях.

Решение системы может быть получено численным методом. Было выполнено моделирование траектории луча в среде MathCad. Рассматривался случай наличия четырех преломляющих поверхностей (двух стен), что позволило проанализировать ход луча сквозь соседнее помещение и обратно. Работа алгоритма промоделирована для типичных случаев, описывающих внутреннее пространство здания при различных параметрах среды распространения.

В случае, когда поверхности расположены параллельно (рис. 2), все фрагменты лучевой траектории лежат в одной плоскости. Параллельные участки луча соответствуют областям с равными коэффициентами преломления  $k$ .

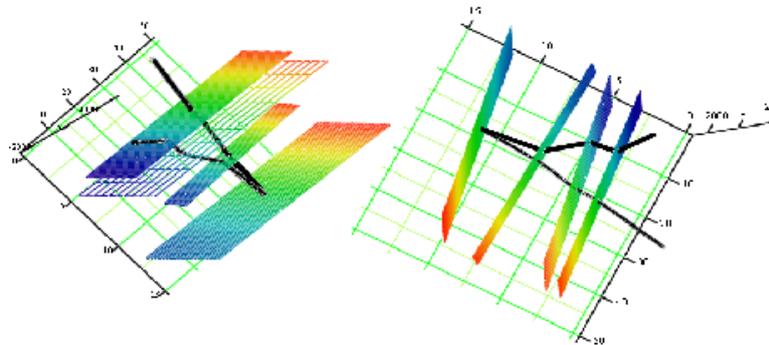


Рис. 3. Наклонное расположение преломляющих поверхностей

На рис. 3 изображен ход луча в случае наклонного расположения преломляющих поверхностей, при этом возникает пространственный характер хода луча, то есть его фрагменты лежат в различных плоскостях.

Применение алгоритма трассировки луча сквозь угол, образованный стенами здания, проиллюстрировано на рис.4. В этом случае приемник находится в одной из внутренних областей между преломляющими поверхностями.

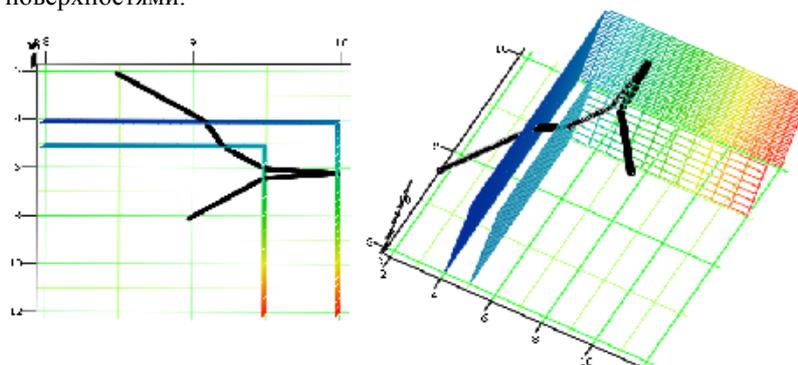


Рис. 4. Прохождение луча сквозь угол, образованный стенами здания

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что все полученные в результате моделирования траектории многократно преломленных лучей полностью согласуются с постулатами геометрической оптики и законом преломления, что подтверждает правильность работы представленного алгоритма построения траектории и возможность применения его в дальнейших исследованиях для анализа интенсивности сигналов беспроводной локальной сети внутри здания

Результат лучевой трассировки многократно преломленной электромагнитной волны внутри здания является основой для энергетического расчета зоны покрытия беспроводной локальной сети, позволяя оптимально организовать локальную сеть с учетом особенностей конкретного здания.

#### Литература

1. Боровиков В.А., Кинбер Б.Е. Геометрическая теория дифракции. – М.: Связь, 1978. – 248 с.
2. Паньчев А.И. Трехмерное моделирование зоны радиопокрытия WLAN в помещении // Техника радиосвязи. Вып. 2 (22), 2014. С. 23-32.
3. Паньчев А.И. Алгоритм трехмерной трассировки радиоволн локальной беспроводной сети // Известия ЮФУ. Технические науки. № 11(136), 2012. С. 31-41.
4. Паньчев А.И., Дубинская И.В. Синтез лучевой траектории проникновения сигналов WLAN в смежные помещения // Известия ЮФУ. Технические науки. № 5(142), 2013. С. 116-122.

### ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ РАЗЛИЧЕНИЯ ГИПОТЕЗ О ПАРАМЕТРЕ ФОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА

Гродзенский С.Я., Гродзенский Я.С., Чесалин А.Н.

*Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА), Москва, Россия*

Анализируется возможность применения процедуры различения гипотез о параметре формы распределения Вейбулла для статистико-физического анализа надежности изделий. Методом статистического моделирования исследуется сравнительная эффективность оптимальных статистических последовательных критериев при различении простых гипотез о величине параметра формы распределения Вейбулла.

#### **The research of the products reliability by distinguishing hypotheses about the shape parameter of the Weibull distribution. Grodzenskiy S.Ya., Grodzenskiy Ya.S., Chesalin A.N.**

The possibility of applying the procedure of distinguishing hypotheses about the shape parameter of the Weibull distribution for statistical-physical analysis of the products reliability is analyzed. The comparative efficiency of the optimal sequential criteria for distinguishing the simple hypotheses about the value of the shape parameter of the Weibull distribution is researched by the method of the statistical modeling.

В работе [1] шведский исследователь В. Вейбулл предложил функцию распределения моментов наступления отказов в виде:

$$F(t) = 1 - \exp[-(t/T)^s] \quad (1)$$

где  $T, s$  – параметры масштаба и формы.

Основным показателем надежности многих видов промышленной продукции является интенсивность отказов, определяемая по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{f(t)}{[1-F(t)]} \quad (2)$$

где  $\lambda(t)$  – интенсивность отказов;  $f(t)$  – частота отказов (плотность распределения случайной величины времени  $t$ ),  $P(t)$  – вероятность безотказной работы в течение времени  $t$ .

Очевидно, что в начальный период («детские болезни») функция надежности описывается законом Вейбулла с параметром  $s < 1$ , в период нормальной эксплуатации  $s = 1$  получается экспоненциальное распределение, в период старения функция надежности описывается законом Вейбулла ( $s > 1$ ), что соответствует возрастанию интенсивности отказов. В работе [2] установлена связь значения параметра формы, оцененного по статистическим данным, с видом отказа: при  $s < 1$  отказ характеризует период приработки; при  $s = 1$  – нормальную эксплуатацию, а при  $s > 1$  – износ. В данной работе показана возможность статистико-физического анализа на основе различения гипотез о параметре формы распределения Вейбулла.

Плотность распределения Вейбулла определяется формулой:

$$f_{s,T}(t) = \frac{s \cdot t^{s-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^s}}{T^s},$$

Американским статистиком А. Вальдом предложен последовательный критерий отношения вероятностей – оптимальное правило различения двух простых гипотез [3]. Позднее появились работы, посвященные разработкам последовательных критериев на основе модификации последовательной процедуры Вальда: это оптимальный обобщенный последовательный критерий [4], двойной последовательный критерий отношения вероятностей [5], последовательный критерий с параболическими границами [6]. Рассматриваемые критерии основаны на расчете логарифма отношения правдоподобия  $\ln(Z)$ :

$$\ln(Z) = \ln\left(\frac{f_{s_1}(t)}{f_{s_0}(t)}\right),$$

который рассчитывается после каждого испытания:

$$\ln(Z) = \ln\left(\frac{s_1}{s_0}\right) - (s_1 - s_0) \cdot \ln(T) + (s_1 - s_0) \cdot \ln(t) + \left(\frac{1}{T}\right)^{s_0} \cdot t^{s_0} - \left(\frac{1}{T}\right)^{s_1} \cdot t^{s_1}$$

После проведения  $m$  испытаний получим:

$$\sum_{i=1}^m \ln(Z_i) = m \cdot \ln\left(\frac{s_1}{s_0}\right) - m \cdot (s_1 - s_0) \cdot \ln(T) + (s_1 - s_0) \cdot \ln\left(\prod_{i=1}^m t\right) + \left(\frac{1}{T}\right)^{s_0} \cdot \sum_{i=1}^m t^{s_0} - \left(\frac{1}{T}\right)^{s_1} \cdot \sum_{i=1}^m t^{s_1}$$

Критерий Вальда определяется следующим образом - если в результате  $n$ -го наблюдения оказалось, что:

$$\ln(A_0) < \sum_{i=1}^n \ln(Z_i) < \ln(A_1), \text{ где } A_0 = \frac{1-\beta}{\alpha}, A_1 = \frac{\beta}{1-\alpha},$$

то проводится проверка следующего ( $n+1$ ) наблюдения; если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq \ln(A_0)$ , то принимается гипотеза  $H_0$ , если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \geq \ln(A_1)$ , то принимается гипотеза  $H_1$ .

Критерий Айвазяна - если в результате  $n$ -го наблюдения оказалось, что:

$$-C_0 \left(1 - \frac{n}{D}\right) \leq \sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq C_1 \left(1 - \frac{n}{D}\right),$$

то проводится проверка следующего ( $n+1$ ) наблюдения; если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq \ln(A_0)$ , то принимается гипотеза  $H_0$ ; если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \geq \ln(A_1)$ , то принимается гипотеза  $H_1$ .

$$D = \frac{8 \ln\left(\frac{1}{\min(\alpha, \beta)}\right)}{\rho(H_0, H_1)},$$

$$\rho(H_0, H_1) = \int_t [f_{s_1}(t) - f_{s_0}(t)] \cdot \ln\left[\frac{f_{s_1}(t)}{f_{s_0}(t)}\right] dt - \text{расстояние между гипотезами,}$$

в данном случае:  $\rho(H_0, H_1) = \left(\frac{s_0}{s_1} + \frac{s_1}{s_0} - 2\right) \cdot \gamma + \Gamma\left(\frac{s_0}{s_1} + 1\right) + \Gamma\left(\frac{s_1}{s_0} + 1\right) - 2$ ,

где  $\Gamma(*)$  – гамма – функция,  $\gamma$  – постоянная Эйлера,  $\gamma \approx 0.577$ .

$C_0 \approx 2 \ln\left(\frac{1}{\beta}\right)$ ,  $C_1 \approx 2 \ln\left(\frac{1}{\alpha}\right)$  – приближенные значения коэффициентов, довольно громоздкие формулы точных значений приводятся в работе [4].

Критерий Лордена - если в результате  $n$ -го наблюдения оказалось, что:

$$\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{f_{s'_i}(t)}{f_{s_0}(t)}\right) \leq \ln(A_0)$$

$$\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{f_{s'_i}(t)}{f_{s_1}(t)}\right) \leq \ln(A_1)$$

то проводится проверка следующего ( $n+1$ ) наблюдения; если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq \ln(A_0)$ , то принимается гипотеза  $H_0$ , если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \geq \ln(A_1)$ , то принимается гипотеза  $H_1$ .

$s'$  определяется из следующего выражения:

$$I(H'; H_0) = I(H'; H_1),$$

$I(H'; H_0)$  – среднее значение информации о различии между гипотезами  $H'$  и  $H_0$  относительно  $s'$ , определяемое по формуле:

$$I(H'; H_0) = \int_t f_{s'}(t) \cdot \ln\left(\frac{f_{s'}(t)}{f_{s_0}(t)}\right) dt,$$

$$\text{в данном случае: } I(H'; H_0) = \ln\left(\frac{s'}{s_0}\right) + \left(\frac{s_0}{s'} - 1\right) \cdot \gamma + \Gamma\left(\frac{s_0}{s_1} + 1\right) - 1$$

Критерий с параболическими границами может быть определен следующим образом - если в результате  $n$ -го наблюдения оказалось, что:

$$A_0 + k^2 * b \leq \sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq A_1 - k^2 * c,$$

то проводится проверка следующего  $(n+1)$  наблюдения; если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \leq \ln(A_0)$ , то принимается гипотеза  $H_0$ , если  $\sum_{i=1}^n \ln(Z_i) \geq \ln(A_1)$ , то принимается гипотеза  $H_1$ .

$b$  и  $c$  – поправочные коэффициенты, при которых фактические вероятности ошибок первого и второго рода будут равны заданным заданной точностью, и определяющиеся с помощью статистического моделирования.

Методом статистического моделирования исследовалась эффективность статистических последовательных критериев при различении двух простых гипотез о величине параметра формы распределения Вейбулла  $H_0: f_{s_0}(t)$  и  $H_1: f_{s_1}(t)$ . При этом в качестве основной (нулевой) гипотезы принималось  $s_0 = 1$ , что соответствует экспоненциальному закону, описывающему период нормальной эксплуатации. Моделирование проводилось при различных значениях параметра  $s_1 = \{0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3, 1.5, 2.0\}$  и величинах вероятностей ошибок первого и второго рода:  $\alpha = \beta = \{0.01, 0.1, 0.3\}$ .

В результате моделирования установлено, что в большинстве случаев критерий с параболическими границами в среднем примерно на 15% эффективнее критерия Вальда, на 20% эффективнее критерия Айвазяна и на 40% эффективнее критерия Лордена. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы в разработке методов контроля надежности изделий и в других прикладных задачах.

#### Литература

1. Weibull W. A statistical distribution function of wide applicability // J. Appl. Mechanics. 1951. V.18, P. 293-297.
2. Гродзенский С.Я. Статистико-физический метод исследования надежности электронных приборов по данным эксплуатации // Измерительная техника, 2003, № 6, с. 59-60; Grodzenski S. Ya. A Statistical Physics Method of Electronic Device Reliability Testing from Working Data Pages // Measurement Techniques. 2003. V. 46. N. 6. P. 616-618.
3. Вальд А. Последовательный анализ. – М.: Физматгиз, 1960. – 325 с.
4. Айвазян С.А. Различение близких гипотез о виде плотности распределения в схеме обобщенного последовательного критерия // Теория вероятностей и ее применения, 1965, т. 10, № 4, с. 713-726.
5. Lorden, G. 2-SPRT's and the modified Kiefer-Weiss problem of minimizing an expected sample size // The Annals of Statistics, 1976, Vol.4, №2, p. 281-292.
6. Гродзенский С.Я. Применение метода последовательного анализа для контрольных испытаний изделий, надежность которых распределена по закону Вейбулла // Труды конференций по электронной технике, 1971, №8, с. 111-118.

### ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДОМИНАНТНЫХ СБОЕВ В ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

Дианов В.Н.  
МГИУ, г. Москва

Рассмотрен процесс обнаружения и регистрации доминантных сбоев по информативным признакам «амплитуда» и «частота» сбойных сигналов. Предложено использовать контактные и бесконтактные датчики сбоев. Проведено моделирование сбойных режимов по параметрам «омическое сопротивление», «индуктивность», «электрическая емкость».

#### **The hardware detection and registration of the dominant failures in electronic equipment. Dianov V.**

The process of detection and registration of the dominant failures in informative signs "amplitude" and "frequency" of the failed signals. Proposed to use contact and non-contact sensors failures. The simulation of the failed regimes of the parameters "ohmic resistance", "inductance" and "electric capacitance".

Современные сложные объекты (атомные электростанции, роботизированные комплексы, маглевые и т.д.) в процессе эксплуатации могут иметь состояние, когда в них действуют одновременно несколько сбоев. Под доминантным сбоем понимается сбой (самоустраняемый отказ), вероятность

наступления которого максимальна по сравнению с другими сбойными режимами. Поэтому задача обнаружения и регистрации именно таких сбоев актуальна.

Своевременное выявление доминантных сбоев на основе скрытых дефектов (образования микротрещин, микронеровностей, микрозазоров) в линиях связи и соединителях, старения или выхода из строя элементов электронной аппаратуры (ЭА) в ходе эксплуатации является одним из условий обеспечения надежности электронного оборудования [1].

Одним из технических решений для выявления скрытых дефектов и последующих сбоев является использование аппаратуры для тестирования. Недостатком таких устройств является невозможность обнаружения скрытых дефектов в контактных и контактирующих узлах, линиях связи, а также соединителях, обеспечивающих подключение и связь узлов и блоков ЭА между собой. Указанный недостаток в настоящее время устраняется посредством:

1. введения контактных и бесконтактных датчиков сбоев, выполненных с возможностью работы в диапазоне частот от долей герца до единиц гигагерц и установленных на линиях связи с соединителями или в непосредственной близости (1–2 см) от элемента (линии связи) или узла (соединителя) электрической цепи;

2. применения контактных датчиков сбоев, реализованных на комплементарных металл-окисел-полупроводниковых (КМОП) структурах, регистрирующих скрытые дефекты элементов и узлов на начальной своей стадии по дифференциальному информативному признаку;

3. эксплуатации бесконтактных датчиков сбоев, реализованных на пассивных ( $L$ -,  $C$ -элементах) микрорезонансных контурах, для выявления электромагнитного воздействия (помехи);

4. использования двух и более контактных датчиков сбоев для определения узла или элемента с более ранним по времени срабатыванием датчика;

5. применения двух и более бесконтактных датчиков сбоев для определения внешнего электромагнитного воздействия (помехи);

6. при одновременном срабатывании контактных и бесконтактных датчиков сбоев определения внутреннего электромагнитного воздействия (помехи);

7. использования того факта, что скрытые дефекты элементов и узлов на конечной стадии своего развития (перед отказом, например, обрывом) регистрируются контактными датчиками (например, микроемкостями) по интегральному информативному признаку [2].

Таким образом, решение задачи определения скрытых дефектов в линиях связи и соединителях по данным информативным признакам может быть использовано и при обнаружении и регистрации доминантных сбоев. На рис. 1 показаны графики при измененных параметрах линии, описывающих скрытые дефекты при подаче на нее тестового кодового воздействия в виде 11011000. Период импульса («1» в коде) или пауза («0» в коде) по оси времени  $t$  выбирается опытным путем.

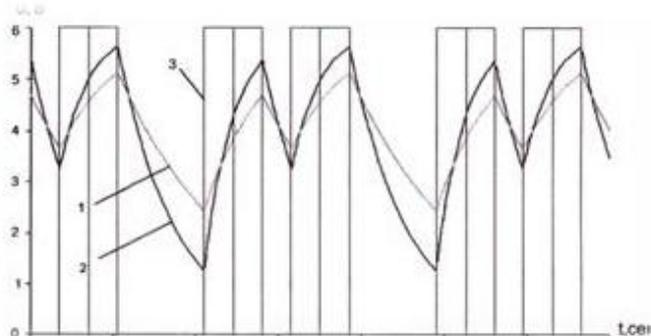


Рис. 1. График при измененных параметрах линии, описывающий скрытые дефекты

Кривая 1 – сигнал на выходе линии связи при параметрах линии  $R=2$  Ом,  $L=10$  нГн,  $C=10$  пФ. Кривая 2 – сигнал для параметров  $R=2$  Ом,  $L=10$  нГн,  $C=20$  пФ. Кривая 3 – выходной эталонный сигнал (приведенный к идеальному) при значении  $C=0$ . Кривые 1 и 2 описывают на выходе сбойное состояние линии связи, обусловленное наличием внутренних дефектов, а кривая 3 иллюстрирует идеальное состояние линии связи.

Таким образом, из рис. 1 следует, что изменение внутренних параметров линии ведет к изменению вида кривой, а тем самым будет меняться и среднее значение выходного диагностического параметра. На приведенном примере видно, что кривая 2 имеет большую «просадку» (большее изменение амплитуды сигнала, в данном случае напряжения) по сравнению с кривой 1 вследствие увеличения значения емкости и таким образом соответствует доминантному сбою.

Изменение частоты сигнала, проходящего через линию связи блоков, при нарушении ее внутренних параметров ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ), показаны на рисунках. На рис. 2 показан выходной сигнал с параметрами линии  $R = 0,2$  Ом,  $L = 10$  нГн,  $C = 20$  пФ.

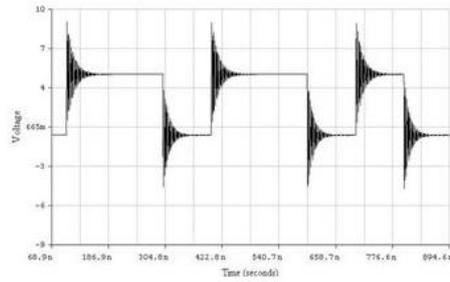


Рис. 2. Выходной сигнал

Увеличим значение емкости конденсатора в 10 раз ( $C = 200$  пФ). Из рис. 3 видно, что при увеличении емкости частота колебаний уменьшается, т.е. имеем случай доминантного сбоя по параметру «резонансная частота».

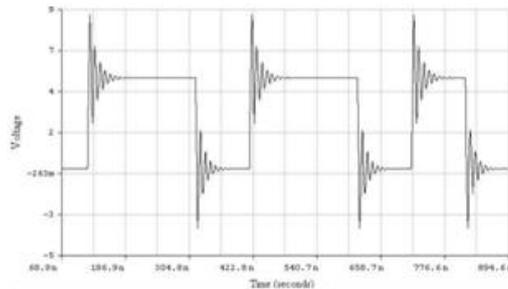


Рис. 3. Выходной сигнал после увеличения емкости

Увеличим значение омического сопротивления  $R$  в 10 раз, т.е.  $R = 2$  Ом (рис. 4).

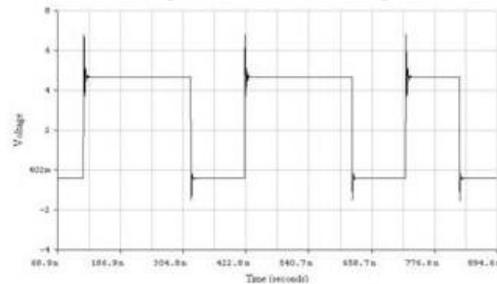


Рис. 4. Выходной сигнал при  $R = 2$  Ом

На рис 5. показано влияние параметра  $L$  (индуктивности) на выходной сигнал. Из сравнения рис. 4 и рис. 5 видно, что, на рис. 4 также имеет факт доминантного сбоя по параметру «резонансная частота» (в данном случае ее уменьшение).

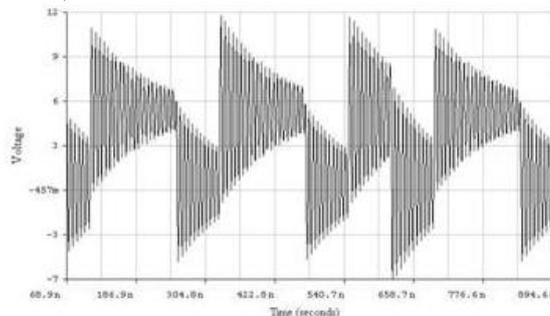


Рис. 5. Выходной сигнал при  $L = 100$  нГн

Схема моделирования метода на основе тестовых кодов для диагностики скрытых дефектов показана на рис. 6.

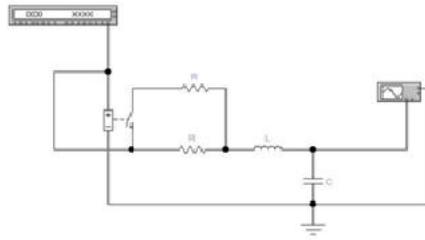


Рис. 6. Схема моделирования на Electronics Workbench

**Выводы**

1. Предложено регистрировать доминантный сбой по информативным параметрам «амплитуда», «резонансная частота».
2. Для регистрации доминантных сбоев рекомендуется использовать контактные и бесконтактные датчики сбоев.
3. Проведенное моделирование скрытых дефектов в ЭА подтвердило правильность предложенных решений по обнаружению и регистрации доминантных сбоев.

**Литература**

1. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надёжности. Коломна: Лига, 2009. – 320 с.
2. Дианов В.Н. Диагностика сбоев в электронной аппаратуре. Москва: МГИУ, 2015. - 396 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ**

Иванов Е.Б., \*Кулабухов В.С.

*Москва, НИУ ВШЭ; \*ОАО МНПК «Авионика» имени О.В. Успенского*

В статье рассмотрен программный компонент, моделирующий поведение узлов вычислительной сети комплексной системы управления полётом. Данный компонент позволяет пользователю проверить модель, построенную на основе сетей Петри, на корректность выполнения логики узла.

**Modeling of components of complex computer network management system by Petri nets. Ivanov E.B., Kulabuhov V.S.**

The article describes a software component that simulates the behavior of computer network nodes of integrated flight control system. This component allows a user to test the model described by Petri nets for correct execution of the logic node.

Введение. В работе представлен программный компонент, который позволяет пользователю произвести моделирование элементов вычислительной сети комплексной системы управления (КСУ) полётом с помощью сетей Петри, а так же найти ошибки логики работы сети еще на стадии моделирования. Программа является неотъемлемым компонентом системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющей повысить качество моделирования КСУ за счёт использования заранее созданных и тщательно отработанных моделей отдельных узлов. Данная САПР используется в целях определения показателей отказоустойчивости конкретной топологии системы с дальнейшим анализом и выбором наилучшей логики работы.

**Сети Петри, как средство моделирования вычислительных систем**

Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, содержащий вершины двух типов — места (обозначаются кружками) и переходы (обозначаются прямоугольниками). Любая дуга ведет либо от вершины-места в вершину-переход, либо наоборот. Дуги, соединяющие два места или два перехода, запрещены. Места, у которых нет входящих дуг, называются входными. Места, у которых нет исходящих дуг, называются выходными.

Каждое место сети Петри может содержать ноль или более меток (маркеров, англ. tokens). Все метки считаются одинаковыми и неотличимыми друг от друга. Распределение меток по местам сети называется ее разметкой. Работа сети начинается с начальной разметки. Метки могут переноситься с одного места на другое. Перенос меток выполняется по следующей схеме:

- Переход является активным, если каждое его входное место содержит, по крайней мере, одну метку (более точно — по одной метке на каждую входящую в этот переход дугу).

- Активный переход может сработать. При срабатывании переход поглощает по одной метке с каждого своего входного места и размещает по одной метке на каждое свое выходное место (по одной метке на каждую исходящую дугу).
- В каждый момент времени для срабатывания из всех активных переходов недетерминированным образом выбирается один. Если активных переходов нет, то работа сети на этом завершается.

Припишем каждому переходу сети Петри некоторый уникальный символ (например, пронумеруем их). Последовательность символов  $\sigma$ , в которой  $i$ -ый символ равен символу перехода, сработавшему на  $i$ -ом шаге работы сети, называется последовательностью срабатываний сети Петри. Последовательность срабатываний однозначно определяет последовательность разметок  $\mu_i$ , где  $\mu_0$  является начальной разметкой. Тот факт, что после срабатывания  $t$ -го перехода разметка  $\mu$  преобразуется в разметку  $\mu'$ , будем обозначать кратко  $\mu \xrightarrow{t} \mu'$ .

Анализ сетей Петри заключается в распознавании ряда свойств, характеризующих сеть. Основными свойствами сети Петри являются:

- Ограниченность - число фишек в любой позиции сети не может превысить некоторого значения  $K$ . Под ограниченностью понимают свойство сети не допускать превышения количества фишек в данной позиции некоторого фиксированного числа;
- Безопасность – частный случай ограниченности,  $K=1$ . Безопасной является такая сеть Петри, в которой ни при каких условиях не может появиться более одной метки в каждой из позиций. Для исследуемой системы это означает возможность функционирования ее в стационарном режиме. На основе анализа данного свойства могут быть определены требования к буферным накопителям в системе;
- Достижимость – возможность перехода сети из одного заданного состояния (характеризуемого распределением фишек) в другое. Граф достижимости - одна из основных характеристик сети Петри. С помощью этого графа описываются возможные варианты функционирования сети. Такой граф имеет вершины, которые являются возможными маркировками. Задача достижимости – одна из основных задач, решаемая при анализе сетей Петри, к которой сводится множество других задач;
- Сохраняемость – постоянство загрузки ресурсов,  $\sum A_i N_i = \text{const}$ , где  $N_i$  – число фишек в  $i$ -той позиции,  $A_i$  – весовой коэффициент;
- Живость. Под живостью перехода понимают возможность его срабатывания в данной сети при начальной разметке. Анализ модели на свойство живости позволяет выявить невозможные состояния в моделируемой системе (например, неисполняемые ветви в программе).

Одна из основных проблем в теории сетей Петри – задача о конечности функционирования сети (о достижении тупиковой разметки, т.е. разметке, при которой ни один переход не может сработать)

Описание логики работы программного компонента

Данный программный компонент позволяет пользователю считать данные из файла специального формата и преобразовать их в сеть Петри, путем построения матрицы смежности. Далее, после ввода в специальное окно стартовой разметки сети происходит построение графа достижимости по следующему алгоритму:

- 1) Стартовая разметка объявляется граничной.
- 2) Применяется алгоритм порождения новых разметок.
- 3) Появление новых вершин (разметок) четырех видов: граничная, внутренняя, терминальная, дублирующая.
- 4) Данный алгоритм повторяется до тех пор, пока граничных вершин в дереве не останется. Алгоритм порождения новых разметок применяется к каждой граничной вершине и состоит из следующих шагов:
  - 1) Если в дереве существует  $\mu'$  не граничная и  $\mu' = \mu$ , то  $\mu$  объявляется дублирующей.
  - 2) Если в  $\mu$  не может сработать ни один переход, то  $\mu$  терминальная.
  - 3)  $\forall t_i$ , разрешенного в разметке  $\mu$ , создается новая вершина и новая разметка
    - а) Если  $\mu(p_i) = w$ , то  $\mu'(p_i) = w$
    - б) Если на пути из  $\mu$  в  $\mu_0$  существует  $\mu''$  такая что  $\mu'' \leq \mu - \Phi(t) + \Phi'(t)$  и  $\mu''(p_j) < \mu(p_j) - \Phi(p, t) + \Phi(t, p)$ , то  $\mu'(p_j) = w$ , где  $\Phi(p, t)$  – матрица, описывающая количество дуг из  $p$  в  $t_i$ ,  $\Phi(t, p)$  – матрица, описывающая количество дуг из  $t_i$  в  $p_i$ .
    - в) В противном случае  $\mu'(p_j) = \mu(p_j) - \Phi(p_j t_i) + \Phi(t_i p_j)$ . Разметка  $\mu$  помечается как внутренняя, а  $\mu'$  граничная.

Описание процесса моделирования на примере «Вычислителя»

Одним из основных узлов КСУ является вычислитель. Данный блок четырехкратно резервирован и работает по следующему логическому принципу: если существует хотя бы одна пара работающих датчиков, то данные со всех работающих датчиков в вычислителе усредняются и

передаются на выход, в противном же случае, когда все датчики вышли из строя, на выходе нет сигнала. У вычислителя имеется 16 входов и 4 выхода. Из данной логики можно составить следующую систему булевых функций:

$$\begin{cases} Y1 = (X1 \vee X2) \wedge (X1 \vee X3) \wedge (X1 \vee X4) \wedge (X2 \vee X3) \wedge (X2 \vee X4) \wedge (X3 \vee X4) \\ Y2 = (X5 \vee X6) \wedge (X5 \vee X7) \wedge (X5 \vee X8) \wedge (X6 \vee X7) \wedge (X6 \vee X8) \wedge (X7 \vee X8) \\ Y3 = (X9 \vee X10) \wedge (X9 \vee X11) \wedge (X9 \vee X12) \wedge (X10 \vee X11) \wedge (X10 \vee X12) \wedge (X11 \vee X12) \\ Y4 = (X13 \vee X14) \wedge (X13 \vee X15) \wedge (X13 \vee X16) \wedge (X14 \vee X15) \wedge (X14 \vee X16) \wedge (X15 \vee X16), \end{cases}$$

где X1, X2, X3, X4 – входы вычислителя от одинаковых резервов датчиков первого типа, X5, X6, X7, X8 – входы от резервов датчиков второго типа, X9, X10, X11, X12 – входы от резервов датчиков третьего типа, X13, X14, X15, X16 – входы от резервов датчиков четвертого типа, Y1, Y2, Y3, Y4 – усредненные значения работающих датчиков.

Данный блок можно смоделировать с помощью сетей Петри с ингибиторными дугами, которые позволяют создавать модели простейших логических функций. Модель необходимо описать матрицами смежности в файле специального формата, после чего пользователь может импортировать данные в программный компонент и произвести построение графа достижимости. Граф достижимости позволяет ответить на вопрос, достигает ли сеть определенной разметки, а так же - является ли сеть конечной. Исходя из данных о достижимости, можно сделать выводы о логической правильности модели, а так же найти узвистимости модели, если таковые имеются.

В некоторых случаях построение графа достижимости не является возможным из-за большого количества различных доступных разметок. Для решения данной проблемы в программном компоненте был реализован режим «срабатывания случайного перехода». Данный режим отключает полный перебор всех доступных переходов и позволяет сработать в определенный такт программы только одному активному переходу, который был выбран случайным образом.

Графический интерфейс и ядро данного программного компонента были реализованы с помощью кроссплатформенного инструментария разработки программного обеспечения QT.

Заключение. Для моделирования КСУ необходимо быть уверенным в логической правильности моделей отдельных узлов. В рамках данной задачи был разработан программный компонент, моделирующий отдельные узлы вычислительной сети КСУ, предоставляющий информацию о данной модели в виде графа достижимости, исходя из которой можно сделать вывод о корректности описания модели, а в случае ошибки найти места заикливания маркеров в сети. Данный программный компонент, значительно облегчает моделирование отдельных блоков КСУ и системы управления в целом.

#### **Литература**

1. В. Котов, Сети Петри, М.: Наука, 1984
2. Дж. Питерсон, Теория сетей Петри и моделирование систем, М.: Мир, 1984.
3. Шлее М. - Профессиональное программирование на C++. Qt 4.8. СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

УДК 616-71, 616.12-07

### **СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СЕРДЦА В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

Бодин О.Н., Полосин В.Г., Иванчуков А.Г., Сергеенков А.С.  
*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»*

Рассмотрен способ диагностики состояния сердца в условиях свободной двигательной активности пациентов. Данный способ основан на регистрации электрокардиосигнала (ЭКС) посредством портативного кардиоусилителя, передачи сигнала на смартфон, устранении из ЭКС помех (как высокочастотных, так и тренда изолинии), выполнении анализа полученного сигнала с целью получения оценки состояния сердца и оповещении о результатах оценки пациента.

**Diagnostic system of the heart in a free motion activity. Bodin O.N., Polosin V.G., Ivanchukov A.G., Sergeenkov A.S.**

The way of diagnosing the state of the heart in a free motion activity of patients. This method is based on registration electrocardiosignal through portable cardioamplifier, transmitting a signal to smartphone, eliminating interference from electrocardiosignal (as high-frequency, and the trend contour), performing the analysis of the resulting signal to obtain an estimate of the state of the heart and the notification of the results of the evaluation of the patient

Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в России является одной из наиболее высоких в мире и составляет 1462 на 100 000 жителей в год [1]. Основные причины смерти от заболеваний сердечно-сосудистой системы – прогрессирование хронической сердечной недостаточности и внезапная сердечная смерть (ВСС). Согласно расчетным данным в Российской Федерации от ВСС ежегодно умирает 200000 – 250000 человек [2]. Таким образом, актуальным остается вопрос предотвращения ССЗ на всех стадиях его развития.

Для определения патологий сердца в условиях свободной двигательной активности предлагается подход, схожий с процессом мониторинга по Холтеру, но преследующий цель осуществления *без участия высококвалифицированных медицинских работников* краткосрочного анализа ЭКС и выявления опасных для жизни патологий сердца в условиях свободной двигательной активности пациентов из группы риска [3]. На рисунке 1 приведен алгоритм действий предлагаемого подхода.

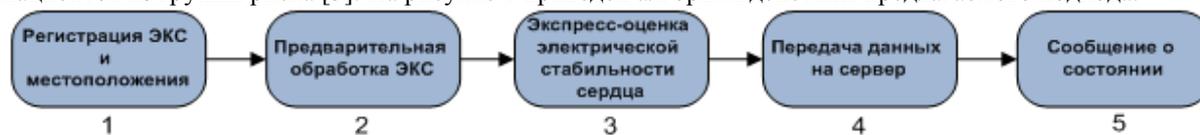


Рисунок 1 – Последовательность действий анализа состояния сердца в условиях свободной двигательной активности

Данная работа представляет описание предлагаемого способа анализа состояния сердца в условиях свободной двигательной активности. В качестве устройства регистрации ЭКС используется портативный кардиоусилитель. Полученный с помощью данного кардиоусилителя сигнал посредством беспроводного протокола передачи данных Bluetooth 4.0 передается на вычислительное устройство – смартфон, который способен выполнить обработку полученного сигнала. Выбранный протокол передачи информации позволяет передавать на мобильное устройство регистрируемый сигнал в режиме реального времени. Для успешного выполнения операции его пропускная способность должна превышать 500 отсчетов в секунду. Практическое изучение данного протокола позволило получить требуемую скорость передачи данных, что и определило его выбор.

Полученный на смартфон ЭКС необходимо подготовить для последующего анализа. Данная обработка необходима в силу наличия в нем помех, которые могут смешиваться с полезной информацией при регистрации. Устранение помех из кардиосигнала – специфическая операция в силу его формы и способа его получения. Для получения очищенного ЭКС к нему поочередно применяют сначала фильтр нижних частот (ФНЧ), который позволяет устранить особый вид помехи – тренд изолинии, а затем, к полученному сигналу применяют фильтр высоких частот (ФВЧ).

Наиболее трудоемкая и ресурсозатратная операция – это процедура устранения дрейфа изолинии. Практическое исследование вопроса показало, что большая часть известных способов устранения дрейфа непригодна для применения в предлагаемой системе из-за длительных расчетов. В итоге в качестве ФНЧ был предложен способ, основанный на устранении монотонного тренда, который получен путем сортировки известной функции (сигнала) и ее аппроксимации. Данная аппроксимация строится на основе ряда, где коэффициенты вычисляются с помощью моментов высокого порядка [3].

Для решения задачи устранения высокочастотных помех были задействованы ранговые алгоритмы [4].

Очищенный от помех ЭКС используется в мобильном устройстве для проведения экспресс-оценки состояния сердца. Экспресс-оценка состояния сердца – это процесс определения в реальном масштабе времени отклонений от нормы посредством сравнения «эталонного» ЭКС с параметрами полученного сигнала. Экспресс-оценка выполняется автоматически сразу после осуществления фильтрации. Основная цель применения экспресс-оценки – это выявление инфаркта миокарда, а также других патологий, представляющих угрозу для жизни человека.

Предлагаемый метод экспресс-оценки основан на энтропийно-параметрической обработке ЭКС. Для анализа сигнала строится траектория изменения положения изображающей точки кардиоцикла в пространстве коэффициента энтропии и контрэксцесса в течение времени наблюдения. Построенная траектория позволяет установить наличие или начало развития патологии сердца при выходе параметров за известные допустимые пределы в автоматическом режиме [5]. Если при анализе присутствует отклонение контролируемых статистических параметров от параметров эталонного сигнала, то это однозначно означает, что в зарегистрированном ЭКС присутствует патология. Данный способ позволяет определять различные виды патологий сердца.

Следующим действием после анализа ЭКС является запрос к серверу мониторинга. Целью запроса является получение информации о дате последнего взаимодействия ресурса со смартфоном, а именно сведений о последней передаче электрокардиограммы (ЭКГ) на сервер. Следующим действием является передача ЭКГ с выявленной патологией. Кроме того, при необходимости могут передаваться GPS/ГЛОНАСС-координаты устройства, а, следовательно, и его владельца. Далее, после успешной

передачи указанной информации, выполняется передача недостающих ЭКГ, если таковые имеются. Для предотвращения перегрузки сервера передается информация не более чем за сутки наблюдения, включая наблюдение с обнаруженной патологией.

Кроме передачи информации на сервер происходит уведомление владельца устройства о возможных проблемах со здоровьем и рекомендацией скорейшего обращения в медицинское учреждение. Если же патология не выявлена в результате экспресс-оценки, то владельцу смартфона также приходит уведомление об обнаружении рассматриваемым устройством проблем со здоровьем.

Рассмотренным образом происходит выполнение одного цикла работы устройства. Повторение цикла анализа происходит через период времени, заданный владельцем устройства, либо по его требованию.

В данной работе был рассмотрен способ анализа состояния сердца в условиях свободной двигательной активности и раскрыт алгоритм работы предлагаемого устройства для выявления патологий. Авторы считают, что рассмотренный подход позволит обнаружить указанные патологии сердца у физически активного населения, находящегося в группе риска, в условиях свободной двигательной активности, а в случае обнаружения такового в минимально возможные сроки позволит оповестить все необходимые стороны.

### Литература

1. Бойцов С.А., Никулина Н.Н., Якушин С.С. и др. Внезапная сердечная смерть у больных ИБС: распространенность, выявляемость и проблемы статистического учета. Российский кардиологический журнал 2011; 2:59-64.
2. Центральная база статистических данных Федеральной службы государственной статистики, 2010 год ([www.gks.ru/dbscripts/Cbsd](http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd))
3. Бодин О.Н., Иванчуков А.Г., Полосин В.Г., Петровский М.А. Концепция диагностики состояния сердца в условиях свободной двигательной активности // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6;
4. Кривоногов Л.Ю., Петровский М.А. Перспективы применения ранговых алгоритмов для помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов в условиях свободной двигательной активности // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–13. – С. 2806–2809;
5. Бодин О.Н., Иванчуков А.Г., Полосин В.Г., Рахматуллоев Ф.К. Энтропийно-параметрическая обработка электрокардиосигнала // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3. – С. 23-27;

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ

Ивашов Е.Н., Яговцев В.О.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

Рассмотрен метод декомпозиции в задаче формирования квантовых точек и ям. Введена мера близости или подобия множества из  $M$  объектов, которые принадлежат одному классу. Минимизация меры близости осуществлена с помощью метода множителей Лагранжа.

### **Solution of the problem of forming quantum dots by decomposition methods. Ivashov E., Yagovtsev V**

Examined the method of decomposition in the problem of formation of quantum dots and wells. Introduced a measure of proximity or similarity of the set of  $M$  objects that belong to the same class. Minimization measures implemented proximity using the method of Lagrange multipliers.

Для иллюстрации метода декомпозиции рассмотрим задачу минимизации целевой функции

$$\sum_i f_i(x^i),$$

при условии

$$x^i \in X^i,$$

и

$$\sum_i g_i(x^i) \leq b,$$

где  $X^i$  — выпуклое множество,  $f_i(\bullet)$  и  $g_i(\bullet)$  — скалярные выпуклые функции,  $1 \leq i \leq N$ . Хотя составляющие  $x^i$ ,  $1 \leq i \leq N$ , целевой функции определены на разных пространствах, аргументы  $x^i$  нельзя выбирать независимо друг от друга, поскольку они связаны между собой ограничивающими уравнениями  $g_i$ .

В результате декомпозиции задача разбивается на две задачи разных уровней.

Задачи первого уровня:

$$\min_{x^i \in X^i} f_i(x^i), g(x^i) \leq y_i,$$

при заданном  $y_i, 1 \leq i \leq N$ .

Заметим, что теперь задача полностью освобождена от связей между переменными. Обозначим минимальное значение функции  $d_i(x^i)$  через  $v_i(y_i)$ .

Задачи второго уровня:

$$\min_{y_1, \dots, y_N} \sum_{i=1}^N v_i(y_i),$$

при условии

$$\sum_{i=1}^N y_i \leq b.$$

Найдя вначале допустимые  $y_1^0, \dots, y_N^0$ , решают задачу первого уровня при этих значениях  $y$ . Возможное направление  $d = (d_1, d_2, \dots, d_N)^T$  выбирают так, чтобы

$$\sum_i (y_i^0 + t d_i) \leq b,$$

на  $0 \leq t \leq \bar{t}$  и чтобы

$$\sum_i b_i (y_i^0) \geq \min_{0 \leq t \leq \bar{t}} \sum_i v_i (y_i^0 + t d_i). \quad (D)$$

Затем определяют  $y_i^1, 1 \leq i \leq N$ , из условия

$$y_i^1 = y_i^0 + t^* d_i,$$

где  $t^*$  — точка минимума в (D). Далее вновь решается задача первого уровня при найденных значениях  $y_i^1, 1 \leq i \leq N$ , и описанный процесс повторяется. Можно показать, что этот итеративный процесс сходится.

Устройство формирования квантовых ям на подложке

Сущность полезной модели поясняется рис. 1., где показано устройство формирования квантовых ям на подложке.

Устройство формирования квантовых ям на подложке работает следующим образом.

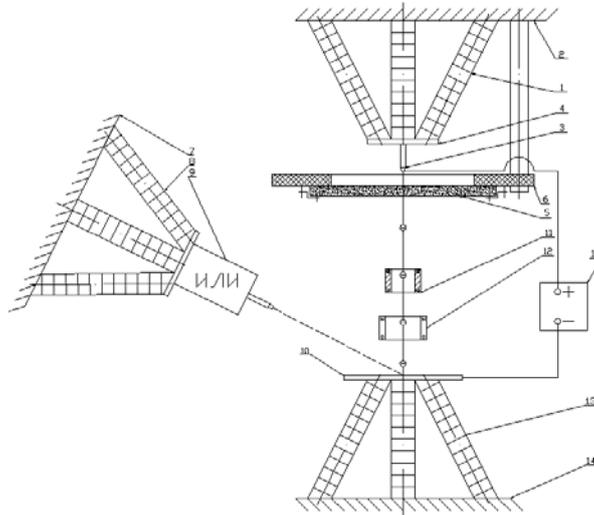


Рис. 1. Устройство формирования квантовых ям на подложке

Лазерное излучение источника лазерного излучения 9, закреплённого на пьезоприводе 8, падает на катод 10, из которого в результате фотоэффекта вылетают электроны. Магнитная линза 11 установлена так, чтобы при помощи силы Лоренца отсеивать те электроны, которые не перпендикулярны плоскости подложки 5. Электроны, прошедшие через магнитную линзу, в силу одноименности своих зарядов начинают отклоняться друг от друга и, в конечном счете, от заданной траектории движения. Электронный луч, пройдя через линзу 12, фокусируется. И, в сфокусированном виде, поступает на подложку 5. При этом направление движения электронного луча регулируется зондом 3, который заряжен положительно и имеет возможность перемещаться в пространстве с помощью трехкоординатного пьезопривода 1.

Применение предлагаемого устройства для формирования квантовых ям на поверхности подложки обеспечивает возможность формирования квантовых ям заданного квантово-размерного энергетического уровня.

Устройство флэш-памяти на квантовых точках

Устройство флэш-памяти на квантовых точках в диэлектрической среде работает следующим образом. При работе тактового генератора происходит периодическое подключение и отключение квантовых точек с частотой, равной частоте тактового генератора (тактовая частота). Запись информации осуществляется при возбуждении квантовых точек на изомерных ядрах под действием гамма-квантового излучения. При этом состоянию с возбуждённым ядром соответствует единица (одному биту информации), а с невозбуждённым – нулю. Считывание информации осуществляется в обратном порядке, т.е. тактовый генератор подключает соответствующую квантовую точку, и гамма-излучение передается на излучатель–приемник [3].

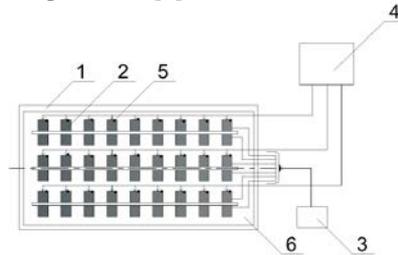


Рис. 2. Устройство флэш-памяти на квантовых точках в диэлектрической среде: 1 – корпус, 2 – нанообъекты долговременной памяти, 3 – тактовый генератор, 4 – источник и приемник излучения, 5 – квантовые точки, 6 – диэлектрическая среда (масло).

#### Литература

1. Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте-Карло - М.: Наука, 1987. - 240с.
2. Аоки М. Введение в методы оптимизации - М.: Наука, 1977. - 344с.
3. Ивашов Е. Н., Князева М. П. Алгоритмы последовательных и параллельных вычислений на основе квантовых точек с изомерными ядрами // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 1. С. 26-30.

## ВЫБОР НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЛАСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Катуева Я.В.

*Владивосток, ИАПУ ДВО РАН*

Определяются элементы аналоговых технических устройств, которые наиболее целесообразно использовать для настройки. Предложена модификация матричного метода выбора настроечных параметров, основанная на дискретном представлении области работоспособности.

#### **Adjustment elements selection using Discrete representation of the acceptability area. Katueva Y.**

Determination of analogue device(s) elements that is most valuable as adjustment ones is considered. Also one modification of the matrix method of choosing such adjusting elements based on acceptability area's discrete representation is offered.

Один из основных вопросов, возникающих при проектировании технических систем с элементами настройки, состоит в выборе параметров, которыми наиболее целесообразно осуществлять настройку [1, 2].

Для решения задачи оптимального выбора параметров настройки с использованием стохастического критерия вероятности успешной настройки необходимо наличие статистической информации о производственных и эксплуатационных деградациях параметров с учетом их номинальных значений [3]. В реальных условиях проектирования новых устройств и систем часто бывают известны лишь минимальные  $X_{\min}$  и максимальные  $X_{\max}$  пределы возможных вариаций параметров. Эти пределы могут учитывать как производственный разброс параметров, их эксплуатационную деградацию, так и воздействие других дестабилизирующих факторов.

Предположим, что совокупность внутренних параметров  $x_1, x_2, \dots, x_n$  некоторого технического объекта в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E^n$  описывается вектором  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ . Ограничения на возможные изменения внутренних параметров заданы в виде интервалов их возможных изменений

$$x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Область в этом же пространстве  $D \subset E^n$ , задаваемая неравенствами (2), представляет собой  $n$ -мерный параллелепипед (брус допусков)

$$D = \{\mathbf{x} \in E^n \mid x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max}, \quad i = \overline{1, n}\}.$$

Для выходных параметров  $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$  заданы условия, при которых система считается работоспособной (условия работоспособности). Отображение условий работоспособности в пространство внутренних параметров задает в нем область работоспособности  $D_x \subset E^n$ . Очевидно, что если выполняется условие  $D \subseteq D_x$ , то объект находится в работоспособном состоянии, и настройка не требуется до тех пор, пока некоторые  $\mathbf{x} \in D$  не окажутся вне области работоспособности  $D_x$ , т.е. для них будет выполняться условие  $\mathbf{x} \in D \setminus D_x$ .

В такой ситуации, исходя из имеющейся априорной информации (например, технической документации) выделяем параметры  $r_1, \dots, r_k$ , с помощью которых можно настраивать объект, а пространство внутренних параметров  $E^n$  представляем в виде прямой суммы подпространств  $E^n = R \oplus S$ ,  $R \cap S = \emptyset$ . Тогда элементы подпространства  $R$  будут ортогональны элементам подпространства  $S$ , каждое из них будет ортогональным дополнением другого, а размерность  $\dim E^n = \dim R + \dim S$ .

Очевидно, что подпространство  $R$  состоит из векторов размерности  $k$  с настроечными компонентами  $\mathbf{r} = (r_1, \dots, r_k)^T \in R$ , а подпространство  $S$  имеет соответственно размерность  $n-k$  и содержит векторы с ненастраиваемыми компонентами.

Настройка параметров сводится к изменению значений  $r_1, \dots, r_k$ , преобразующему вектор  $\mathbf{x} = (\mathbf{x}_s + \mathbf{r}) \in D \setminus D_x$  в скорректированный вектор

$$\mathbf{x}^* = \mathbf{x}_s + \mathbf{r}^* \in D_x.$$

Согласно [1, 2] будем считать, что вектор хнастраиваем с помощью  $R$ , если существует такой вектор  $\mathbf{r} \in R$ , что  $(\mathbf{x}_s + \mathbf{r}) \in D \subseteq D_x$ .

В зависимости от того, каково множество векторов  $\mathbf{x} \in D$  настраиваемых с помощью выбранной совокупности настроечных параметров, можно говорить о *настроечной способности* (НС) данной совокупности параметров  $\mathbf{r}$ . В частности, если все  $\mathbf{x} \in D$  настраиваемы с помощью  $\mathbf{r}$ , то выбранная совокупность настроечных параметров обеспечивает *полную настраиваемость* и, следовательно, обладает наибольшей НС. Очевидно, необходимо ввести некоторый критерий, позволяющий оценить численно настроечную способность любой выбранной совокупности настроечных параметров. Как показано в работах [1,4], для того чтобы вектор  $\mathbf{x}$  был настраиваем, необходимо и достаточно, чтобы его проекция на подпространство ненастраиваемых параметров  $S$  принадлежала проекции области работоспособности  $D_x \subset E^n$  на это же подпространство:  $\text{Pr}_S \mathbf{x} \in \text{Pr}_S D_x$ .

Однако, в реальных условиях может оказаться, что выбранные или заданные настроечные параметры  $r_1, \dots, r_k$  не обеспечивают выполнение условия (1), т.е. некоторые векторы  $\mathbf{x} \in D \setminus D_x$  не настраиваемы этой совокупностью параметров. Для того чтобы оценить, насколько удачно сформировано подпространство  $R$  предлагается использовать модификацию матричного метода выбора настроечных параметров [1], используя вместо матрицы несовместных ситуаций дискретный аналог области работоспособности [4].

Пусть на предварительном этапе для области работоспособности построен описанный брус  $B_0 \subset E^n$  с границами  $a_0, b_0$ , проведена предварительная процедура анализа области работоспособности  $D_x$  и области допустимых вариаций параметров  $D$  [5]. С помощью регулярной

сетки  $B_0^g$  сформирован дискретный аналог области работоспособности  $D_x^0$  [5] и получены ее характеристики [5, 6]. Общее число узлов сетки  $L = L^+ + L^-$ , где  $L^+$  и  $L^-$  - количество принадлежащих и не принадлежащих области работоспособности узлов.

Исходя из геометрических соображений и определения описанного бруса, а также алгоритма его построения [5], в случае, если соотношение  $K_V = L^+ / L$ , характеризующее степень заполнения областью работоспособности  $D_x$  описанного бруса, достаточно велико, а также выполняется предположение об односвязности области работоспособности  $D_x$ , можно утверждать, что все точки внутри описанного бруса являются настраиваемыми. Для нахождения минимальной совокупности настраиваемых параметров необходимо провести анализ соответствующих сечений многомерной области работоспособности  $D_x$  (проекций области работоспособности на подпространство ненастраиваемых параметров).

Кроме того, если решить задачу о вложении в дискретный аналог области работоспособности куба максимального размера [5], то можно утверждать, что внутри него все точки являются настраиваемыми по любому координатному направлению, поэтому в качестве параметра настройки может быть выбран любой из управляемых внутренних параметров исследуемого устройства и минимальное число настроечных параметров равно 1.

Если область работоспособности не односвязна и представляет собой объединение некоторого числа односвязных подобластей, то нельзя утверждать, что любой из ее управляемых внутренних параметров в границах описанного бруса может быть выбран в качестве настроечного и необходимо провести дополнительные исследования. К ним можно отнести выделение односвязной подобласти области работоспособности максимального объема и геометрический анализ проекций области работоспособности на подпространство ненастраиваемых параметров.

Построение дискретного аналога области работоспособности позволяет проводить анализ сечений области работоспособности и построение соответствующих проекций, не прибегая к процедуре моделирования системы.

Следует отметить, что общие выводы о вероятности успешной настройки системы можно сделать в ходе предварительной процедуры оценки качества проектного решения на основе анализа области работоспособности и описанного бруса [5]. Чем меньше соотношение области работоспособности и описанного вокруг нее бруса, тем меньше максимальная возможная серийнопригодность и надежность устройства, а также вероятность успешной настройки.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 14-08-00149)

#### Литература

1. Абрамов О.В., Инберг С.П. Параметрический синтез настраиваемых технических систем. - М.: Наука, 1980. 129 с.
2. Г. Б. Диго, Н.Б. Диго. Выбор оптимальной совокупности настроечных параметров технических объектов // Вестник ТГТУ. - 2014. Том 20. № 4. С. 708–712.
3. Аноп М.Ф., Катуева Я.В. Параллельные модификации алгоритма успешной настройки технических объектов // Информационные технологии и высокопроизводительные вычисления: материалы III всероссийской науч.-практ. конф., Хабаровск, 30 июня-4 июля 2015 г. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. С.8-11.
4. Абрамов О.В. Выбор минимальной совокупности настроечных параметров // Информатика и системы управления. – 2015. – № 2. – С. 23-32.
5. Катуева Я.В. Анализ проектного решения в задаче обеспечения надежности по постепенным отказам // Научное обозрение. – 2014. – № 8. – С. 625-629.
6. Аноп М.Ф., Катуева Я.В., Назаров Д.А. Использование области качества в задачах обеспечения параметрической надёжности // Информатика и системы управления. - №2(40), 2014.С . 66-74.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ СГЛАЖИВАЮЩЕГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Клевцов С.И., Пухов В.С.

*Таганрог, Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ*

Прогнозирование значения физической величины, определяющей состояние технического объекта, может повысить безопасность эксплуатации объекта и предотвратить возможные аварийные

ситуации. Разработанная модель может быть использована для оценки значения параметра в режиме реального времени с точностью, достаточной для фиксации недопустимых изменений состояния динамического объекта.

**Use of time series model smooths out to assess changes parameters of technical objects in real time. Klevtsov S.I., Pukhov V.S.**

Prediction values of the physical quantity that determines the condition of a technical object, can improve the safety of operation of the facility and to prevent possible abnormal situations. The model can be used to assess predictive value of the parameter in real time with an accuracy sufficient for fixing the invalid status changes of a dynamic object.

Объектом наблюдения является динамический объект, контролируемый параметр которого имеет четко выраженную трендовую составляющую и значительную по амплитуде шумовую составляющую. В качестве экспериментальных данных использовались результаты фиксации значения поперечного ускорения во времени при движении автомобиля. Для исследования был взят участок, на котором фиксируется рост ускорения от -0,45g до 0,02g за время 2,5 сек, амплитуда шума ~ 0,04g. Пусть значение контролируемого параметра технического объекта  $y = f(t)$  измеряются микроконтроллерным модулем в дискретные моменты времени с постоянным шагом  $h$ . В результате получим массив  $Y = \{y_i\}_{i=0}^n$  измеренных значений параметра  $y_i = f_i(t)$  в точках  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$ ;  $t_n = T$ ;  $t_i = t_{i-1} + h$ . Необходимо определить значения параметра  $y$  в точках  $\tau = T + kh$ ,  $k=1, K$ , где  $K$ -число, определяющее диапазон прогнозирования.

Для прогнозирования использовалась модель сглаживающего временного ряда первой степени [1]. Поскольку шаг дискретизации при съеме данных можно установить небольшим, таким, что изменение параметра в течении нескольких последовательных шагов будет незначительным, при построении модели временного ряда для усреднения можно использовать многократное экспоненциальное сглаживание [2]. Это повысит точность прогнозирования. Так же, стоит отметить, что данный алгоритм не сложен в реализации и может быть реализован в микроконтроллерном модуле в режиме реального времени без ущерба для выполнения функции модуля по сбору и обработке данных с датчиков физических величин.

В рамках принятой модели для аппроксимации изменения параметра во времени будем использовать полином 1-ой степени вида:

$$X(t) = a_1 + a_2 t.$$

Тогда прогнозное значение  $y$  в точках  $\tau$  :

$$X(\tau) = (2 + \frac{\alpha}{\beta} \tau) S_T - (1 + \frac{\alpha}{\beta} \tau) S_T^{[2]},$$

где  $\tau = T + kh$ ,  $T$ - текущее значение времени,

$h$  – шаг дискретизации времени,

$k$  – число, определяющее диапазон прогнозирования;

$S_T$  и  $S_T^{[2]}$  – экспоненциальные средние, которые определяются по формулам:

$$S_T = \alpha y_t + \beta S_{t-1}, S_T^{[2]} = \alpha y_t + \beta S_{t-1}^{[2]},$$

$\alpha$  – постоянная сглаживания, которую необходимо подбирать,  $\beta = 1 - \alpha$ .

Для того, чтобы запустить процесс расчета необходимо задать начальные значения  $S_0$  и  $S_0^{[2]}$ :

$$S_0 = a_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} a_{2,0}, S_0^{[2]} = a_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} a_{2,0},$$

коэффициенты  $a_{1,0}$  и  $a_{2,0}$  находятся с помощью метода наименьших квадратов.

В ходе проведения исследования рассматривались два варианта прогнозирования:

- прогнозирование значений параметра в реальном времени без предварительной обработки исходных данных;
- прогнозирование значений параметра в реальном времени с применением метода скользящего среднего для предварительной обработки исходных данных.

При реализации обоих вариантов в поведении модели четко виден период настройки и непосредственно интервал прогнозирования значений. В зависимости от выбора  $\alpha$ , можно добиться уменьшение периода настройки.

На рисунке 1 изображены графики, полученные в результате моделирования, с помощью первого варианта для различных  $\alpha$ :

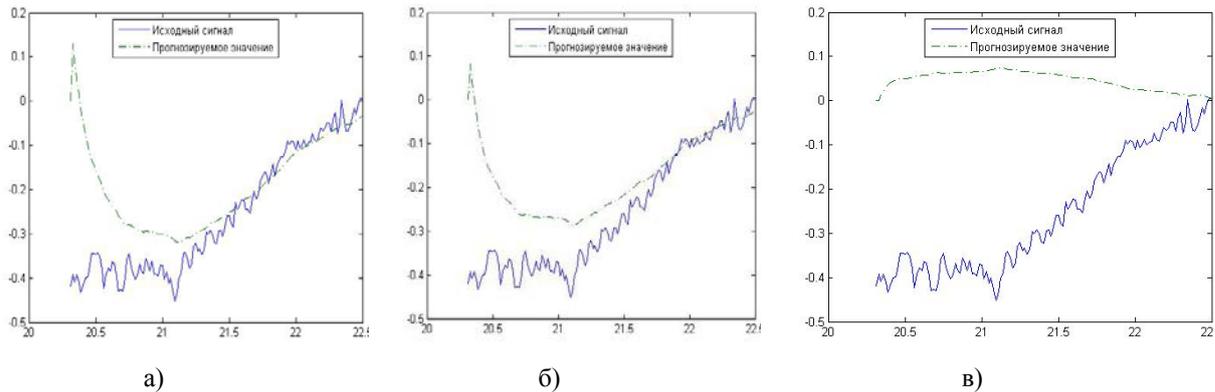


Рис.1 – Результаты моделирования, полученный без предварительной обработки данных, а) при  $\alpha=0,091$ ; б) при  $\alpha=0,11$ ; в) при  $\alpha=0,21$

На основании данных, полученных в результате моделирования можно утверждать следующее: при  $\alpha=0,091$  период настройки составляет 1,15 сек, средняя приведенная погрешность на интервале прогнозирования составляет 18%; при  $\alpha=0,1$  период настройки составляет 1,21 сек, а средняя приведенная погрешность составляет 21%; при  $\alpha=0,2$  период настройки составляет 2,48 сек, средняя приведенная погрешность составляет 96%.

На рисунке 2 изображены графики, полученные в результате моделирования с помощью второго варианта для различных  $\alpha$ .

На основании данных полученных в результате моделирования можно утверждать следующее: при  $\alpha=0,091$  период настройки составляет 1,18 сек, средняя приведенная погрешность составляет 15%; при  $\alpha=0,1$  период настройки составляет 1,2 сек, средняя приведенная погрешность составляет 19%; при  $\alpha=0,2$  период настройки составляет 2,48 сек, средняя приведенная погрешность составляет 96%.

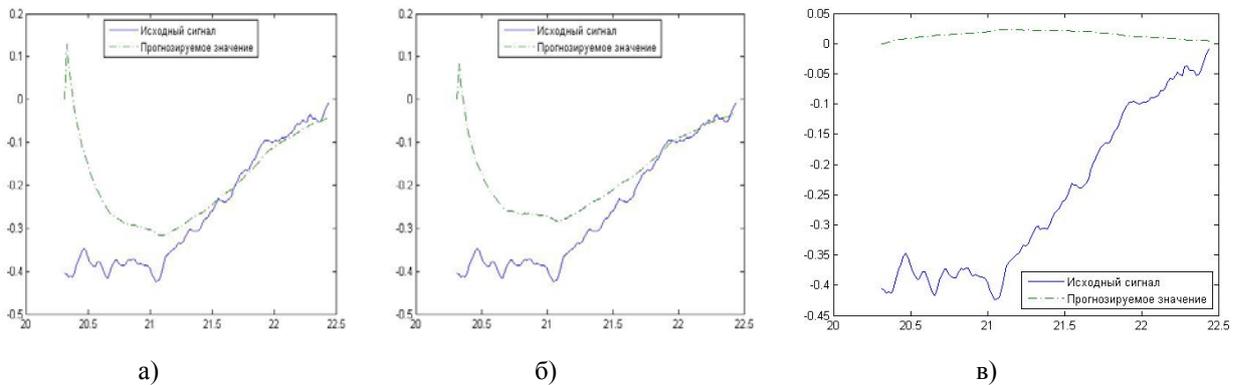


Рис. 2 – Результаты моделирования, полученные после предварительной обработки данных методом скользящего среднего, а) при  $\alpha=0,091$ ; б) при  $\alpha=0,11$ ; в) при  $\alpha=0,21$

Исследование показало, что представленная модель может быть использована для прогнозной оценки значения параметра в реальном времени с точностью, достаточной для фиксации недопустимых изменений состояния динамического объекта.

### Литература

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2003 г. - 416с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Пер. с англ. Том 1. - М.: МИР, 1974- 604с.

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ

Клевцова А.Б., Иванов Д.А.

Таганрог, Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ

Доклад посвящен вопросам формализации процесса определения цели и средств компьютерной поддержки разработки и реализации целей организационной структуры. Предложено процесс определения целей разделить на два этапа – этап вербального и этап параметрического описания.

### Features certain goals in the information systems support the activities of leader. Klevtsova A.B., Ivanov D.A.

The paper deals with the formalization of the process of determining the purpose and means of creating computer support manager in the formulation and implementation of the objectives of the organizational structure. It is proposed to describe the purpose of the process divided into two stages - the stage and the stage of verbal parametric descriptions.

Возможный подход к решению задачи компьютерной поддержки вербального описания цели для помощи руководителю в его интеллектуальной деятельности представлен в [1]. Схема синтеза формулировки цели начинается с формализации описания проблемной ситуации, которая является базой для формирования структурированного описания проблемы [2]. На основе структурных элементов проблемы и знаний эксперта формируются структурные элементы цели.

Фактически каждая компонента структуры проблемной ситуации, проблемы и цели представляет собой упорядоченный набор ключевых слов, определенных пользователем для их описания.

Результатом процесса вербального описания цели является достаточно укрупненное представление о желаемом состоянии объекта:

$$C_o = \langle O_o^g, F_o, T_o, Real_o \rangle$$

где  $O_o^g$  - начальное описание состояния желаемого объекта;

$F_o$  - начальное представление о возможных действиях для перевода объекта из его исходного состояния в желаемое;

$T_o$  - начальное представление о времени перевода объекта из его исходного состояния в желаемое;

$Real_o$  - критерий реалистичности достижения цели.

На втором этапе, в процессе параметрического описания, цель конкретизируется и уточняется.

Конечное описание цели можно представить в виде следующего кортежа:

$$C_k = \langle X^k, Y^k, D^k, Tr_x^k, Tr_y^k, Tr_d^k, Z^k, F^k, R^k, T^k \rangle,$$

где  $X^k, Y^k$  - конечный вариант входных и выходных параметров, описывающих желаемое состояние объекта;

$D^k$  - конечный вариант функций, которыми должен обладать объект в желаемом состоянии;

$Tr_x^k, Tr_y^k, Tr_d^k$  - совокупность требований, которым должен удовлетворять объект;

$Z^k$  - совокупность поставленных задач;

$F_k$  - совокупность работ, необходимых для реализации желаемого состояния объекта;

$R_k$  - совокупность ресурсов необходимых для реализации желаемого состояния объекта;

$T_k$  - время, необходимое для реализации желаемого состояния объекта.

Процесс формирования требований на входные и выходные параметры, а также функции объекта базируется на использовании графового представления о пространстве параметров объекта.

После уточнения требований на желаемые параметры и функции объекта  $O_j^g$  требуется уточнение действий  $F_o$ , обеспечивающих реализацию этих требований, т.е. реализацию перевода объекта в его желаемое состояние.

Процесс формирования действий сводится к декомпозиции начального представления  $F_0$  на совокупность задач и работ по достижению цели.

Выше изложенные положения легли в основу разрабатываемого комплекса программных систем для поддержки определения и реализации целей организационной структуры [3].

Комплекс, помимо задач вербального и параметрического описания цели, обеспечивает поддержку в решении следующих проблем:

Формулирование цели при отсутствии на данный момент организационной структуры и формирование рекомендаций по ее созданию.

Формулирование цели в условиях, когда архитектура и параметры действующей организационной структуры не могут быть изменены. При этом решается задача оценки возможности реализации поставленной цели этой структурой.

Формирование цели в условиях, когда возможны изменения архитектуры и параметров действующей организационной структуры.

Предложенный комплекс программных систем способен оказать эффективную поддержку деятельности руководителя по определению целей, сбалансированных и обоснованных со стороны ресурсов и возможностей организационных структур, а также поддержку реализации этих целей.

#### **Литература**

1. Клевцова А.Б., Пьявченко О.Н. Компьютерная поддержка интеллектуальной деятельности руководителя в проблемной ситуации. // Научная мысль Кавказа. 2001. №1. С. 32-36.
2. Пьявченко О.Н., Клевцова А.Б. Механизм параметрического описания цели организационной структуры. // Научная мысль Кавказа. Приложение. 2001. №9. С. 50-56.
3. Пьявченко О.Н., Клевцова А.Б. Структурная и функциональная схемы комплекса поддержки определения и реализации целей организационной структуры. // Известия ТРТУ. 2001.

#### **АНАЛИЗ КРИТЕРИЯ МОЩНОСТИ НАБЛЮДАЕМОСТИ УЧАСТНИКОВ В МЕТОДЕ «ЦЕНТР ОЦЕНКИ»**

Клочков Ю.С.  
г. Сургут, СурГУ.

В статье рассматривается использование критерия мощности наблюдаемости участников в рамках ограниченного времени на проведение Центра оценки. Анализ критерия мощности наблюдаемости участников позволяет сформулировать леммы, которые позволяют определить оптимальность критерия без перебора всех значений.

Ключевые слова: центр оценки, ассессмент центр, ротация, организационный план, план наблюдений, компетенция, эксперт, критерии.

#### **Analysis of criteria power observability participants in the method "Assessment center", Klochkov Y.**

The article discusses the use of criterion power observability participants within a limited time to carry out assessment center. Analysis of power observability criterion allows the participants to formulate a lemma, which allows you to determine the optimal criteria without search of all values.

Keywords: assessment center, rotation, organizational plan, plan of observations, criteria.

Введение. Для крупных организаций с каждым днем все более остро встает проблема оценки персонала. Оценка персонала – это процедура, направленная на определение текущей эффективности сотрудника (связанной с выполнением непосредственных обязанностей и достижением целей Компании), его личностно-профессиональных особенностей и потенциала. [1] Адекватная полная оценка работника позволяет максимально эффективно использовать функции резерва кадров и планирование развития профессиональных и личностно-управленческих качеств работников. На сегодняшний день одними из наиболее качественных оценок является оценки на базе компетенций. Компетенция — это уникальная совокупность психофизиологических особенностей, ценностей, установок, мотивов, знаний, умений и навыков сотрудника, приводящая к эффективному поведению в производственной ситуации. Компетенции могут быть описаны в терминах наблюдаемого поведения и могут быть измерены формально [2].

На сегодняшний день одним из самых точных методов комплексной оценки персонала на базе компетенций является метод Центров оценки (далее по тексту ЦО). Центр оценки (в российской литературе встречается наименование этого метода – «ассессмент центр», англ. – assessmentcenter) – комплексный метод диагностики потенциальной успешности в профессиональной деятельности,

включающий набор различных частных методов, основой которого является оценка поведения участников группой наблюдателей-экспертов в моделирующих упражнениях [3]. Цель ЦО – оценка потенциальной успешности в профессиональной деятельности. Эта деятельность может быть задана конкретно (например, должность в организации) или по типу деятельности (например, определенный уровень управления). Другим важным использованием ЦО является анализ компетенций сотрудников состоящих в резерве кадров. ЦО позволяет выявить те компетенции, которые необходимо развивать сотрудникам для соответствия должности, в резерве на которую они планируются. При подготовке ЦО одним из трудоемких процессов является формирование организационного плана ЦО. Организационный план ЦО содержит две основных части: расписание и план наблюдения.

Расписание – это последовательность и точное время начала/окончания упражнений и других методик.

План наблюдения – это таблица, в которой указано, каких участников в каждом упражнении оценивают конкретные наблюдатели-эксперты. В плане отмечаются помещения, в которых проводится каждое упражнение, а также кто из участников и наблюдателей работает в этом помещении.

Таким образом, на этапе планирования Центра оценки необходимо сформировать организационный план таким образом, что бы использование экспертов, аудиторий и времени было наиболее эффективным.

Математическая модель организационного плана Центра оценки

Для формализации критериев сравнения организационных планов была построена математическая модель на основе теории множеств, векторов и бинарных отношений на множествах[4].

Пусть ЦО характеризуется следующими объектами:

$M$  – множество участников;

$E$  – множество экспертов;

$U = \langle u_1, u_2, u_3, \dots, u_n \rangle$  - вектор последовательно выполняемых упражнений, где  $u_i$  –  $i$ -е упражнение,  $i \in [1; n]$ ,  $n$  – общее количество упражнений;

$K$  – множество возможных компетенций. Будем считать, что  $u_i$  находится в отношениях с  $k_j \in K$ , если компетенция  $k_j$  оценивается упражнением  $u_i$ ;

$T = \langle t_1, t_2, t_3, \dots, t_n \rangle$  - вектор времени, затрачиваемый одним участником на прохождение каждого упражнения, где  $t_i$  время прохождения одним участником упражнения  $u_i, i \in [1; n]$

$F$  – множество функций, отображающих общее время выполнения упражнения при условиях определенного разбиения участников и экспертов на группы.  $f \in F$ :

$$f(M, E, t_i) = \{ \langle M_1, E_1 \rangle, \langle M_2, E_2 \rangle \dots, \langle M_{l_1}, E_{l_1} \rangle, \tilde{t}_1 \rangle, \langle M'_1, E'_1 \rangle, \langle M'_2, E'_2 \rangle \dots, \langle M'_{l_2}, E'_{l_2} \rangle, \tilde{t}_2 \rangle, \dots \}, \quad (1)$$

где в множестве каждый вектор состоит из вариантов разбиения на группы участников и экспертов  $M_1 \cup M_2 \dots \cup M_{l_j} = M, E_1 \cup E_2 \dots \cup E_{l_j} = E$ , а  $\tilde{t}_j$  – общее время выполнения  $i$ -го упражнения при  $j$ -м разбиении, где  $j \in [1; z_i]$ , а  $z_i$  – количество различных вариантов разбиения  $i$ -го упражнения. Будем считать, что вариант разбиения на группы функцией  $f \in F$  в отношении с упражнением  $u_i$ , если упражнение  $u_i$  допускает возможность описанного варианта разбиения.

Пусть выбрано  $l$ -ое разбиение на группы, тогда будем говорить, что в  $q$ -м упражнении  $j$ -м экспертом наблюдался  $i$ -й участник, если существует такое отношение  $(m_i, e_j)_q$ , где  $m_i \in M, e_j \in E$ , и после деления на группы  $\exists p: m_i \in M_p, e_j \in E_p, \langle M_p, E_p \rangle \in [f(M, E, t_q)]_l$ . (2)

Тогда постановка задачи сводится к выбору лучшего элемента из множества векторов разбиения участников на группы в рамках упражнений  $V = \{v\}$ , где

$$v = \langle [f_1(M, E, t_1)]_{l_1}, [f_2(M, E, t_2)]_{l_2}, \dots, [f_n(M, E, t_n)]_{l_n} \rangle, \quad (3)$$

для которого  $\sum_{i=1}^n \tilde{t}_i < t_{max}$ , где  $t_{max}$  – общее время, запланированное на проведение всех упражнений.

Для определения лучшего разбиения были сформулированы следующие критерии сравнения планов[4,5]:

1. «Критерия мощности наблюдаемости участников»
2. «Критерий мощности наблюдений»
3. «Критерий мощности повторной встречи»
4. «Критерий мощности компетенций»

Рассмотрим более подробно критерий мощности наблюдаемости участников, равный минимальному количеству наблюдений участников в каждом упражнении[5], т.е.

$$P_q(v) = \min_i \left( \left| \left\{ (m_i, e_j)_q \right\}_j \right| \right), \quad (4)$$

где значение Критерий мощности наблюдаемости участников в  $q$ -м упражнении,  $\{(m_i, e_j)_q\}_j$  множество всех наблюдений  $i$ -го участника в  $q$ -м упражнении. Будем говорить, что решение  $v_i$  лучше, чем  $v_j$ , т.е.  $v_i > v_j$ , если значение Критерия мощности наблюдаемости участников в каждом упражнении больше или равно и хотя бы в одном упражнении больше, т.е.  $\forall q: P_q(v_i) \geq P_q(v_j), \exists q': P_{q'}(v_i) > P_{q'}(v_j)$ .

Предположим, что при построении плана оценки  $v$  в  $q$ -м упражнении участники распределены по  $r$  аудиториям как:  $M_1 \cup M_2 \dots \cup M_r = M$ , где  $M_i$  – количество участников в  $i$ -й аудитории. Эксперты распределены соответственно как  $E_1 \cup E_2 \dots \cup E_r = E$ . Рассмотрим множество всех наблюдений  $i$ -го участника в  $q$ -м упражнении  $\{(m_i, e_j)_q\}_j$  для  $m_i \in M_l$ . Т.к.  $m_i \in M_l$ , то данный участник находится в  $l$ -й аудитории, следовательно, в этой же аудитории находятся все  $e_j: e_j \in E_l$ . Тогда количество наблюдений  $m_i$  участника  $\left| \{(m_i, e_j)_q\}_j \right|$  равно количеству экспертов в  $l$ -й аудитории, т.е.

$$\forall m_i \in M_l: \left| \{(m_i, e_j)_q\}_j \right| = |E_l|, \quad (5)$$

где  $M_l \cup E_l$  все участники и эксперты, находящиеся в  $l$ -й аудитории в  $q$ -м упражнении. Тогда из (4) и (5) следует

$$P_q(v) = \min_{l \in [1, r]} (|E_l|), \quad (6)$$

где  $E_l$  – подмножество множества экспертов  $E$ , находящееся в  $l$ -й комнате в  $q$ -м упражнении разбиения  $v$ . Заметим, что из (6) следует, что значение  $P_q(v)$  не зависит от разбиения участников по аудиториям (зависит только от количества задействованных аудиторий и разбиения экспертов на группы по ним).

Лемма 1: Для любого разбиения  $v_i$  в  $q$ -м упражнении на  $r+1$  аудиторию существует такое разбиение  $v_j$  в  $q$ -м упражнении на  $r$  аудиторий (без учета ограничения по времени), что  $P_q(v_j) \geq P_q(v_i)$ .

Доказательство: пусть  $P_q(v_i) = \min_{l \in [1, r+1]} (|E'_l|) = |E'_l|$ . В разбиении  $v_j$  во все  $r$  аудиторий распределим экспертов аналогично  $v_i$ , далее если  $l' \neq r+1$ , то к экспертам в аудитории  $l'$  добавим экспертов из аудитории  $r+1$  иначе экспертов из аудитории  $r+1$  добавим к любой (например, первой) из аудиторий, т.е.

$$P_q(v_j) = \begin{cases} \min_{l \in [1, r]} (|E'_l|), & \text{где } \forall l \neq l': E'_l = E_l, E'_{l'} = E_l + E_{r+1}, n_{pul'} \neq r+1 \\ \min_{l \in [1, r]} (|E'_l|), & \text{где } \forall l \neq 1: E'_l = E_l, E'_1 = E_1 + E_{r+1}, n_{pul'} = r+1 \end{cases}$$

Далее возможны два варианта

$$\left[ \exists l'' \in [1, r]: |E'_{l''}| = |E'_l| \Rightarrow P_q(v_j) = \min_{l \in [1, r]} (|E'_l|) = |E'_{l''}| = |E'_l| = P_q(v_i) \Rightarrow v_j = v_i \right.$$

$$\left[ \nexists l'' \in [1, r]: |E'_{l''}| = |E'_l| \Rightarrow P_q(v_j) = \min_{l \in [1, r]} (|E'_l|) = |E'_{l''}| > |E'_l| = P_q(v_i) \Rightarrow v_j > v_i \right.$$

Т.е. с точки зрения использования критерия мощности наблюдаемости участников распределение  $v_j$  не хуже чем  $v_i$ , что и требовалось доказать.

Лемма 2: При разбиении в  $q$ -м упражнении экспертов на  $r$ -аудиторий не существует разбиения с точки зрения критерия мощности наблюдаемости участников лучше, чем разбиение экспертов по  $\lfloor |E|/r \rfloor$  в каждую аудиторию и случайное разбиение оставшихся  $|E| - r \lfloor |E|/r \rfloor$  экспертов. При таком разбиении  $P_q(v) = \min_{l \in [1, r]} (|E_l|) = \lfloor |E|/r \rfloor$ .

Доказательство: предположим, что существует разбиение с точки зрения критерия мощности наблюдаемости участников при котором  $P_q(v) = \lfloor |E|/r \rfloor + k$ , где  $k > 0$ . Тогда из (6) следует, что  $\min_{l \in [1, r]} (|E_l|) = \lfloor |E|/r \rfloor + k$ , т.е.  $\forall l \in [1, r]: |E_l| \geq \lfloor |E|/r \rfloor + k \Rightarrow \sum_{l \in [1, r]} |E_l| \geq r \lfloor |E|/r \rfloor + rk$ , из определения целой части от деления получаем, что  $r \lfloor |E|/r \rfloor + rk > |E| \Rightarrow \sum_{l \in [1, r]} |E_l| > |E|$ , что противоречит условиям разбиения. Следовательно, утверждение леммы 2 верно.

Заключение. Лемма 1 и лемма 2 определяют условия, при которых значение критерия мощности наблюдаемости участников будет максимальным. Таким образом, из леммы 1 следует, что для каждого упражнения необходимо определить минимальное достаточное количество задействованных аудиторий (исходя из ограничения по длительности Центра оценки). Далее из леммы 2 следует, что оптимальным значение критерия мощности наблюдаемости участников будет при равномерном распределении участников по  $\lfloor |E|/r_q \rfloor$  в каждую из  $r_q$  аудиторий  $q$ -го упражнения и любом разбиении оставшихся  $|E| - r_q \lfloor |E|/r_q \rfloor$  экспертов, где  $E$  – множество экспертов,  $r_q$  – количество аудиторий в  $q$ -м упражнении.

Использование данных условий позволяет существенно сократить количество различных вариантов распределения экспертов по аудиториям при оптимизации планов оценки по критерию мощности наблюдаемости участников. Вместо полного перебора  $|E|$  экспертов по  $r_q$  аудиторий  $q$ -го упражнения достаточно посчитать количество выбора экспертов в группы по  $\lfloor |E|/r_q \rfloor$  и  $|E| - r_q \lfloor |E|/r_q \rfloor$

человека. Например, при распределении 10 экспертов по 3 аудиториям при полном переборе получим количество, равное числу Стирлинга  $S(10,3) = \frac{3^9 - 2^{10} + 1}{2} = 9330$ , используя же условия лемм получим количество вариантов равное  $\frac{C_{10}^3 C_7^3}{3!} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5}{3! \cdot 3! \cdot 3!} = 700$ .

#### Литература

1. Игорь Беспалов, 2008 Оценка персонала. Общая информация [Электронный ресурс] // Практика современного подхода URL: <http://www.sbsc.ru/business/evaluation.html>
2. Томская А.Г., Лидерство как ключевая компетенция руководителя [Электронный ресурс] // Тезисы докладов конференции «Бизнес. Общество. Человек» С. 175 URL: <http://orgpsyjournal.hse.ru>
3. Евгений Вучетич (EHECT PartnersGroup), Дмитрий Гофман (AxesManagement), Александр Ерофеев (МГУ, AssessmentCenter LASPI), Евгений Лурье (ЭКОПСИ Консалтинг), Мария Мальцева (DDI), Юрий Михеев (ГК «Институт Тренинга – АРБ Про»), Юлия Полетаева (SHL), Сергей Сергиенко (ГУУ), Светлана Симоненко (Detech), Юлия Сеницына (TalentQ), Сергей Умнов (ЭКОПСИ Консалтинг), Татьяна Хватинина (SHL / Председатель Федерации оценки персонала под эгидой НК РЧК), Александр Шмелев (МГУ, Гуманитарные Технологии), Российский стандарт центра оценки [Электронный ресурс] // Организационная психология. 2013. Т. 3. №2. С. 8–32. URL: <http://orgpsyjournal.hse.ru>
4. Ключков Ю.С., Микшина В. С, Моделирование организационных планов в методе «Центроценки»
5. Ключков Ю.С., Микшина В. С, формирование критерия, гарантирующего выполнение требований построения планов в методе «Центр оценки»

### ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю.

*Москва, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

Для разработанного авторами ранее метода комплексирования предложена структура оптимизационного процесса для идентификации электрических, тепловых и механических параметров электронных компонентов и конструкционных материалов электронных средств. Это позволяет более точно определить режимные нагрузки электронных компонентов материалов и, соответственно, более точно рассчитать впоследствии необходимые показатели надежности при компьютерном моделировании проектируемых электронных средств.

#### **Improving the accuracy of simulations based on the identification. Kofanov Y., Sotnikova S.**

For previously developed by the authors method of interconnecting the proposed structure of the optimization process to identify the electrical, thermal and mechanical parameters of electronic components and structural materials electronic means. This allows you to more accurately determine the modal load electronic components and materials, and therefore more accurately calculate subsequently the required reliability by computer simulation of the designed electronic means.

В настоящее время новые типы отечественных ЭК и МНК, разработанные по программам импортозамещения, часто требуют идентификации параметров для электрических, тепловых и механических математических моделей в силу недостаточности времени у производителей на длительные и всесторонние испытания инновационных разработок.

В задаче идентификации участвуют измеренные и рассчитанные характеристики электронного средства (ЭС), которые подаются на программу оптимизации, цель которой, путем изменения идентифицируемых геометрических и физических параметров (ГФП) в математической модели на ЭВМ добиться минимума отклонения их рассчитанных значений от измеренных [1, 2]. На диапазон изменения идентифицируемых параметров могут быть наложены ограничения, определенные физическим смыслом задачи.

Такое комплексирование физической модели с взаимосвязанными электрической, тепловой и механическими моделями позволяет также идентифицировать коэффициенты влияния температуры на электрические параметры электронных компонентов (ЭК) и на механические и тепловые параметры материала несущей конструкции (МНК) ЭС [3].

Тогда после идентификации неизвестных или неточных параметров ЭК и МНК при математическом моделировании можно принимать обоснованные и гарантированные решения для внесения изменений в проект ЭС с целью улучшения или оптимизации показателей его качества и надежности.

Для реализации такого подхода в данной работе предлагается структурная схема оптимизационного процесса идентификации параметров электрической, тепловой и механической моделей ЭС, представленная на рисунке. Он включает в себя нахождение минимума значения критерия оптимизации, показывающего разность измеренных и рассчитанных значений физических величин. При этом предлагаемый метод должен осуществлять максимальное использование результатов, полученных от подсистем автоматизированного электрического, теплового и механического моделирования, и позволять автоматизировать процесс идентификации ГФП элементов на этапе проектирования ЭС.

Критерий оптимизации имеет вид квадрата разности между измеренным и расчетным значениями определяющих характеристик (см. блок 5 на рисунке).

В конце процесса оптимизации, когда  $N$  становится меньше наперед заданной инженером малой величины  $\varepsilon$ , полученное значение параметров  $q^p$ , принимается в качестве окончательных значений идентифицируемых параметров.

Таким образом, физическая модель комплексирована с интегрированной моделью, которая представляет собой объединение трёх математических моделей (блок 1 на рисунке). Эксперимент с физической моделью макета ЭС проводится на вибростенде с включенной электрической схемой. Включение электрической схемы возбуждает как электрический процесс в ней, так и тепловой процесс от рассеиваемых тепловыделений ЭРИ. Естественная интеграция между взаимовлияющими электрическим, тепловым и механическим процессами в физической модели воспроизводится при моделировании одновременно тремя программами электрического, теплового и механического моделирования, связанными между собой интерфейсными программами-конвертерами. Они обеспечивают передачу мощностей тепловыделений из электрической модели в тепловую модель, а температур ЭК и различных участков платы в электрическую и механическую модели.

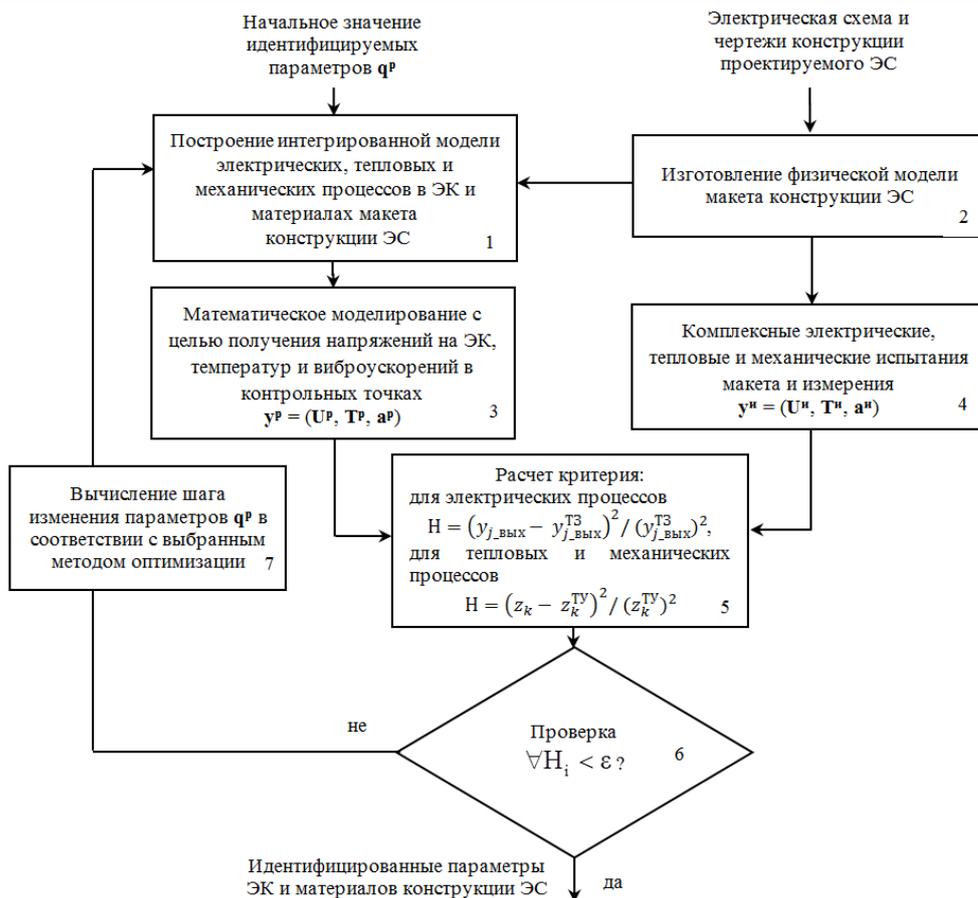


Рисунок. Структура процесса идентификации электрических, тепловых и механических параметров электронных компонентов и материалов ЭС

Это позволяет более точно определить режимные нагрузки ЭК и МНК и, соответственно, более точно рассчитать впоследствии необходимые показатели надежности проектируемых ЭС.

Как видно из рисунка, помимо электрической схемы и чертежей конструкции проектируемого ЭС в качестве исходных данных должны быть заданы начальные значения идентифицируемых

параметров. Для ускорения процесса идентификации начальные значения параметров должны быть как можно ближе к искомым расчетным значениям, которые могут быть определены экспертным путем или на основе ближайших аналогов ЭРИ и материалов, для которых эти значения известны (содержатся в базе данных моделирующих программ). Начальные значения могут быть заданы, исходя из известных диапазонов изменения параметров при идентификации. Если нет возможности обосновать какие значения идентифицируемых параметров выбирать в качестве начальных, то начальными можно взять номинальные значения параметров.

Блоки 1 и 2 структурной схемы на рисунке представляют собой комплексирование моделей (справа – физическая модель, слева – математические модели), которые строятся для конструкции макетаЭС, содержащего тестовую электрическую схему. Тестовая электрическая схема должна включать в себя ЭК, содержащие неизвестные или неточные параметры эквивалентной модели (цепи) и подлежащие идентификации.

Преимущество разработанного метода состоит в том, что он принципиально не изменяется, если в задачах автоматизированного проектирования требуется провести идентификацию, соответственно, только электрических или только тепловых, или только механических неизвестных параметров ЭК и МНКЭС. В настоящее время они часто применяются для идентификации параметров инновационных ЭК и МНКотечественного производства, для которых, как правило, имеется гораздо меньше информации о параметрах их моделей.

### Литература

1. Кофанов Ю.Н., Шалумов А.С., Гладышев Н.И. Идентификация параметров материалов несущих конструкций радиоэлектронных средств с применением компьютерного измерительного стенда. / Измерительная техника. 1996. № 12. С. 52.
2. Кофанов Ю.Н., Малютин Н.В., Мартынов О.Ю., Шалумов А.С. Аппаратно-программный комплекс автоматизированного проектирования, обеспечения виртуализации испытаний и стойкости к воздействию дестабилизирующих факторов при эксплуатации РЭА. / Успехи современной радиоэлектроники, № 1, 2011, с. 7 - 12.
3. Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю., Увайсов С.У. Разработка метода комплексирования физической модели с моделями протекающих электрических, тепловых и механических процессов. / Инновационные информационные технологии. / Материалы I Международной научно-практической конференции. – Москва – Прага, 2012.

## СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРАММАТИК

Кравченко В.А., Ширапов Д.Ш.  
Улан-Удэ, ФГБОУ ВПО ВСГУТУ

Рассмотрено использование аппарата функциональных грамматик для построения систем знаний. Описан алгоритм построения баз знаний и механизма вывода решения.

### **Knowledge systems based functional grammar, Kravchenko V.A., Shirapov D.Sh.**

The usage of the functional grammars for systems of knowledge is considered. The algorithms for constructing knowledge bases and mechanism solutions.

Важнейшим вопросом построения систем знаний является способ представления знаний. Он определяет модель базы знаний и механизм поиска решения задач. Классическими методами являются формальные логические модели, продукционные модели, семантические сети и фреймы. Однако данные модели не предназначены для получения активного решения в виде программы для ЭВМ. Поэтому предлагается использовать усовершенствованную продукционную модель на основе аппарата функциональных грамматик профессора В.А. Тузова [1].

Функциональная грамматика – контекстно-свободная грамматика, каждой продукции которой сопоставлена функция. Любую предметную область можно представить в виде неполной функциональной грамматики вида:

$$G = (V, P, F),$$

где  $V$  – объединенный алфавит терминальных  $V_T$  и нетерминальных  $V_N$  символов, т.е.  $(V_T \cup V_N) \equiv V$ ;

$P$  – конечное множество правил вывода (продукций) вида:  $A \rightarrow \varphi \{f\}$ , где  $A$  (левая часть) – один

символ из множества  $V_{N,\varphi}$  (правая часть продукции) – цепочка символов из объединенного алфавита  $V_T$  и  $V_N$ , а  $f$  – функция из множества  $F$ .

Для построения базы знаний требуется пройти следующие этапы:

- 1) Определить границы рассматриваемой теории;
- 2) Выявить все термины и понятия теории в рамках выбранных границ и составить алфавит символов  $V$ ;
- 3) Выявить все законы, связывающие выбранные объекты предметной области, и составить набор правил  $P$ ;
- 4) Расписать на функциональном языке программирования все функциональные зависимости, между объектами теории, согласно правилам  $P$ , т.е. определить множество функций  $F$ .

Полученную базу знаний можно использовать для построения системы, осуществляющей автоматизированный поиск решения задач и выдающей активный результат в виде функциональной программы для ЭВМ. Для этого необходимо использовать механизм поиска решения, осуществляющий две операции: во-первых, переход от неполной функциональной грамматики к полному виду, во-вторых, построение дерева синтаксического разбора в рамках полученной функциональной грамматики. Дерево синтаксического разбора отражает все возможные пути решения задачи. Так как каждому узлу дерева сопоставлена функция, то результат поиска решения имеет вид суперпозиции функций.

Полная функциональная грамматика представляет собой упорядоченную совокупность:

$$G = (V_T, V_N, F, P, S),$$

где  $V_T$  – конечный алфавит терминальных символов (терминалов);  $V_N$  – конечный алфавит нетерминальных символов (нетерминалов), не пересекающийся с  $V_T$ ;  $S$  – начальный нетерминальный символ (аксиома) из множества  $V_N$ .

Таким образом, переход к полной функциональной грамматике заключается в разделении алфавита символов  $V$  на терминальные  $V_T$  и нетерминальные  $V_N$  символы, а также в выборе начального нетерминального символа  $S$ :

$$G = (V, P, F) \rightarrow G = (V_T, V_N, F, P, S).$$

Алфавит терминальных символов  $V_T$  определяет исходные данные задачи, алфавит нетерминальных символов  $V_N$  – все остальные термины и понятия теории, начальный символ  $S$  – цель решения [2].

При осуществлении синтаксического разбора в рамках функциональной грамматики будет получено дерево, представляющее все возможные пути, соединяющие начальный символ (цель решения) со всеми возможными решениями в виде совокупности терминальных символов (известных данных задачи). Самый короткий путь в дереве является самым быстрым решением и состоит из последовательного применения продукции  $P$  или суперпозиции функций из  $F$ .

Решение в виде суперпозиции функций является главным преимуществом метода функциональных грамматик по сравнению с классическими методами. Суперпозиция функций является готовой программой для функционального языка программирования, поэтому при поступлении на её вход фактических параметров, она выдаёт соответствующие результаты. Таким образом, создание систем знаний на основе функциональных грамматик позволяет генерировать программы на функциональном языке программирования. Кроме того, использование соответствующего транслятора может представить решение в виде программы на необходимом языке программирования или даже на естественном языке.

### Литература

1. Тузов В.А. Математическая модель языка. – Л.: Изд-во Ленингр. университета, 1984. – 176 с.
2. Кравченко В.А., Могнонов П.Б., Чимитов Д.Н. Представление знаний в функциональных грамматиках // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М.Ф.Решетнева. 2011. №5 (38).с. 55-61.

### ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ МЕР СХОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ЗНАКОВ ПО ИХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ СПЕКТРАМ

Краснов А.Е., Смирнов В.М.

Москва, МГУТУ им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет)

Рассмотрена информационная технология повышения надежности идентификации защитных знаков ценных бумаг по их люминесцентным спектрам на основе метода коллективного распознавания.

Показано, что возможна уверенная идентификация при наличии значительных помех, амплитуда которых сравнима с уровнем вариации самих спектральных данных.

**The use of collective measures of similarity to improve the reliability of identification of protective marks on their fluorescent spectra. Krsnov A.E., Smirnov V.M.**

The information technology to improve the reliability of identification of protective characters of the securities according to their fluorescent spectra based on the method of collective recognition is considered. It is shown that the positive identification in the presence of significant interference is possible, the amplitude of which is comparable with the level variations of the spectral data themselves.

В связи с высокими требованиями к уровню защиты ценных бумаг автоматизированная идентификация специализированных наноструктурных защитных знаков по их люминесцентным спектрам представляет значительный интерес [1,2]. В то же время, необходимо повысить надежность идентификации при наличии значительных помех, т.к. люминесцентные спектры различных защитных знаков имеют довольно схожий характер. Как правило, помехи могут быть вызваны «старением» ценных бумаг и их защитных знаков.

В настоящей работе исследована информационная технология повышения надежности идентификации защитных знаков ценных бумаг по их люминесцентным спектрам на основе широко известного метода коллективного распознавания и комплексного подхода к распознаванию и классификации многомерных данных [3, 4].

Для эксперимента в качестве тестового примера были выбраны 6 отсчетов 6-и эталонных люминесцентных спектров  $S_k = (s_{k1}, \dots, s_{km}, \dots, s_{k6})^T (k = 1, 2, \dots, 6; m = 1, 2, \dots, 6)$ , приведенных на рисунке 1.

Средняя вариация  $Var$  спектров составляет 13%. При этом:

$$Var = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 Var_k = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 \frac{[\sum_{m=1}^6 (s_{km} - \langle s_m \rangle)^2]^{1/2}}{[\sum_{m=1}^6 \langle s_m \rangle^2]^{1/2}}, \quad (1)$$

$$\langle s_m \rangle = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 s_{km}.$$

Задача заключается в исследовании зависимости ошибки различения эталонных спектров от амплитуды аддитивной помехи  $H$ .

В этом случае наблюдаемый спектр  $Z$  выражается как:

$$Z = S_k + H. \quad (2)$$

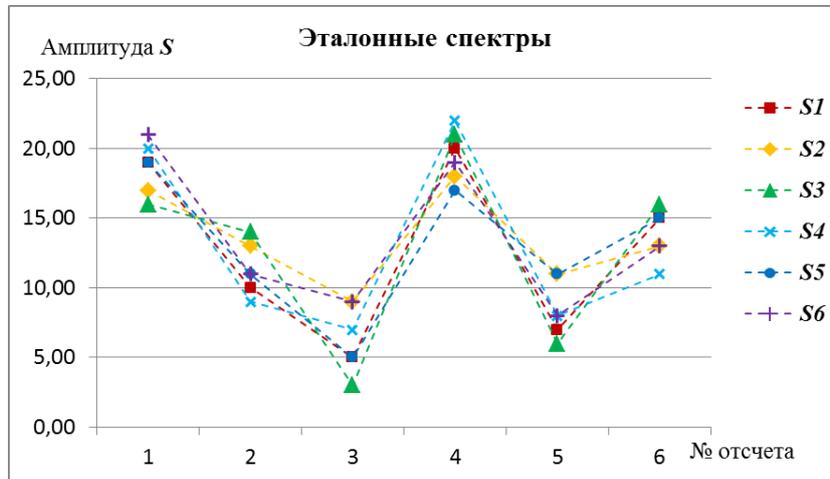


Рис. 1. Эталонные спектры  $S$ .

В имитационном модельном эксперименте помеха генерировалась, как вектор  $H = (h_1, h_2, \dots, h_m)^T$  равномерно распределенных величин:

$$h_m = H_0 * s_m * (1 - 2 * СЛЧИС( )), \quad (3)$$

где  $СЛЧИС( )$  - величина, равномерно распределенная в интервале (-1, 1), а  $H_0$  - максимальное отношение амплитуды помехи к амплитуде полезного сигнала.

Для различения эталонных спектров в смеси (2) использовались три различные меры сходства [5,6].

Анализ статистики (при различных реализациях помехи, с различными значениями отношения помеха/сигнал  $H_0$ ) приводит к выводу, что различать эталонные спектры значительно эффективнее при использовании правила: если, хотя бы две меры сходства указывают на один и тот же эталонный спектр, то принимается решение в его пользу, в остальных случаях принимается решение об ошибке.

Зависимость ошибки различения эталонных спектров от значения отношения помеха/сигнал  $H_0$  приведена на рисунке 2.

Из рисунка видно, что уровень ошибки различения (количество неправильных решений на 100 реализаций помехи) эталонных спектров нелинейно зависит от значения отношения помеха/сигнал  $H_0$ . При этом, ошибка равна нулю при  $H_0 = 9\%$  и достигает 5% при  $H_0 = 13\%$ .

Проведенное исследование показывает, что при создании различных защитных нанокристаллических меток необходимо стремиться к тому, чтобы соответствующие им люминесцентные спектральные коды имели вариацию, не менее чем в 1,5 раза превышающую уровень возможных помех. Помехи с уровнем  $10\% \div 20\%$  вполне реалистичны. Поэтому различные спектральные коды должны отличаться по вариации на  $15\% \div 30\%$ .

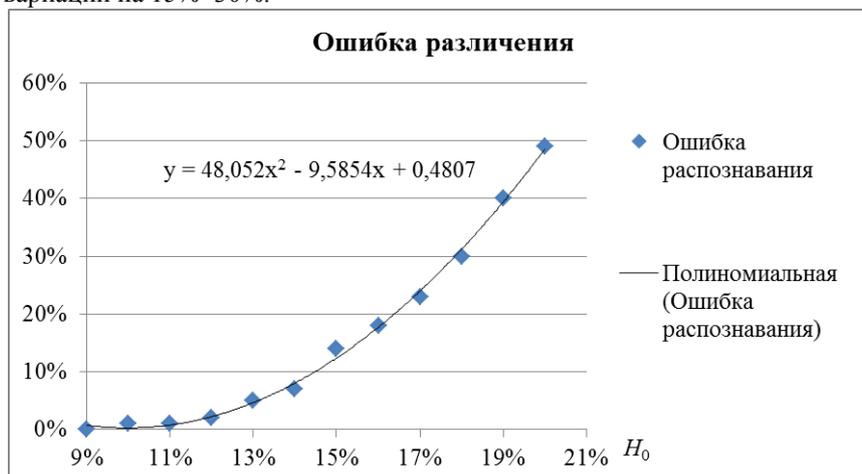


Рис.2. Зависимость ошибки различения эталонных спектров от значения отношения помеха/сигнал  $H_0$ .

#### Литература

1. Краснов А.Е., Максимовский С.Н., Смирнов В.М., Ставцев А.Ю. Метрологическое обеспечение защиты ценных бумаг, документов и товаров на основе нанотехнологий. Технологии XXI века в лёгкой промышленности (электронное научное издание). № 7. Часть I. 2013. Раздел №4, статья № 6.
2. Красников С.А., Краснов А.Е., Смирнов В.М., Чернов Е.А. Автоматизированная система для идентификации защитных знаков ценных бумаг по их люминесцентным спектрам. В сб. трудов Всероссийской конференции «Информационные технологии, менеджмент качества, информационная безопасность» (IT&MQ&IS-2015)/ Приложение журнала «Качество. Инновации. Образование», №5, том 2, 2015, С.91.
3. Растринин Л.А., Эренштейн Р.Х. Метод коллективного распознавания. Библиотека по автоматике, выпуск 615. – М.: «Энергоиздат», 1981. – 80 с.
4. Гетьман В.В., Карпов В.И., Мышенков К.С. Комплексная оценка качества и классификация многомерных объектов Свид. об офиц. регистр. прогн. для ЭВМ № 2006613936 РФ, 2006.
5. Краснов А.Е., Красников С.А. и др. Основы спектральной компьютерной квалитметрии жидких сред. – М.: ИД «Юриспруденция», 2006. – 264 с.
6. Краснов А.Е., Николаева С.В., Цыпленков С.В. Применение мер сходства для идентификации данных в задачах контроля качества. В сб. трудов Всероссийской конференции «Информационные технологии, менеджмент качества, информационная безопасность» (IT&MQ&IS-2015)/ Приложение журнала «Качество. Инновации. Образование», №5, том 2, 2015, С. 109.

### ЛОКАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АУДИООБМЕНА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Кропотов Ю. А.

Муром, Муромский институт (филиал) ФБГОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Разработаны алгоритмы сглаживания данных, обеспечивающие гладкое сопряжение обобщенных, построенных по системе линейно независимых функций, многочленов, определенных на стыкующихся интервалах анализа, при этом показана возможность применения с этой целью методов

условной оптимизации. Полученные результаты указывают на возможность их применения в задачах анализа многоэкстремальных зависимостей, к которым относится и интенсивность акустических сигналов функционирующих технических систем. Работа выполнена в плане реализации государственного задания РФ №2.1228.2014К в сфере научной деятельности.

**Local analysis and processing of acoustic signals in telecommunications audio exchange systems and diagnostics of technical devices. Kropotov Y.A.**

Developed algorithms for smoothing the data to ensure a smooth pair of generalized built system of linearly independent functions, polynomials, defined at the junction of the analysis intervals, with the possibility of application for this purpose methods of constrained optimization. The results point to the possibility of their use for the analysis of multi dependencies, which include the intensity of the acoustic signals functioning technical systems. The work done in terms of implementation of the state task Russian Federation №2.1228.2014K in scientific activities.

В соответствии с [1, 2] локальными называются методы оценивания или предсказания функции или сигнала в некоторой точке конечного интервала по значениям заданных на нем выборок. Каждой точке при этом соответствует свой интервал выборок (интервал данных). Этот подход можно обобщить, если принять, что нахождению подлежит не дискретный ряд результатов оценивания или предсказания, а последовательность функций непрерывного аргумента, определенных на последовательности конечных интервалов, которые ниже называются интервалами анализа. Такими функциями могут, в частности, являться обобщенные многочлены (многочлены по заданной системе базисных функций) или функции регрессии, полученные в ходе решения последовательности задач наименьших квадратов [3]. Если, кроме того, требуется, чтобы результаты локального оценивания были представлены в целом гладкой функцией, что обуславливает потребность в гладком сопряжении указанных многочленов, то задача наименьших квадратов преобразуется в задачу квадратичной оптимизации с ограничениями, в общем случае, как типа равенства, так и неравенства [3].

В общем случае наблюдаемый сигнал  $y(t)$  является аддитивной смесью анализируемого сигнала  $x(t)$  и случайной помехи или шума  $n(t)$ :

$$y(t) = x(t) + n(t). \tag{1}$$

Оценка сигнала при этом представляется многочленом по системе линейно независимых базисных функций  $\{\varphi_i(t)\}_1^m$ :

$$\hat{x}(t) \equiv p(t) = \sum_{i=1}^m a_i \varphi_i(t) = \mathbf{a}^T \boldsymbol{\varphi}(t). \tag{2}$$

где  $\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_m)^T$  – вектор коэффициентов многочлена (2).

В случае, если оценке подлежит векторный сигнал размерности  $p$ , то есть вектор  $\mathbf{x}(t) = (x_1(t) \ \dots \ x_p(t))^T$ , его оценку можно записать в виде

$$\hat{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{a}^T \boldsymbol{\varphi}(t).$$

Вектор наблюдаемых данных при этом можно аппроксимировать выражением

$$\hat{\mathbf{y}}(t) = \mathbf{a}^T \boldsymbol{\varphi}(t) + \mathbf{n}(t),$$

где  $\mathbf{n}(t)$  – вектор помехи, а  $\mathbf{a}^T$  – матрица коэффициентов многочленов:

$$\mathbf{a}^T = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & \dots & a_{2p} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mp} \end{pmatrix}. \tag{3}$$

Вектор ошибки аппроксимации можно записать в виде

$$\mathbf{d}(t) = \mathbf{a}^T \boldsymbol{\varphi}(t) - \mathbf{y}(t).$$

Задача аппроксимации заключается в нахождении матрицы  $\hat{\mathbf{a}}$  коэффициентов, обеспечивающей минимальное значение нормы ошибки на интервале  $T$ .

Квадратичная функция потерь, обусловленных ошибками оценивания, задается в этом случае выражением

$$J(\mathbf{a}) = \frac{1}{2} \sum_{k=0}^N (\mathbf{a}^T \boldsymbol{\varphi}(t_k) - y(t_k)) \gamma_k (\boldsymbol{\varphi}^T(t_k) \mathbf{a} - y(t_k)), \tag{4}$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент значимости ошибки в точке  $t_k$ .

Отсюда, если ввести вектор наблюдаемых данных  $\mathbf{y} = (y(t_0), y(t_1), \dots, y(t_N))^T$  и матрицу

$$\mathbf{W} = (\boldsymbol{\varphi}(t_0), \boldsymbol{\varphi}(t_1), \dots, \boldsymbol{\varphi}(t_N)) \quad (5)$$

со столбцами, являющимися векторами значений базисных функций в точках  $t_k$ , то функцию потерь или, по-другому, целевую функцию можно записать в виде

$$J(\mathbf{a}) = \frac{1}{2} \mathbf{a}^T \mathbf{W} \Gamma \mathbf{W}^T \mathbf{a} - \mathbf{a}^T \mathbf{W} \Gamma \mathbf{y} + \frac{1}{2} \mathbf{y}^T \Gamma \mathbf{y}. \quad (6)$$

Здесь  $\Gamma$  – весовая матрица, в частности, диагональной формы, с коэффициентами на главной диагонали  $\gamma_k$ . В качестве указанной матрицы можно также использовать обратную ковариационную матрицу шума  $n(t)$ .

В силу наличия  $q$  функций потерь задача относится к классу многокритериальных, что не позволяет осуществление их одновременной минимизации. Одним из способов решения многокритериальных задач является приведение их к однокритериальной задаче. С этой целью целевую функцию однокритериальной задачи можно представить линейной комбинацией функций потерь многокритериальной задачи.

Из условия равенства нулю градиента функции Лагранжа по вектору коэффициентов интерполяционного многочлена  $\mathbf{a}$  следует уравнение

$$\nabla_{\mathbf{a}_j} J(\mathbf{a}_j) = \sum_{l=1}^q \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{W}_l^T \mathbf{a}_j - \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{y}_{j,l} + \sum_{i=0}^r \lambda_{j,i} \boldsymbol{\varphi}^{(i)}(t_{j,0}) = 0. \quad (7)$$

Если ввести матрицы  $\mathbf{U} = \sum_{l=1}^q \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{W}_l^T$ ,  $\mathbf{H}(t) = (\boldsymbol{\varphi}(t), \boldsymbol{\varphi}^{(1)}(t), \dots, \boldsymbol{\varphi}^{(r)}(t))$  и вектор множителей Лагранжа  $\boldsymbol{\lambda}_j = (\lambda_{j,0}, \lambda_{j,1}, \dots, \lambda_{j,r})$ , то уравнение (7) принимает вид

$$\mathbf{U} \mathbf{a}_j - \sum_{l=1}^q \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{y}_{j,l} + \mathbf{H}(t_{j,0}) \boldsymbol{\lambda}_j = 0.$$

$$\text{Отсюда вектор коэффициентов } \mathbf{a}_j = \mathbf{U}^{-1} \sum_{l=1}^q \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{y}_{j,l} - \mathbf{U}^{-1} \mathbf{H}(t_{j,0}) \boldsymbol{\lambda}_j,$$

а вектор искомого многочлена и его производных:

$$\mathbf{p}_j(t) = \mathbf{H}^T(t) \mathbf{a}_j = \mathbf{H}^T(t) \mathbf{U}^{-1} \sum_{l=1}^q \mathbf{W}_l \Gamma_l \mathbf{y}_{j,l} - \mathbf{H}^T(t) \mathbf{U}^{-1} \mathbf{H}(t_{j,0}) \boldsymbol{\lambda}_j. \quad (8)$$

Рекуррентное уравнение (8) может принять вид:

$$\mathbf{p}_j(t) = \mathbf{H}^T(t) \left( \sum_{l=1}^q \Phi_l \mathbf{y}_{j,l} + \Lambda \mathbf{p}_{j-1}(t_{j-1,\theta}) \right). \quad (9)$$

Из (8) и (9) следует аналогичное уравнение, определяющее векторы коэффициентов многочленов

$$\mathbf{a}_j = \sum_{l=1}^q \Phi_l \mathbf{y}_{j,l} + \Lambda \mathbf{H}^T(t_{j-1,\theta}) \mathbf{a}_{j-1}. \quad (10)$$

При этом выражение для искомого многочлена непосредственно следует из уравнения (9) или (10) и имеет соответственно вид

$$p_{j,1}(t) = \boldsymbol{\varphi}^T(t) \left( \sum_{l=1}^q \Phi_l \mathbf{y}_{j,l} + \Lambda \mathbf{p}_{j-1}(t_{j-1,\theta}) \right). \quad (11)$$

Входящие в уравнения (9) – (11) матрицы  $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{H}(t)$ ,  $\Phi_l$ ,  $\Lambda$  на каждом шаге локального анализа неявно считаются одинаковыми. Это предполагает, что на всех интервалах данных, следующих с периодом интервалов анализа  $T_a = t_{j,\theta} - t_{j,0} = \text{const}$ , выборки имеют идентичное распределение. При этом размер интервалов данных и анализа, а также величина смещения, выраженные в количестве выборок, могут быть представлены в порядке их следования тройкой чисел  $(N_d, n_a, n_s)$ . Выражение

(11) определяет рекуррентный алгоритм сглаживающей фильтрации (рис.1).

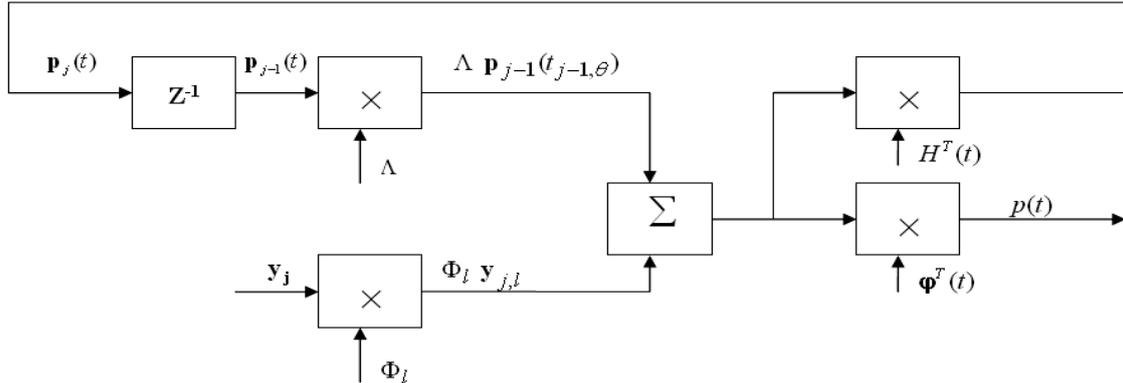


Рис. 1. Алгоритм сглаживающей фильтрации наблюдаемых выборок процесса

Рассмотрим рекуррентную процедуру локального анализа, реализованную в форме сглаживающего фильтра, обеспечивающего на выходе непрерывно дифференцируемый в целом сигнал, то есть сигнал, принадлежащий пространству функций  $C^1$ .

Если принять, что используется сглаживающий многочлен третьей степени,  $\Gamma = \mathbf{I}$ , а размеры интервалов анализа и данных задаются величинами  $n_s T$  и  $N_d T$ , соответственно, то

$$\tau_0 = n_s T, \quad \boldsymbol{\varphi}(t) = \begin{pmatrix} 1 & t & t^2 & t^3 \end{pmatrix}^T, \quad \mathbf{p}_j(t) = \begin{pmatrix} p_j(t) \\ \dot{p}_j(t) \end{pmatrix} = \mathbf{H}^T(t) \mathbf{a}_j,$$

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ t_0 & t_1 & \dots & t_n \\ t_0^2 & t_1^2 & \dots & t_n^2 \\ t_0^3 & t_1^3 & \dots & t_n^3 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad \mathbf{H}(t) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ t & 1 \\ t^2 & 2t \\ t^3 & 3t^2 \end{pmatrix}.$$

Здесь  $T$  - период дискретизации,  $\tau_0$  – величина смещения интервала анализа  $[t_{j,0}, t_{j,\theta}]$  относительно начала интервала данных  $[t_0, t_N]$ .

Процедуру сглаживания можно рассмотреть на примере искаженного мультипликативной помехой фрагмента сигнала в форме параболической кривой. При этом сигнал с помехой описывается выражением

$$y(t) = 6400 \left( 1 + 0,8 \left( \cos 3\pi f \cos 4,47\pi f t + \cos 2\pi^2 f t \cos 7\pi f t \right) \right) t^2.$$

Приведенные на рис. 2 графики отражают результаты сглаживания этой функции при различных значениях формирующей частоты помехи  $f$  и разных размерах интервала данных при частоте дискретизации 8000 Гц. Формирующая частота мультипликативной помехи согласно приведенному выражению образует целый набор низко- и высокочастотных комбинационных составляющих из множества частот  $1,5f \pm 2,235f$  и  $\pi f \pm 3,5f$ . Размер интервала данных определяется первой цифрой в обозначении параметров фильтра. При этом в качестве параметров выступают: размер окна данных – размер интервала анализа – смещение интервала анализа относительно начала интервала данных. Значения параметров заключаются в скобки.

Из приведенных графиков на рис 2. видна взаимная обусловленность размера интервала данных и верхней частоты в спектре сигнала. Так, с уменьшением, как размера интервала, так и частоты наблюдается тенденция к выделению все более тонких деталей сигнала, в рассматриваемом примере – деталей мультипликативной помехи. Это позволяет посредством изменения размера интервала данных осуществлять своеобразный частотно-временной анализ наблюдаемых последовательностей.

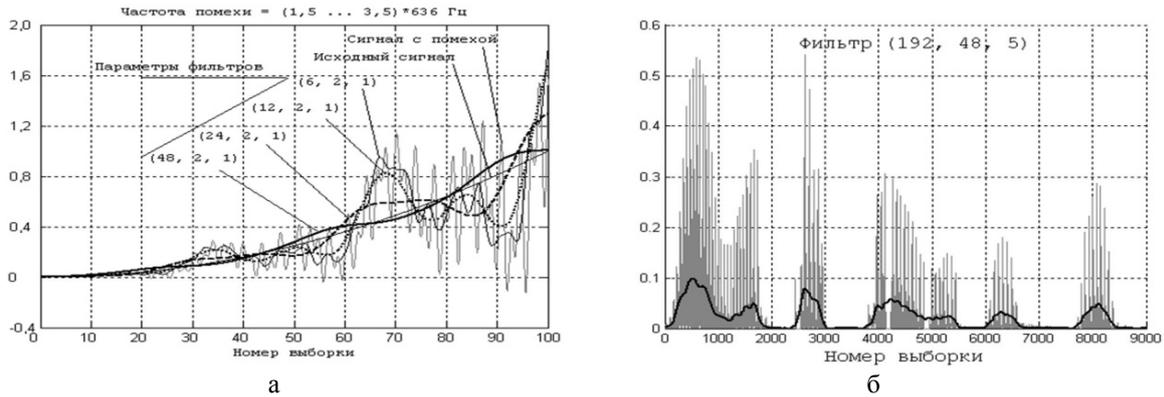


Рис. 2. а) сглаживание сигнала при разных размерах интервала данных и при формирующей частоте помехи 636 Гц; б) график интенсивности отрезка речевого сигнала, формируемой фильтром (192, 48, 5)

### Литература

1. Катковник В.Я. Непараметрическая идентификация и сглаживание данных: метод локальной аппроксимации. – М.: Наука, 1985. – 336 с.
2. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. – М.: Наука, 2003. – 291 с.
3. Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. Вопросы параметрического представления нестационарных сигналов // Проектирование и технология электронных средств, 2010, № 1, с. 31 – 35.

## МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кузнецов П.С., Федотов К.Д.  
г.Москва, НИУ ВШЭ

Рассмотрен метод идентификации параметров посредством минимизации, приводящий к оценке квадратичных форм.

### Parameter identification method for dynamical systems. Kuznetsov P., Fedotov C.

Parameter identification method using minimization leading to square form rating is considered.

Оценивание неизвестных параметров по существу эквивалентно одному из типов минимизации, что ведет к решению задачи идентификации параметров, играющей важную роль в теории управления и связи.

Допустим, что динамика системы для равноотстоящих моментов дискретного времени определяется уравнением

$$x_{i+1} = ax_i + u_i,$$

где  $x_i$  – значение переменной состояния (т.е. положение), а  $u_i$  – значение сигнала на входе в  $i$ -й момент. Будем считать, что все значения  $u_i$  – известны, кроме того, для простоты будем полагать  $x_0$  равным нулю.

Переменная  $x_i$  наблюдается при наличии ошибок измерения в виде

$$y_{i+1} = x_i + n_i \quad i = 1, 2, \dots,$$

где  $y_i$  – наблюдаемое значение,  $n_i$  – ошибка измерения. Будем полагать, что  $n_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$ , является независимыми гауссовыми случайными переменными с нулевым, средним и дисперсией  $\sigma^2$ . Таким образом, функция совместной плотности вероятности помех

$$p(n_1, n_2, \dots, n_l) = \prod_{i=1}^l \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-n_i^2/2\sigma^2} \quad (1)$$

Уравнение динамики и уравнение наблюдения удобно записывать, используя векторные обозначения. При этом будем иметь

$$y_l = x_l + n_l, \quad (2)$$

где

$$x_i = (x_1, x_2, \dots, x_l)^T$$

и где  $u_i$  и  $n_i$  определяются аналогично. Определим  $u_i$  следующим образом:

$$u_i = (u_0, u_1, \dots, u_{i-1})^T.$$

Динамика системы при этом выражается уравнением

$$Gx_i = u_i, \quad (3)$$

где  $G$  –  $(l \times l)$ -матрица, равная

$$G = I_l - aS,$$

а  $S$  – матрица, у которой элементы  $S_{i+1,i} = 1, i = 1, 2, \dots, l-1$ , а все остальные элементы равны нулю.

Получим теперь оценку  $\hat{a}$  для  $a$  по методу максимального правдоподобия; другими словами,  $\hat{a}$  должно максимизировать выражение для  $p(y_i|a)$ . Эта максимизация осуществляется в два этапа в виде

$$\max_a \max_{x_i} p(y_i|a, x_i),$$

где

$$p(y_i|a, x_i) = p(n_i = y_i - x_i). \quad (4)$$

Внутренняя максимизация ограничена условием (3). Правая часть уравнения (4) определяется уравнением (1).

Эта максимизация эквивалентна минимизации выражения показателя степени,

$$\min_a \min_{x_i} E_i$$

при условии

$$Gx_i = u_i,$$

где

$$E_i = (y_i - x_i)^T (y_i - x_i) / 2\sigma^2$$

Ограничивающее уравнение учтем с помощью множителей Лагранжа. Вводя векторный множитель Лагранжа  $\lambda_i$ , можно в следующем виде записать минимизацию показателя степени  $E_i$  относительно  $x_i$  при условии (3):

$$\min_{x_i} J,$$

где

$$J = E_i - \langle \lambda_i, Gx_i - u_i \rangle. \quad (5)$$

Полагая градиент функции  $J$  равным нулю,

$$(x_i - y_i) / \sigma^2 - G\lambda_i = 0,$$

и подставляя это выражение в (5), найдем, что

$$\lambda_i = -(GG^T)^{-1}(Gy_i - u_i) / \sigma^2.$$

Таким образом, минимальное значение функции  $J$  равно

$$J^* = (Gy_i - u_i)^T (GG^T)^{-1} (Gy_i - u_i) / \sigma^2. \quad (6)$$

Согласно определению матрицы  $G$  в (3) можно записать

$$Gy_i - u_i = (y_i - u_i - Sy_i)a$$

где  $a = (1, a)^T$ . Тогда (6) можно переписать в виде

$$J^* = a^T (y_i - u_i, -Sy_i)^T (GG^T)^{-1} (y_i - u_i, -Sy_i)a / \sigma^2.$$

Таким образом, мы установили, что при оценивании по максимуму правдоподобия целевой функцией является  $J^*$ .  $J^*$  есть функция от  $a$  с резко выраженной нелинейностью. Если  $GG^T$  аппроксимировать выражением  $(1+a^2)I_l$ , то приближенную оценку по максимуму правдоподобия можно найти минимизацией

$$\min_a a^T Ya / a^T a,$$

где

$$Y = (y_i - u_i, -Sy_i)^T (y_i - u_i, -Sy_i) =$$

$$\begin{bmatrix} \sum_1^l (y_i - u_{i-1})^2 & \sum_2^l (y_i - u_{i-1})y_{i-1} \\ \sum_2^l (y_i - u_{i-1})y_{i-1} & \sum_2^l y_i^2 \end{bmatrix}$$

Здесь целевая функция представляет собой отношение квадратичных форм.

Этот метод естественно распространяется на динамические системы, содержащие  $k$  неизвестных параметров, и на системы более общего вида, хотя, само собой разумеется, что при этом минимизация становится более трудной вычислительной задачей.

#### Литература

1. Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Федотов К.Д. Оптимизация управления параметрами метрологического обеспечения при производстве микроэлектромеханических гироскопов. / М.: Вестник Машиностроения. 2015. №5. С. 40-45.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ С РАЗРЯДНО-МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Курбанмагомедов К.Д.

*Махачкала, УВО «Институт системных технологий»*

В работе рассматривается класс объектов, называемых системой с разрядно-модульной организацией, и для этого класса объектов предлагается подход к повышению эффективности их использования на основе поддержания требуемого уровня надежности за счет диагностического моделирования в процессе эксплуатации.

**Using diagnostic modeling to improve the reliability of systems with discharging-modular organization. Kurbanmagomedov K.**

The article deals with a class of objects called systems discharging-modular organization for this class of objects, an approach to improve the efficiency of their use on the basis of maintaining the required level of reliability due to diagnostic simulation during operation

Особенностью решения задачи анализа состояния сложных технических систем с разрядно-модульной организацией (СРМО) является ее сложность, связанная с большим количеством возможных переходов между состояниями, решение одной и той же задачи в пределах одной архитектуры разными компонентами. При выяснении маршрута получения заданного результата с имеющейся точностью возникает некоторая неопределенность в идентификации состояния системы. С другой стороны, может возникнуть задача выбора варианта реализации решения с различными критериями, важным из которых является критерий обеспечения работоспособности, безотказности, живучести, а в конечном итоге требуемой надёжности СРМО.

В СРМО имеется некоторая параллельность процессов, а также невозможность их синхронизации. Причём такая ситуация характерна для функционирования структурных возможностей, но и для самого технологического процесса. Причём имеется несколько видов взаимодействия процессов, происходящих в системе:

- взаимодействие процессов в структурных компонентах;
- взаимодействие процессов в технологических операциях;
- взаимодействие процессов в технологических операциях и структурных компонентах.

Для СРМО можно отметить также следующие особенности как объекта анализа:

- более существенное влияние сбоя на состояние системы;
- возможность распространения ошибки функционирования на более верхние уровни;
- существенное влияние возникших сбоев на состояние объекта и неисправностей на качество информации, получаемой от СРМО;
- необходимость сочетания аппаратно-программного методов идентификации;
- имеет место ветвящийся прогресс распространения влияния состояния одного модуля или разряда на всю систему;
- возможность возникновения устойчивых и неустойчивых регенерирующихся процессов;
- возможность вирусобразного накопления сбоев и неисправностей, их мажоритарное влияние на состояние СРМО, переход количества накопленных сбоев и неисправностей в худшее качество функционирования системы;

- взаимовлияние технологического процесса и технологической структуры;
- наличие разрядно-модульной организации на различных уровнях иерархии системы.

СРМО можно представить в виде  $K$  модулей на определённом уровне иерархии. Каждая компонента(модуль) имеет вектор параметров  $e \in E$ . Таким образом, имеем структуру  $(K, e, t)$  до времени  $t_0$ .

Пусть имеется множество функций  $\varphi$ , характеризующих ТП и Тстр, обладающих свойствам  $\Phi_i, \Phi_j \in \Phi$  и  $\Phi_i \cap \Phi_j = \emptyset$ . Это семейство функций может быть не привязано к отдельной компоненте или реализации ТП. По [1] структуры из  $K$  компонент на верхнем уровне  $t$  может быть проявлено пространством соотношений  $S^t$ , которое определено как подмножество прямого произведения множеств состояний  $i$ -компоненты  $S_1^t \times \dots \times S_k^t$ . В свою очередь, пространство состояний  $K$ -й компоненты ( $k=1, \dots, K$ ) есть подмножество прямого произведения множеств состояний компонент более низкого уровня  $(t-1)$ :  $S_k^t \in S_1^{t-1} \times \dots \times S_j^{t-1}$ .

ТП и Тстр можно проводить в виде  $(\Phi, A)$ , где  $\Phi$ - множество реализуемых функций,  $A$  – характеризует свойства реализуемого процесса или структуры. Для любого ТП и Тстр можно представить семейство реализуемых функций, называемых признаками реализуемого процесса или структуры. Для каждого процесса и структуры существует разрешённый набор признаков и их разрешенные сочетания. Множество признаков могут характеризовать или не характеризовать ту или иную реализацию, но их логическое сложение истинно, если они реализуют данный ТП и Тстр. При анализе ТП и Тстр сформированная структура характеризуется множеством признаков.

Процесс моделирования охватывает весь жизненный цикл таких сложных технических объектов как системы с разрядно-модульной организацией, для которых с точки зрения диагностического моделирования характерны[2]:

- модульный принцип создания архитектуры системы;
- сочетание цифровых и аналоговых способов предоставления информации;
- распределенный способ обработки и сбора управляющей и диагностической информации;
- большой диапазон разрядного представления цифровой информации в различных модулях, входящих в систему;
- разнообразие методов и режимов обеспечения требуемой надежности на этапе эксплуатации;
- наличие множества режимов функционирования системы и вследствие этого сложный алгоритм функционирования, управления и обработки информации.

Вследствие этого в [3] предложены механизмы диагностического моделирования как на этапе проектирования и производства, так и на этапе эксплуатации системы. В общем случае диагностическое моделирование на этапе проектирования сведено к созданию диагностического обеспечения, используемого в дальнейшем на различных этапах производства и эксплуатации. В первом случае оно используется для организации выходного контроля составных частей изделий и всего изделия в целом, для приемо-сдаточных испытаний, а также входного контроля готовых модулей, и наконец, отработки надежности.

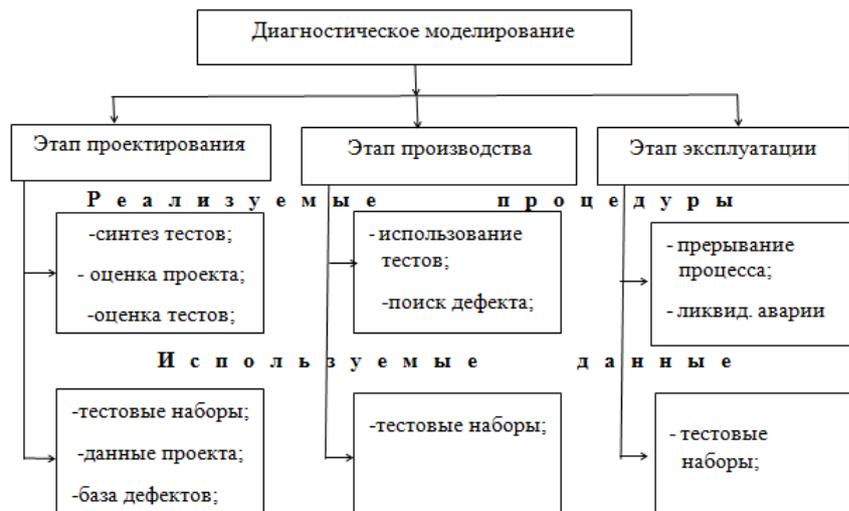


Рис. 1

На этапе эксплуатации результаты диагностического моделирования используются при ликвидации внештатных и аварийных ситуаций за счет остановки объекта при возникновении в нем объекта, при планово-профилактических проверках, при предпусковых испытаниях и проверках(рис.1).

Из рис. 1 следует, что процесс диагностического моделирования и результат его реализации сопровождается этапами проектирования и производства. На этапе эксплуатации имеет место вынужденная остановка объекта и прерывание его функционирования. Это в свою очередь приводит к ухудшению количественных показателей надежности объекта и, в конечном итоге, к ухудшению показателей эффективности функционирования объекта. При этом на этапе проектирования созданное диагностическое обеспечение может быть использовано для достижения требуемого уровня надежности проектируемого объекта [3] за счет оценки полноты тестовых последовательностей, оценки процента скрытых или неразличимых неисправностей, правильности функционирования объекта при иных воздействиях, оценки его контролепригодности и тестируемости. На последующих этапах жизненного цикла возможно лишь использование разработанного диагностического обеспечения с целью контроля и диагностики объекта по принципу «годен-негоден» или поиска местонахождения неисправности. Однако, известно [4], что одним из главных критериев эффективности использования объекта является:

- стоимость проверки и величина издержек от обнаруженных неисправностей;
- величина стоимости и длительность времени восстановления надежности, продление срока эксплуатации и продление сроков достижения предельного состояния;
- оптимизация процесса восстановления объекта при возникновении неисправностей.

Использование всей информации необходимо для удовлетворения заданным требованиям. Использование проектной информации позволит достичь требуемых показателей. Структура системы моделирования и принятия решений представлена на рис. 2.

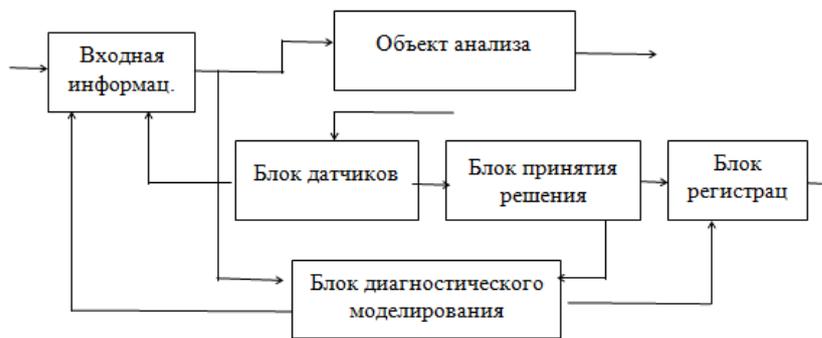


Рис. 2.

Следует отметить, применение такой структуры основано на высокопроизводительных аппаратных вычислениях с распараллеливанием процесса обработки информации.

#### Литература

1. Топорков В.В. Модели и методы системного синтеза.-М.:Изд-во МЭИ, 1999.-64с.
2. Курбанмагомедов К.Д., Еланцев А.В., Маркелов В.В., Набиуллин А.Н.
3. Методы и средства автоматизированного контроля испытаний электронной аппаратуры. Часть 2 Анализ и обеспечение контроля и тестопригодности ЭА. - Издательство МГТУ 1992 г. 132 с.
4. Курбанмагомедов К.Д., Чеканов А.Н. Применение методов теории нечетких множеств в САПР цифровых устройств. Труды МВТУ 1984, № 415 , с.17-23.

### МЕТОД СУММАРНОЙ АПРОКСИМАЦИИ РЕШЕНИЯ СЕТОЧНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ

Левченко М.Н. Тетруашвили Е.В.  
Таганрог, Южный федеральный университет

We concentrate our attention on the use of local two-dimensional splitting schemes for solving general formulation of the problem (with the discontinuous coefficient of thermal diffusivity) about temperature distribution in closure element of boiler unit that can have discontinuity in the places of welds with pipes (mechanical core), and also with the difference of thermal properties of pipe material and pack-offs with terminal conditions of the first – third type.

Для решения многомерных параболических и гиперболических уравнений в произвольных областях весьма плодотворным является метод суммарной аппроксимации [1]. Построение экономичных аддитивных разностных схем стало возможным в результате замены многомерной дифференциальной задачи последовательностью дифференциальных задач меньшей размерности и перехода от понятия аппроксимации в классическом смысле к более общему понятию суммарной аппроксимации.

По сравнению с сеточными эллиптическими уравнениями, возникающими при аппроксимации стационарных задач, сеточные операторы двумерных уравнений теплопроводности обладают некоторыми благоприятными для применения итерационных методов свойствами, к числу которых следует отнести, в первую очередь, наличие диагонального преобладания в матрице оператора, тем большего, чем меньше величина временного шага и хорошего начального приближения к решению при переходе на следующий временной слой, в качестве которого может быть выбрано решение, полученное на предыдущем временном слое (начальное условие для первого временного слоя).

Особенностями задач теплового расчета конструкций (ТРК) для нестационарных режимов являются:

- необходимость многократно ( $10^2 - 10^4$  раз) решать сеточные эллиптические уравнения для определения функции температуры;
- высокий порядок системы разностных уравнений, который в реальных задачах может составить  $10^4 - 10^6$ ;
- существенный разброс или даже разрыв коэффициентов уравнений.

Следствием двух последних особенностей разностных аппроксимаций задач ТРК является плохая обусловленность соответствующих систем алгебраических уравнений. Перечисленные выше особенности задач ТРК делают актуальной разработку алгоритмов, которые бы позволили уменьшить число итераций, а также решать плохо обусловленные системы разностных уравнений, либо увеличить временной шаг.

Рассмотрим смешанную задачу Коши для уравнения теплопроводности вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_1} \left( k_1(x_1, x_2) \cdot \frac{\partial u}{\partial x_1} \right) + \frac{\partial}{\partial x_2} \left( k_2(x_1, x_2) \cdot \frac{\partial u}{\partial x_2} \right) + f(x_1, x_2, t)$$

$$u = u(x, t), \quad x = (x_1, x_2) \in G, \quad u(x, t) = \mu(x, t), \quad x \in \Gamma, \quad t > 0, \quad \bar{G} = G \cup \Gamma,$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \bar{G} \quad (1)$$

где  $u = u(x, t)$  - функция температуры, которую необходимо определить в области  $G$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  - коэффициенты теплопроводности (температуропроводности), в координатных направлениях  $Ox_1$  и  $Ox_2$  соответственно, которые могут сильно меняться в зависимости от переменных  $x_1$  и  $x_2$  или даже терпеть разрыв на цилиндрических поверхностях вида  $S = \{\gamma(x_1, x_2) \times (-\infty < x_3 < +\infty)\} \cap \bar{G}$ ,  $\gamma$  - кусочно-гладкая (плоская) кривая. Типична ситуация, когда область  $G$  является цилиндрической, на боковой поверхности и на одном из оснований которой задаются граничные условия второго-третьего рода, а на втором основании - первого рода. Далее для простоты будем рассматривать случай граничных условий первого рода.

Рассматриваемый алгоритм базируется на идее алгоритма Р.П. Федоренко [1] решения сеточных эллиптических уравнений на верхнем временном слое, к которым сводится после аппроксимации неявной схемой задача (1) с соответствующими граничными условиями. В отличие от известного многосеточного метода данный алгоритм ориентирован на использование одной вспомогательной сетки; в качестве итерационного метода применяется метод верхней релаксации со специально задаваемым значением релаксационного параметра, обеспечивающим заданные спектральные свойства оператора перехода (шага) итерационной процедуры. Применение одной вспомогательной сетки в реальных задачах ТРК обусловлено необходимостью сохранения информации о положении поверхностей разрыва коэффициентов  $k_1$ ,  $k_2$ , как в основной, так и во вспомогательной задачах.

Перейдем к описанию алгоритма метода без его детального теоретического обоснования, что потребовало существенного увеличения объема. В прямоугольнике  $G$  наряду с основной, в общем случае неравномерной сеткой  $\hat{\omega}_h$ , имеющей соответственно  $N_1$  и  $N_2$  шагов по координатным направлениям  $Ox_1$

и  $Ox_2$  соответственно ( $N_1$  и  $N_2$  - четные), построим вспомогательную сетку  $\hat{\omega}_{2h}$ , имеющую  $\frac{N_1}{2}$  и  $\frac{N_2}{2}$

шагов по направлениям  $Ox_1$  и  $Ox_2$  соответственно. Далее символом " ' " будем помечать сеточные

функции, определенные на вспомогательной сетке  $\hat{\omega}_{2h}$ . Запишем систему разностных уравнений, аппроксимирующих задачу (1) в операторном виде  $A \overset{o}{y} = f$ , (2)

где  $\overset{o}{y}$  - сеточная функция температуры, обращающаяся в 0 на границе области G.

Выполним  $n_1(\varepsilon)$  итераций со значением релаксационного параметра  $\omega = \omega_1 = \frac{16 - \sqrt{192}}{2}$ ,  $\omega_1 \approx 1,072$  для системы уравнений (2) на основной сетке  $\hat{\omega}_h$ ,

где  $n_1(\varepsilon) = -\frac{\ln \frac{1}{\varepsilon}}{\ln(\rho)}$ ,  $\rho = \left( \frac{1 - \sqrt{\eta}}{1 + \sqrt{\eta}} \right)^{\frac{1}{2}}$ ,  $\eta = \frac{1}{2\Delta}$ ,  $\Delta$  - постоянная, удовлетворяющая операторному

неравенству  $\left( L + \frac{1}{2}D \right) D^{-1} \left( U + \frac{1}{2}D \right) \leq \frac{\Delta}{4} A$ , U - верхняя треугольная матрица.

Определим на сетке  $\hat{\omega}_{2h}$  невязку  $r'_n$ , для уравнения (2) после  $n_1$  итераций

$$r'_n = A \overset{o}{y}'_{n_1} - f'. \quad (3)$$

Определим оптимальное на сетке  $\hat{\omega}_{2h}$  значение релаксационного параметра  $\omega_2$

$$\omega_2 = \frac{2}{1 + \sqrt{\delta'(2 - \delta')}}}$$

для системы

$$A' w' = r'_{n_1}, \quad (4)$$

где в качестве  $\delta'$  можно взять  $\delta' = \min_{x_2} \frac{1}{\chi'_1(x_2)} + \min_{x_1} \frac{1}{\chi'_2(x_1)}$ ,  $(x_1, x_2) \in \hat{\omega}_{2h}$ ,

где

$$\chi'_1(x_2) = \max_{x_1} V'^{(1)}(x_1, x_2), \quad \chi'_2(x_1) = \max_{x_2} V'^{(2)}(x_1, x_2),$$

$V'^{(1)}, V'^{(2)}$  - решения задач вида

$$\left( k'_1 \cdot V'_{\bar{x}_1} \right)_{\bar{x}_1} - \frac{1}{2\tau} V'^{(1)} = -b', \quad (h'_1)_1 \leq x_1 \leq l_1 - (h'_1)_{N_1/2},$$

$$V'^{(1)}(x_1, x_2) = 0, \quad x_1 = 0, \quad x_1 = l_1; \quad (h'_2)_1 \leq x_2 \leq l_2 - (h'_2)_{N_2/2},$$

$$\left( k'_2 \cdot V'_{\bar{x}_2} \right)_{\bar{x}_2} - \frac{1}{2\tau} V'^{(2)} = -b', \quad (h'_2)_1 \leq x_2 \leq l_2 - (h'_2)_{N_2/2},$$

$$V'^{(2)}(x_1, x_2) = 0, \quad x_2 = 0, \quad x_2 = l_2; \quad (h'_1)_1 \leq x_1 \leq l_1 - (h'_1)_{N_1/2}$$

$$b = b(x_1, x_2) = \frac{1}{(h'_1)_i} \cdot \left( \frac{(k'_1)_{i-\frac{1}{2}, i_2}}{(h'_1)_i} + \frac{(k'_1)_{i+\frac{1}{2}, i_2}}{(h'_1)_{i+1}} \right) + \frac{1}{(h'_2)_{i_2}} \left( \frac{(k'_2)_{i, i_2-\frac{1}{2}}}{(h'_2)_{i_2}} + \frac{(k'_2)_{i, i_2+\frac{1}{2}}}{(h'_1)_{i_2+1}} \right) + \frac{1}{\tau}$$

Приближенно (с точностью  $\varepsilon$ ) решим уравнение (4) методом верхней релаксации с найденным

значением релаксационного параметра  $\omega_2$  за  $n_2$  итераций, где  $n_2 = n_2(\varepsilon) = \ln \frac{1}{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{\Delta'}{\delta'}}$ .

В результате в составе погрешности и невязки появятся высокочастотные гармоники; низкочастотные гармоники останутся примерно теми же.

Выполним  $n_3$  итераций с релаксационным параметром  $\omega_1$  для уравнения  $A \bar{y} = \bar{f}$  и, тем самым, погасим высокочастотные гармоники в составе погрешности. Поскольку  $\|\bar{r}\| \leq \|r\|$ , где  $r$  – невязка для уравнения (2) до начала итерационного процесса, то  $n_3$  можно принять равным

$$\ln \frac{1,5}{\varepsilon} / \ln \left( \frac{1}{\rho} \right). \quad \text{Полученная сеточная функция } \bar{y}_3 \text{ и будет решением системы (2)}$$

заданной точностью  $\varepsilon$ .

Общее количество итераций для всех узлов сеток  $\hat{\omega}_h$  и  $\hat{\omega}_{2h}$  будет

$$n_0 \approx 0,64 \left[ 0,125 + \frac{1,44}{N} \right] N(N-1)^2 \cdot \ln \frac{1}{\varepsilon}.$$

Замечая, что для обычного метода верхней релаксации общее количество итераций для всех (внутренних) узлов сетки  $\omega_h$  есть  $\approx 0,64 \cdot N \cdot (N-1) \ln \frac{1}{\varepsilon}$  получаем, что в данном случае

выигрыш приблизительно составит  $\frac{8N}{N+12}$  раз.

#### Литература

1. Федоренко Р.П. Итерационные методы решения разностных эллиптических уравнений. Успехи математических наук, т. 18, вып.2,1973, с. 121-181.
2. Самарский Ф.Ф., Николаев Е.Н. Методы решения сеточных уравнений. М. Наука, 1978, 592 с.
3. Сухинов А.И.. Двумерные схемы расщепления и некоторые их приложения.// М., МАКС Пресс, МГУ, 2005, 408 с.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ТЕЛЕКОНТРОЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ловцов Д. А., Лобан А. В.  
Москва, ИТМиВТ им. С. А. Лебедева РАН

Рассматриваются технология многоуровневой (стратифицированной) распределённой автоматизированной переработки контрольно-измерительной информации в АСУ космическими аппаратами на основе проблемно-ориентированного варианта системного подхода и соответствующая логическая структура комплекса моделей и алгоритмов, обеспечивающего поиск рациональных решений задачи распределённой переработки. Приводятся результаты натурного моделирования.

#### **Information technology of the stratification remote control of spaceships. Lovtsov D., Loban A.**

Technology of the measurement data distributed polylevel (stratification) computer processing in the automated control system of spaceships, based on system approach problem-oriented variant, and agreeing logical structure of models and algorithms complex, which supports rational decisions founding of distributed processing task are considered. Are the result of the simulation.

Одним из возможных путей сокращения времени переработки контрольно-измерительной информации (КИИ) в АСУ космическими аппаратами (КА) является рациональное *ситуационное распределение* частных задач переработки информации (ЗПИ) между комплексами средств автоматизации (КСА) центрального (ЦЭ) и периферийных элементов (ПЭ) с использованием диалоговых человеко-машинных режимов взаимодействия операторов [1]. Для наблюдаемого объекта всегда можно определить его техническое и функциональное состояние по данным, содержащимся в КИИ. Анализ взаимосвязей параметров-признаков, группы которых используются для решения задач наблюдения отдельных бортовых подсистем (БПС) КА, позволил обосновать обобщённую математическую структуру многоуровневой (стратифицированной) переработки КИИ:



$$\left\{ \begin{array}{l} W_j^* : A_j^{*(p)} \rightarrow \{1, 2, \dots, n_j^{(p)}\}; W_j^* \in W^*; \\ A_j^{*(p)} = \bigcup_i a_{ij}^{*(p)}; A^{*(p)} = \bigcup_j A_j^{*(p)}; A_{in} = \bigcap_p A^{*(p)}; \\ i = \overline{1, n_j^{(p)}}; j = \overline{1, N}; p = \overline{1, P}; \end{array} \right. , \quad (3)$$

при которых обеспечивается экстремум заданного глобального для АСУ КА комплексного показателя

$$F(W^*) = \min_W \sum_p \sum_j \sum_i [C(a_{ij}^{(p)}) + \beta_j^{(p)} V(a_{ij}^{(p)})] x_{ijp} , \quad (4)$$

где  $C(a_{ij}^{(p)})$  – обобщённые затраты на переработку КИИ алгоритмом  $a_{ij}^{(p)}$ ;  $V(a_{ij}^{(p)})$  – объём данных результатов после выполнения  $a_{ij}^{(p)}$ ;  $\beta_j^{(p)}$  – обобщённые затраты на транспортировку единичного массива информации о  $p$ -м объекте с  $j$ -го элемента сети КСА;  $W_j^* \in W^*$  – оптимальный вариант распределения ЗПИ для  $j$ -го элемента сети КСА;  $W^*$  – множество оптимальных вариантов распределения ЗПИ сети КСА;  $x_{ijp}$  – переменная, равная: 1 – если  $i$ -я операция по  $p$ -му объекту выполняется на  $j$ -м элементе сети; 0 – в противном случае.

При этом должны выполняться специфические ограничения, определяющие требования к подсистеме распределённой переработки КИИ:

$$P_B \leq P_B^{(l)} , \quad (5)$$

$$R_r(a_{ij}^{(p)}) \geq R_s^{(l)} , \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j^{(p)}} x_{ijp} = 1, \quad p = \overline{1, P} , \quad (7)$$

$$\sum_i r_c(a_{ij}^{(p)}) \leq R_{cj}^{(p)}; a_{ij}^{(p)} \in A_j^{*(p)}; i = \overline{1, n_j^{(p)}}; p = \overline{1, P}, \quad (8)$$

где:  $P_B$  – вероятность искажения одного бита данных при передаче КИИ по каналу связи;  $P_B^{(l)}$  – заданный уровень достоверности передачи КИИ;  $R_r(a_{ij}^{(p)})$  – достоверность результатов переработки КИИ после выполнения  $a_{ij}^{(p)}$ ;  $R_s^{(l)}$  – заданный уровень достоверности переработки КИИ;  $r_c(a_{ij}^{(p)})$  – расход ресурса при выполнении ЗПИ  $a_{ij}^{(p)}$ ;  $R_{cj}^{(p)}$  – ресурс  $j$ -го элемента сети КСА, выделяемый для  $p$ -го объекта.

Условия (5) и (6) задают требования к достоверности передачи и переработки информации в сети КСА, соответственно. Ограничение (7) требует обязательное выполнение всех ЗПИ на средствах сети. Условие (8) ограничивает количество ЗПИ, подлежащих выполнению в одном конкретном элементе сети КСА при распределённой переработке информации.

Решение задачи (3) – (8) разнесено в пространстве и во времени и принимается в условиях меняющейся обстановки; она классифицируется как задача иерархического многоэтапного стохастического программирования комбинаторного типа. Большая размерность и сложность задачи исключают возможность её прямого решения на современных комплексах. Поиск решения можно осуществить на основе проблемно-ориентированного варианта (с акцентированием внимания на *принципе ситуационности*) системного подхода [2] путём её формально-логической декомпозиции на совокупность подзадач меньшей («практической») размерности [3].

### Литература

1. Лобан А. В., Ловцов Д. А. Метод распределённой переработки телеметрической информации в сети АСУ // Автоматика и Телемеханика. – 1995. – № 5. – С. 150 – 160.
2. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус. – М.: Наука, 2005.
3. Ловцов Д. А., Лобан А. В. Новая эффективная технология распределённой переработки измерительной информации в АСУ космическими аппаратами // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. – 2014. – № 4. – С. 81 – 88.

## К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ СИНХРОННЫХ МАШИН ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Лоханин Е.К., Гараев Ю.Н., Россовский Е.Л., Глаголев В.А.  
Москва, ООО Институт Энергосетьпроект

В статье развиваются научные положения математического моделирования синхронных машин продольно-поперечного возбуждения (**СМ ППВ**), опубликованные ранее [1,2]. Принципиальное отличие данной статьи от предшествующих, в том числе в журнале «Электротехника» 2010, №2, состоит в том, что в них **СМ ППВ** и их системы регулирования необоснованно представляются асинхронизированными (**АСМ**). Задачей настоящей публикации является устранение этого ошибочного представления

**To a question of modeling synchronous direct and quadrature axis machines. Lochanin E., Garaev U., Rossovsky E., Glagolev V.**

Existing synchronous direct axis excitation machines not always allow to fully solve the problems of stability and reliability in steady and transient modes of power supply systems. Much better technical characteristics of synchronous direct and quadrature axis excitation machines (SM DQE), especially in the modes of reactive power consumption. The presence on the SM DQE rotor two field windings allows under certain laws of excitation systems to ensure independent control of electromagnetic moment and stator voltage.

Введение.

Как показал опыт эксплуатации, синхронные машины продольно-поперечного возбуждения (**СМ ППВ**) имеют следующие основные преимущества перед традиционными **СМ** продольного возбуждения (**ПВ**):

- обеспечивают устойчивость режимов при глубоком потреблении реактивной мощности.
- обеспечивают повышенные пределы по статической и динамической устойчивости.
- способствуют интенсивному демпфированию колебаний ротора и связанных с ними колебаний режимных параметров.
- устраняют все виды самовозбуждения при работе с емкостным сопротивлением в цепи статора.
- обеспечивают более устойчивую работу на протяженных линиях электропередач.

### 1. Терминология и классификация синхронных машин продольно-поперечного возбуждения и асинхронизированных синхронных машин.

**СМ ППВ** выполняются в двух вариантах: с симметричными (одинаковыми) обмотками возбуждения и с несимметричной системой обмоток возбуждения. У неявнополюсных **СМ ППВ** возможно размещение на роторе как симметричных, так и несимметричных обмоток возбуждения, а у явнополюсных – только несимметричных.

При несимметричных обмотках рабочее поле возбуждения в основном создается продольной обмоткой, а поперечная обмотка выполняет функции управляющей. Такие обмотки получили название управляющих поперечных обмоток (**УПО**), намагничивающая сила (**НС**) которых составляет около (5÷10)% от **НС** продольной обмотки возбуждения. При этом размещение **УПО** становится возможным без сколько-нибудь существенного увеличения размеров роторов этих машин по сравнению с таковыми **СМ** одноосного возбуждения.

Устойчивость **СМ ППВ** характеризуется, как и у обычных **СМ** одноосного возбуждения, углом сдвига ротора  $\delta$ . Однако зависимости электромагнитного момента от угла  $\delta$  у **СМ ППВ** и **СМ ПВ** различны.

Электромагнитный момент для **СМ ППВ** [3] представляется как:

$$M_3 = \frac{E_q U}{X} \sin \delta + \frac{E_d U}{X} \cos \delta = \frac{E_\Sigma U}{X} \sin(\delta + \alpha), \quad (1)$$

где:  $E_\Sigma = \sqrt{E_q^2 + E_d^2}$  - модуль суммарной ЭДС;

угол  $\alpha = \arctg \frac{E_d}{E_q}$  определяет соотношение ЭДС, пропорциональных

тока в обмотках ротора.

Для **СМ ПВ** электромагнитный момент определяется известной угловой характеристикой, а именно:

$$M_3 = \frac{E_q U}{X} \sin \delta$$

К настоящему времени у нас в стране создан и введен в успешную эксплуатацию ряд синхронных турбогенераторов (**СТГ**) как с симметричными обмотками возбуждения (**СОВ**), так и с **УПО** на роторе. В частности, в России введен в эксплуатацию в Мосэнерго один синхронный турбогенератор мощностью 110 МВт с воздушным охлаждением с **СОВ** на роторе а также четыре **СТГ** с **УПО** на роторе: три машины мощностью 160 МВт на ТЭЦ №23 и №21 и одна машина мощностью 320 МВт на Каширской ГРЭС. Ранее на Украине в Львовэнерго на Бурштынской ГРЭС были введены в эксплуатацию два синхронных турбогенератора с **СОВ** на роторе мощностью 200 МВт с водородным охлаждением.

Кроме того, на подстанции Бескудниково Мосэнерго введены два неявнополюсных синхронных компенсатора с **УПО** на роторе мощностью 100 МВА. Следует заметить, что все вышеуказанные **СТГ ППВ** в [4] необоснованно представлены как **АСМ**.

В России научно-технические исследования **СМ ППВ** как с **СОВ**, так и с **УПО** на роторе проводились преимущественно во ВНИИЭ, а именно: **СТГ** с **СОВ** - под руководством Ботвинника М.М. и затем Шакаряна Ю.Г., а **СТГ** с **УПО** – под руководством Каспарова Э.А.

Следует отметить, что терминология и классификация **СМ ППВ**, в частности турбогенераторов, как у нас, так и за рубежом совпадают. Вместе с тем в отдельных публикациях, в частности в [4], предпринимается попытка переклассифицировать **СМ ППВ** в **АСМ** вопреки их основным свойствам и конструктивному исполнению. Это является некорректным и вводит читателя в заблуждение относительно основных нормальных режимов работы этих машин.

Одно из основных отличий **СМ ППВ** от **АСМ** состоит в том, что обмотки возбуждения последней питаются от источника напряжения переменного тока, амплитуда и частота которого изменяется в соответствии с заданным законом управления [5÷7]. В то время как питание обмоток возбуждения **СМ ППВ** осуществляется от регулируемого источника напряжения постоянного тока.

Отмеченное выше различие видов тока возбуждения **СМ ППВ** и **АСМ** предопределяет разный характер изменения рабочего поля возбуждения и соответственно их основные свойства и конструктивное исполнение.

**АСМ** имеет неявнополюсный и шихтованный ротор с **СОВ**. Это обусловлено работой **АСМ** в нормальном режиме со скольжением не равным нулю (с несинхронной частотой вращения) и необходимостью создания при этом вращающегося кругового поля возбуждения. Следует отметить, что у **СМ ППВ** с **УПО** на роторе в силу их конструктивных особенностей не может быть создано круговое вращающееся поле возбуждения.

Однако, именно создание кругового вращающегося поле возбуждения предопределяет возможность асинхронизации машины, при которой электромагнитный момент и устойчивость режимов работы зависят не от угла сдвига ротора  $\delta$ , а от скольжения  $S$ . Последнее становится возможным при использовании предложенных в работах Ботвинника М.М., Блоцкого Н.Н и Фези-Жилинской М.С. [5, 6] гармонических (тригонометрических) функций **АРВ**.

При выбранных в [7] гармонических функциях было получено выражение электромагнитного момента  $M_3$ , зависящее от скольжения  $S$  (обозначения общепринятые):

$$M_3 = \frac{U^2}{X} \frac{s \omega_s}{1 + s^2} \frac{\mu_T T}{\omega_s^2 \sigma^2 T^2} + \frac{U}{X} K_{ou}. \quad (2)$$

Первое слагаемое в правой части (2) представляет асинхронную составляющую момента, что предопределяет устойчивость такой машины по скольжению  $S$ .

Отметим также, что первые в мире асинхронизированные синхронные гидрогенераторы мощностью 50 МВА были созданы в СССР под научным руководством М.М. Ботвинника в 1961г. для Иовской ГЭС в Колэнерго.

В настоящее время они демонтированы по сроку эксплуатации.

За рубежом (Япония, Германия и др.), как известно, **АСМ** стали применяться несколько позднее, но достаточно широко в качестве асинхронизированных генераторов-двигателей на гидроаккумулирующих электростанциях.

2. Сопоставительные расчеты переходных процессов в генераторах с продольно-поперечным и продольным регулированием.

Аналізу подлежали два генератора **ППВ** Бурштынской ГРЭС с их системами **АРВ**, которые по своим характеристикам являются синхронными. Однако в [4] те же генераторы представляются как

асинхронизированные. Такое утверждение противоречит описанию АСМ, разработанной М.М. Ботвинником [6] стр. 122.

На рис.1 показано изменение скольжений генераторов ППВ и обычных генераторов ПВ в течение переходного процесса, вызванного 3-х фазным КЗ. Указанные расчеты проводились с повышенной точностью. Как видно из рис. 1, значения скольжений роторов этих машин устанавливаются одинаковыми - равными нулю. Аналогичные результаты были получены и для других режимов работы указанных генераторов.

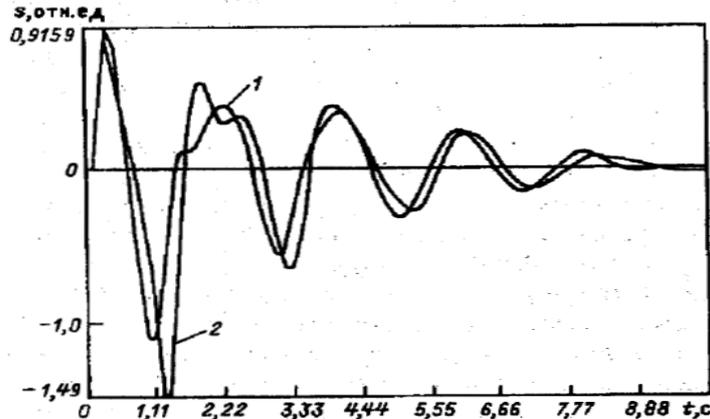


Рис. 1. Изменение во времени скольжений генераторов с продольно-поперечным регулированием (1) и продольным регулированием (2) при КЗ с последующим отключением линий.

Таким образом, это не частный, а общий случай работы исследуемых генераторов с одной и той же установившейся синхронной частотой.

Более того, исследуемые генераторы характеризуются устойчивостью по углу, свойственной синхронным машинам. Следует также отметить, что эти машины считаются синхронными за рубежом [8,9].

Таким образом, два генератора Бурштынской ГРЭС с исследуемой системой регулирования обладают классическими свойствами синхронных, а не асинхронизированных генераторов, как это утверждают авторы [4].

Указанные авторы относят также к классу АСМ и СМ ППВ с УПО на роторе, полностью игнорируя классическое определение АСМ, данное М.М. Ботвинником, а именно: «машину с характеристикой синхронного момента, определяемой по скольжению, будем сокращенно называть АСМ (асинхронизированная синхронная машина), где термин асинхронизированная указывает на возможность работы со скольжением» в установившемся режиме ([6], стр. 121).

О создании же кругового вращающегося поля возбуждения, требуемого для АСМ, применительно к СМ ППВ с УПО на роторе, как было отмечено в разделе 1, говорить бессмысленно. Следует отметить, что принятая авторами [4] ошибочная терминология АСМ введена ими в методические указания по применению асинхронизированных турбогенераторов[10].

Выводы.

1. Представлены основные отличия синхронных машин продольно-поперечного возбуждения (СМ ППВ) от асинхронизированных машин (АСМ).
2. На основании проведенных исследований и анализа результатов расчетов показано, что синхронные турбогенераторы ППВ Бурштынской ГРЭС и их системы регулирования в [4] необоснованно представляются асинхронизированными: эти генераторы отличны от АСМ, а их система регулирования возбуждения свойственна СМ ППВ.

#### Литература.

1. Лоханин Е.К., Мамиконянц Л.Г. Еще раз о математическом моделировании синхронных и асинхронизированных машин при анализе процессов в энергосистемах. — Электричество, 2000, №2.
2. Лоханин Е.К., Лохматов А.П., Мамиконянц Л.Г., Скрыпник А.И. Моделирование асинхронизированного турбогенератора. — Электричество, 2001, №6.
3. Каспаров Э.А. Новые режимные возможности синхронных машин в энергосистемах. Спутник+, М. 2011г.
4. Шакарян Ю.Г., Лабунец И.А., Плотникова Т.В., Сокур П.В. и др. Разработка и перспективы применения новых типов турбогенераторов с векторной системой управления возбуждением. «Электротехника» 2010, №2.
5. Ботвинник М.М., Фези-Жилинская М.С. Регулирование возбуждения синхронных машин в продольной и поперечной осях ротора. Труды ЦНИЭЛ. Выпуск 6. М. Госэнергоиздат. 1957г.

6. Блоцкий Н.Н., Ботвинник М.М. Асинхронизированные синхронные машины. Труды ВНИИЭ №9, Госэнергоиздат 1959г.
7. Ботвинник М.М. Асинхронизированная синхронная машина. Госэнергоиздат. М. 1960
8. Malik O.P. et al. Dual-excited synchronous machines - characteristics and application in the large power system. J.Inst.Eng.(India) Elec. Eng. Div, 1975,56,№1.
9. Andrew Y., Vitaly Y. Pulse controlled thyristor excitation regulator for a two – axis synchronous machine. «IEEE Con/Rec. 9<sup>th</sup> Annu. Meet IEEE Ind APPL.Soc., Pittsburg, Pa, 1974, Part 1», New York, N.Y., 1974.
10. Лабунец И.А., Лохматов А.П., Шакарян Ю.Г. и др. Методические указания по применению асинхронизированных турбогенераторов на реконструируемых, расширяемых и вновь строящихся тепловых электростанциях различных типов. – Изд-во ВНИИЭ РАО «ЕЭС России», М, 1996.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАЧАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ НЕЧЕТКИХ С-СРЕДНИХ**

Губарев В.В., Ляшев Б.В.  
*Новосибирск, НГТУ*

Множеством исследователей было доказано, что сегментация изображений, содержащих размытые элементы, наилучшим образом решается алгоритмом нечеткой кластеризации. В этой статье представлен иной подход к сегментации изображений методом нечетких с-средних. Использован aiNet иммунный алгоритм для предобработки данных, а именно, для генерации антител с наибольшим значением аффинности между различными наборами данных. В нем полученный результат передается методу нечетких с-средних как значение центроидов, для того чтобы получить лучшее начальное внутрикластерное расстояние в сравнении со случайно сгенерированными центроидами.

### **The application of the artificial immune network for primary solutions in the image segmentation problem by fuzzy c-means algorithm. Gubarev V., Lyashev B.**

A number of researchers had proved that the segmentation of images which contain the blurred elements well solved by fuzzy clustering algorithm. This article provides a different approach to the image segmentation by fuzzy c-means. AiNet immune algorithm used to preprocess the data, namely, to generate antibodies with the highest affinity values between different data sets. If the result is passed to a fuzzy c-means algorithm as the value of centroid, in order to get the best start intracluster distance compared with a randomly generated centroids.

Сегментация изображений – это процесс разбиения изображения на несколько сегментов, согласно заранее определенному критерию общности. В качестве локальных критериев могут выступать яркость, цвет, текстура, форма контуров и им подобные. Дополнительные к ним критерии это: мера близости между пикселями (расстояние между пикселями), число сегментов, форма сегмента и т.д. Процесс сегментации является первым шагом в анализе изображений для таких областей как искусственное зрение, распознавание образов, медицина. Достоинством применения алгоритмов кластеризации для осуществления сегментации, является то, что они позволяют проводить этот процесс автоматически. Применение алгоритмов нечеткой кластеризации для сегментации изображений полезно для таких из них, в которых присутствуют объекты с размытыми контурами: результаты ультразвуковых исследований в медицине, снимки земной поверхности спутниками и т.п.

В данной работе рассматривается применение алгоритма FCM (Fuzzy-c-means) к сегментации изображений. Для получения начальных решений предлагается использовать алгоритм иммунной сети (aiNet) [1]. Как показывают расчеты это дает возможность уменьшить количество итераций выполняемых алгоритмом нечеткой кластеризации за счет исключения этапа случайной выбора начального решения. Описание основных этапов FCM можно найти в [2].

Иммунные алгоритмы имитируют работу иммунной системы человека, как адаптивной вычислительной системы, использующей модели, принципы, механизмы и функции, рассматриваемые в теоретической иммунологии, и пригодные для решения прикладных задач [3].

Впервые идеи иммунных алгоритмов появились в начале 80х годов, однако, становление их основ началось в 90х годах. Они находят применение в следующих областях: компьютерная безопасность, обнаружение аномалий во временных рядах данных, диагностика неисправностей различных систем, распознавание образов и многих других. Для решения данных задач используются следующие модели работы иммунной системы человека: клонального отбора, иммунной сети,

негативного отбора, библиотеки генов и т.д.[1] Подробную информацию по каждому из алгоритмов можно найти [4].

В нашей работе используется совмещение алгоритмов иммунной сети и клональной селекции. Для получения начальных решений задачи сегментации в алгоритме, каждая точка входных данных рассматривается как антиген. Алгоритм формирует набор антител с «наилучшим» значением аффинности, с помощью следующего набора операций.

Процедура подстройки антител к переданным на вход алгоритма антигенам производится следующим образом.

Случайно генерируется набор антител, который складывается в множество клеток памяти  $M$ . Затем повторяется следующий набор шагов.

1. Вычисление аффинности: вычислить аффинность между текущим антигеном и каждым антителом из  $M$ .

2. Клональная селекция: выбирается под последовательность антигенов с самой высокой аффинностью и клонировать их. Количество клонов пропорционально аффинности антитела, т.е. чем выше аффинность тем больше клонов.

3. «Улучшение» аффинности: мутировать каждое антитело к антигену со значением обратно-пропорциональным аффинности.

4. Повторный отбор: вычислить аффинность между каждым антителом и антигеном. Повторно выбрать подпоследовательность антител с наибольшей аффинностью и отбросить с наименьшей.

5. Подавление сети: удалить ненужные антитела и добавить оставшиеся в  $M$ .

6. Повторять 1-5 для каждого антигена. Матрица памяти  $M$  будет содержать в своих ячейках антитела, связывающие антиген.

7. Подавление в  $M$ : Устранить «не нужные» антитела.

8. Добавить новый набор значений т.е. антитела в  $M$ .

9. Повторять 1-8 пока не будет достигнуто заранее заданное количество итераций.

В контексте сегментации изображений под антигенами можно рассматривать значения цвета пикселей входного изображения. В качестве меры аффинности может выступать значение евклидовой метрики между значением цвета пикселя и центроидом. Под формируемой популяцией антител подразумеваются значения центроидов, которые после выполнения алгоритма aiNet будут переданы на вход FCM. Предобработка данных с помощью aiNet позволяет сократить количество итераций выполняемых алгоритмом FCM, за счёт исключения этапа расчета начальных решений. Приводятся примеры машинной проверки работы алгоритма и краткий свод свойств и особенностей его.

### **Литература**

1. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы вдохновленные природой: учебное пособие/ А.П. Карпенко. – Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2014. – 446 с.
2. Bezdek J. C. Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithms. - NY: Plenum Press, 1981.
3. Leandro N. de Castro Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach. — Springer, 2002. — P. 57–58.
4. Timmis J. and Knight T. Artificial immune systems: Using the immune system as inspiration for data mining// Abbass H.A., Saker R.A., Newton C.S. (Eds.) Data Mining: A Heuristic Approach. - Idea Group Publishing, 2001. - P. 209-320.

### **ОБ ИТЕРАТИВНОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ ДЕРЕВЬЕВ РЕГРЕССИИ**

Мельников Г.А.  
*Новосибирск, НГТУ*

Подавляющее большинство современных алгоритмов построения деревьев регрессии являются жадными. Все они основаны на рекурсивном разделении данных. Предлагается пересмотреть эту «традицию». Описан оригинальный итеративный метод построения деревьев регрессии с ранней остановкой, обсуждаются преимущества и недостатки рекурсивных и итеративных алгоритмов применительно к задаче построения деревьев регрессии.

#### **The benefits of iterative approach to regression tree induction. Melnikov G.A.**

The majority of modern algorithms for regression tree induction are greedy. They are all based on a recursive division of the data. We propose to revise this «tradition». The paper describes the novel iterative

method with pre-pruning for regression tree induction, discusses the advantages and disadvantages of recursive and iterative algorithms applied to the problem of regression tree induction.

Во многих задачах регрессионного анализа изучаемые объекты (явления, процессы и т.п.) имеют сложную неоднородную структуру и поэтому не могут быть адекватно описаны компактной простой моделью, построенной по всему диапазону значений данных. Одним из важных классов регрессионных моделей, позволяющих решить данную проблему, являются деревья регрессии. Они позволяют осуществить разделение входного пространства на сегменты с последующим построением для каждого из них собственной (локальной) модели и представить кусочно-заданную функцию регрессии в интуитивно понятной и наглядной форме. В таком дереве внутренние узлы содержат правила разделения пространства объясняющих переменных  $X$ ; дуги – условия перехода по ним; а листья – локальные регрессионные модели (рис. 1). Несмотря на то, что возможность применения деревьев регрессии в анализе данных была успешно продемонстрирована ещё в 1984 году [1], алгоритмам данной группы было уделено сравнительно мало внимания.

Подавляющее большинство современных алгоритмов построения деревьев регрессии являются жадными [2 – 7]. Такие алгоритмы осуществляют построение деревьев сверху вниз путем рекурсивного разделения обучающих данных. Кратко их можно описать следующим образом:

1. выбор «лучшего» разделения данных  $S$ , как правило, такого, которое обеспечивает экстремум некоторого показателя  $R$ :
  - a. выбор объясняющей переменной;
  - b. выбор точки разделения  $a$  или разделяющего множества  $A$ ;
2. разделение данных на подмножества;
3. рекурсивное применение шагов 1 – 3 к каждому из выделенных подмножеств.

Рекурсивное разделение данных очень удобно с концептуальной и алгоритмической точек зрения: исходная задача декомпозируется, подмножества разделенных данных рассматриваются независимо друг от друга и от всего решения в целом, что значительно упрощает процесс построения деревьев регрессии. Однако в этом случае возникает ряд проблем:

- Значимые улучшения при разделении данных на конкретном подмножестве могут быть ничтожными в рамках всей задачи. Поэтому использование алгоритмов ранней остановки для упрощения деревьев регрессии может приводить к неоправданному росту дерева и, как следствие, к ухудшению интерпретируемости модели, а иногда и ее адекватности.

- Алгоритмы упрощения деревьев решений на основе отсечения ветвей хорошо зарекомендовали себя. Некоторые из них были успешно применены в деревьях регрессии. Однако их использование ведет к значительным увеличениям временных затрат, т.к. они требуют построения дерева максимально возможного размера. Эта проблема особенно актуальна для деревьев регрессии, где необходимо строить огромное количество локальных моделей.

Чтобы преодолеть вышеописанные недостатки рекурсивного подхода предлагается осуществлять построение дерева пошагово путем постепенного итеративного расщепления (разделения данных) его листьев. Кратко предлагаемый метод можно представить следующим образом:

1. начать с дерева регрессии, состоящего только из корня;
2. для каждого не рассмотренного листового узла найти «лучшее» расщепление  $S$ , как правило, такого, которое обеспечивает экстремум некоторого показателя  $R$ :
  - a. выбрать объясняющую переменную;
  - b. выбрать точку разделения  $a$  или разделяющее множество  $A$ ;
3. из возможных на текущей итерации расщеплений выбрать «лучшее», в соответствии с  $R$ ;
4. если выбранное расщепление действительно (в соответствии с некоторым критерием  $Q$ ) улучшает модель, то выполнить его и перейти к шагу 2; в противном случае завершить выполнение алгоритма.

Отказ от рекурсии и переход к итерационной версии позволяют более гибко контролировать процесс построения дерева. Во-первых, на любой итерации мы имеем доступ к текущему состоянию строящегося дерева регрессии и можем проанализировать вклад каждого расщепления в общую модель еще в процессе построения дерева регрессии. Во-вторых, мы можем расщеплять листья на любой глубине и в произвольном порядке. Так, например, сначала можно осуществлять расщепление, максимально улучшающее нашу модель на всех данных. Все это дает возможность строить дерево регрессии пошагово сверху-вниз таким образом, что дерево регрессии на текущей итерации будет лучшим среди всех возможных деревьев регрессии такого же размера, которые мог бы построить жадный рекурсивный алгоритм. И, как следствие, в-третьих, становится возможным завершить процесс построения дерева регрессии в любой момент и легко внедрить алгоритмы упрощения на основе ранней остановки, анализирующие все дерево регрессии целиком. Это способствует предотвращению чрезмерного роста дерева и уменьшению времени его построения.

Метод не определяет, какие критерии (показатели) должны использоваться в качестве  $R$  и  $Q$ . Однако, как можно заметить, поиск разделения данных в конкретном узле ничем не отличается от процесса поиска в рекурсивном подходе. Поэтому в качестве  $R$  может быть использован любой из ранее предложенных [2 – 7] для построения деревьев регрессии показателей. Критерии для ранней остановки ( $Q$ ), анализирующие всю модель целиком, в теории построения деревьев регрессии не разрабатывались. В качестве перспективных направлений здесь стоит выделить:

- вычисление обобщенной ошибки модели по ошибке на проверочном множестве;
- статистические тесты;
- информационные критерии выбора моделей.

К сожалению, на сегодняшний день жадные итеративные алгоритмы построения деревьев регрессии отсутствуют. Это, по нашему мнению, является большим упущением. Использование итеративного подхода с эффективными алгоритмами ранней остановки является одним из ключевых аспектов создания масштабируемых алгоритмов построения деревьев регрессии. Наши эксперименты показывают, что в среднем, по сравнению с рекурсивным подходом с отсечением ветвей, возможно трехкратное уменьшение временных затрат при сохранении качественных характеристик получаемых моделей.

#### **Литература**

1. Breiman, L. Classification and Regression Trees / L. Breiman, J. H. Friedman, R. A. Olshen, C. J. Stone. – Wadsworth International Group, Belmont, 1984. – 259 p.
2. Quinlan J.R. Learning with continuous classes / J.R. Quinlan // Proc. AI'92, 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence. – Singapore: World Scientific, 1992. – P. 343–348.
3. Karalic, A. Employing linear regression in regression tree leaves / A. Karalic // Proceedings of the 10th European Conference on Artificial Intelligence / B. Neumann. – Vienna: Wiley, 1992. – P. 440-441.
4. Loh, W.-Y. Regression trees with unbiased variable selection and interaction detection / W.-Y. Loh // Statistica Sinica, vol. 12, 2002. – P. 361-386.
5. Dobra, A. SECRET: A scalable linear regression tree algorithm / A. Dobra, J. Gehrke // In Proceedings of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – 2002. – P. 481-487.
6. Malerba, D. Top-down induction of model trees with regression and splitting nodes / D. Malerba, F. Esposito, M. Ceci, A. Appice // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2004. – №26. – P. 612-625.
7. Vogel, D. Scalable look-ahead linear regression trees / D. Vogel, O. Asparouhov, T. Scheffer // In: Proc. of 13th ACM SIGKDD. – New York, ACM Press, 2007. – P.757–764.

#### **ЗАДАЧА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ОПЕРАЦИЙ И АЛГОРИТМ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.  
*МЭСИ, Москва*

Задачи составления расписания выполнения комплекса взаимосвязанных работ (операций) при ограничениях на используемые ресурсы часто возникают при календарном планировании операций дискретного производства, оптимизации научных, экономических или технических проектов. Методы календарного планирования включаются в системы поддержки принятия решения информационных систем многих предприятий.

Предлагаемый алгоритм отличается эффективностью, что позволяет решать с его помощью задачи большой размерности, которые обычно встречаются на практике.

#### **Scheduling problem OF COMPLEX related operations and algorithm of its solution. Berketov G., Mikryukov A., Fedoseyev S.**

Tasks scheduling performance of a complex of interrelated activities (operations) with constraints on resources used often arise in scheduling discrete manufacturing operations, optimizing the scientific, economic or technical projects. The methods included in the scheduling decision support system of information systems of many enterprises.

The proposed algorithm is efficient, allowing you to use it to solve large-scale problems that are commonly found in practice.

Пусть необходимо обслужить  $n$  требований. Обслуживание  $i$ -го требования заключается в проведении над ним комплекса из  $n_i$  упорядоченных операций;  $j$ -ю операцию над  $i$ -м требованием обозначим через  $(i, j)$ , причем, если  $(i, j)$  – операция предшествует  $(i, l)$  – операции ( $(i, j) < (i, l)$ ), то  $j < l$ . Каждая  $(i, j)$  – операция при наличии соответствующих ресурсов выполняется за время  $\tau_{ij}$ ; время ее выполнения не зависит от порядка, в котором обслуживаются требования.

Все операции над требованиями должны быть выполнены без прерывания и нарушения упорядоченности, т.е.

$$f_{ij} = S_{ij} + \tau_{ij} \quad \text{и} \quad S_{ij} \geq f_{ij} \quad \text{для} \quad j < l.$$

Здесь  $S_{ij}$  и  $f_{ij}$  – моменты начала и окончания выполнения  $(i, j)$  – операции соответственно. При обслуживании требований используется  $m$  видов ресурсов типа мощности; величина ресурса  $k$ -ого вида, необходимая для выполнения  $(i, j)$  – операции, определяется величиной  $R_{ij}^k \geq 0$ .

Суммарное требование к ресурсу  $k$ -ого вида в каждый момент времени не должно превышать величины  $R^k$  – мощности ресурса.

Расписание  $S = \{S_{ij}\}$  (или  $f = \{f_{ij}\}$ ) обслуживания требований назовем допустимым, если оно удовлетворяет перечисленным условиям. Очевидно, знание моментов окончания операций  $f_{ij}$  и продолжительность операций  $\tau_{ij}$  позволяет легко находить  $S_{ij}$  – моменты начала операций.

Рассматривается следующая задача: среди допустимых расписаний найти оптимальное по быстродействию, для которого время, затрачиваемое на обслуживание всего пакета требований, минимально.

Алгоритм, предлагаемый в данной работе для решения вышепоставленной задачи, использует идеи метода ветвей и границ [1-3]. Алгоритм не требует запоминания дерева вариантов: вся информация, необходимая для вычислений запоминается в виде частичного решения специального вида. Эта особенность алгоритма позволяет значительно понизить требования к объему необходимой памяти, что существенно при решении задач большой размерности.

Прежде чем дать описание алгоритма, введем некоторые понятия и операции, которые потребуются нам в дальнейшем.

Введем переменные

$$x_{ij}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } f_{ij} = t, \\ 0, & \text{если } f_{ij} \neq t. \end{cases}$$

Следует заметить, что индекс  $t$  играет здесь чисто формальную роль и введен для удобства описания алгоритма. Очевидно, что для восстановления расписания по переменным  $x_{ij}(t)$  нет необходимости в знании значений всех переменных.

Пусть для части операций уже составлено расписание; такое расписание будем называть частичным. Частичное решение запоминается как последовательность записей вида

$$I, j, t, x_{ij}(t).$$

Некоторые записи могут быть помечены (в качестве метки используется символ \*). Содержательный смысл этой операции заключается в том, что при неоптимальном продолжении частичных решений происходит возврат к прежним вариантам и ищется новое продолжение; метки играют при этом значительную роль. Ниже приводится пример записи частичного решения, в которой третий элемент помечен:

$$1, 1, 3, 1 | 1, 2, 5, 0 | 2, 1, 4, 1 * | 2, 2, 7, 1$$

При машинной реализации алгоритма частичное решение представляет собой массив переменных указанной структуры; в качестве метки используется какой-либо числовой код. Работа алгоритма заключается в поиске наиболее оптимального продолжения частичного решения. В ходе поиска решения переменным  $x_{ij}(t)$  присваиваются те или иные значения. Заметим, что при присвоении значений некоторым из  $n$  переменных другие переменные не могут принимать произвольных значений: их значения определяются ограничениями, накладываемые на допустимые решения. Такие переменные будем называть зависимыми.

Введем теперь понятия множества конфликтных операций и дефицитности ресурса.

Пусть  $X$  – некоторое частичное решение. Обозначим через  $G$  множество очередных операций, не вошедших в  $X$ . Множеству  $G$  поставим в соответствие множество переменных  $G$ , определяемое равенством

$$G = \{x_{1j_1}(f'_{1j_1}), \dots, x_{nj_n}(f'_{nj_n})\}$$

где  $f'_{ij}$  – минимально возможное время окончания операции

Очередная операция  $(i, j)$  называется инцидентной с операцией  $(g, h)$ , если при их выполнении используется один и тот же ресурс, причем  $G'_{gh} \leq G'_{ij} \leq f'_{gh}$  запись  $(i, j) \overset{k}{\leftrightarrow} (g, h)$  означает, что операции

инциденты по k-ому ресурсу. Определим  $G_k$  как подмножество множества  $G$ , для элементов которого выполняется

$$\forall (i, j), (q, h) \in G_k \left[ (i, j) \overset{k}{\leftrightarrow} (q, h) \right] \\ \sum_{(i, j) \in G_k} G_{i, j}^k > G^k$$

Множество  $G_k$  называется множеством операций, конфликтных по k-ому ресурсу. Если  $G_k \neq \emptyset$ , то ресурс k-ого вида называется дефицитным. Дефицит ресурса определяется равенством

$$\Delta_k = \sum_{(i, j) \in G_k} G_{i, j}^k - G^k$$

Множество  $G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_m$  обозначим через  $G^*$ .

При работе алгоритма возникает необходимость в определении номера последней операции l-ого требования из числа записанных в частичное решение, а также времени окончания этой операции. Номер такой операции обозначим через  $g_l(X)$ , а момент ее окончания через  $t_l(X)$ .

Для нахождения  $g_l(X)$  и  $t_l(X)$  необходимо просматривать записи частичного решения в обратном порядке до тех пор, пока впервые не встретится запись с  $i=l$ .

В соответствии с основной идеей метода ветвей и границ, для частичных решений  $X$  ищется оценка снизу  $Q(X)$ .

Оценка  $Q(X)$  вычисляется следующим образом.

Перенумеруем требования так, чтобы выполнялись неравенства

$$t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n$$

$$\text{где } t_i = t_i(X) + \sum_{j=g_l(X)+1}^{n_i} \tau_{ij}$$

Величина  $t_i$  определяет минимально возможное время начала последней операции.

Пусть  $t_1^*, t_2^*, \dots, t_n^*$  - моменты окончания обслуживания соответствующих требований.

$$t_i^* = \max\{t_i, \theta_i\} + \tau_{ini}$$

где  $\theta_i$  - момент высвобождения необходимых ресурсов. Тогда  $Q(X) = t_n^*$ .

Дадим теперь описание алгоритма.

1. Ниже приводится описание блоков алгоритма.

Блок 1.  $\bar{G} = \{x_{11}(f'_{11}), \dots, x_{n1}(f'_{n1})\}$ .

Блок 2. Выбирается ресурс с наибольшим дефицитом. Пусть это будет ресурс k-ого вида. Из подмножества  $\bar{G}_k$  выбирается переменная  $x_{qh}(\theta)$  доставляющая минимум вектору  $(t, i)$ ; переменная  $x_{qh}(\theta)$  доставляет минимум вектору  $(t, i)$ , если для любой другой переменной  $x_{ij}(t) \in \bar{G}_k$ ,  $0 < t$ , либо  $\theta = t$ , но  $q < i$ . Смысл этого правила в том, что приоритет дается операции, выполнение которой позволяет наиболее быстро освободить дефицитный ресурс. Значение  $x_{qh}(\theta)$  полагается равным единице. Вновь сформированная запись присоединяется к частичному решению. Выполнение блока заканчивается пересчетом подмножества  $\bar{G}_k$ . Переменная  $x_{qh}(\theta)$  заменяется на  $x_{qh+1}(t_q(x))$ . У остальных переменных  $t$  заменяется на  $t(X)$ .

Блок 3. Ищется переменная  $x_{ij}(t) \in \bar{G}$ , доставляющая минимум вектору  $(t, i)$ . Если выполняется

$$\forall_k [x_{qh}(\theta) \in \bar{G}_k]$$

то переменная  $x_{qh}(\theta)$  считается зависимой и полагается равной единице. Смысл этой процедуры заключается в том, что ресурсы, необходимые для выполнения  $x_{qh}(\theta)$ -операции, свободны и откладывание ее выполнения не имеет смысла.

Блок 4. Формируется очередная запись и приписывается к частичному решению  $X$ . Переменная  $x_{qh}(\theta)$  заменяется в  $\bar{G}$  на переменную  $x_{qh+1}(t(X))$ . Остальные переменные остаются без изменения.

Блок 5.  $X$  является допустимым решением, если  $G = \emptyset$ , т.е. все операции выполнены.

Блок 6. Для частичного решения  $X$  находится оценка  $Q(X)$ .

Блок 7. Из частичного решения удаляется последняя запись  $q, h, \theta, x_{qh}(\theta)$ . В множестве  $\bar{G}$  переменная с первым индексом заменяется переменной  $x_{qh}(\theta)$ . Если значение  $x_{qh}(\theta)$  было равным нулю, у всех переменных  $x_{ij}(t)$  также, что  $\exists k$   $x_{ij}(t) \overset{k}{\leftrightarrow} x_{qh}(\theta)$ , пересчитываются индексом  $t$ . Тем самым восстанавливается множество  $\bar{G}$ , соответствующее предыдущей вершине дерева вариантов.

Блок 8. Последняя запись частичного решения изменяется; значение переменной полагается равным нулю, сама запись метится. Восстанавливается прежнее значение множества  $\bar{G}$ . В множестве  $\bar{G} \setminus x_{ij}(t)$ , аналогично тому, как это делалось во втором блоке, выбирается переменная  $x_{qh}(\theta)$ . Формируется новая запись и присоединяется к частичному решению.

Вышеописанный алгоритм находит оптимальное расписание за конечное число шагов.

Доказательство этого утверждения носит стандартный характер и поэтому здесь не приводится.

Расписание с минимальным временем реализации (из числа найденных) обозначается через  $X_m$ . Каждое вновь найденное расписание  $X$  сравнивается с расписанием  $X_m$ , которое хранится в памяти вычислительной машины. Если  $Q(X) < Q(X_m)$ , то расписание  $X$  запоминается в качестве  $X_m$ .

По окончании работы алгоритма  $X_m$  – оптимальное расписание.

#### Литература

1. Чернявский А.Л. Алгоритм для решения комбинаторных задач, основанный на методе неясного перебора / Автоматика и телемеханика, №2, 1972.
2. Беркетов Г.А. К вопросу о решении обобщенной задачи построения расписания /Сб. Математические методы решения инженерных задач – М.: МО СССР, 1978. – 238 с.
3. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. Оптимизация технологических процессов обработки информации в АСУ // Сборник трудов научно-практической конференции «Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий» Инфо-2008. - Сочи, 2008. -С. 197-200.

### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТЯХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Микрюков А.А., Беркетов Г.А., Федосеев С.В.  
*МЭСИ, Москва*

Рассматриваются задачи обеспечения информационной безопасности в современных гетерогенных системах хранения данных. Обоснованы предложения по совершенствованию политики информационной безопасности применительно к системам хранения данных.

#### **Storage networks information security current issues. Mikryukov A., Fedoseyev C., Berketov G.**

Information security problem in modern heterogeneous storage systems and improve information security policy.

В настоящее время широкое распространение получили системы хранения данных (СХД), которые используются в центрах обработки данных (ЦОД), кластерных системах и т.д. Аналитики предсказывают 100%-ный ежегодный прирост хранилищ данных, а в связи с увеличивающейся их разнородностью сложность управления ими будет возрастать экспоненциально. Сегодня объем СХД составляет примерно 1 Тб, а через 5 лет их объем будет составлять 32 Тб и больше [1].

При этом возникает проблема, связанная с обеспечением целостности, достоверности, защищенности данных в СХД. Для обеспечения хранения больших объемов данных, функционирования территориально распределенных корпоративных информационных систем используется сетевое хранение данных (сложные гетерогенные среды хранения данных), а также различные методы виртуализации. Виртуализация позволяет агрегировать множество маленьких накопителей данных в один большой виртуальный диск, таким образом целью виртуализации является обеспечение консолидации ресурсов хранилищ и более эффективного управления ими.

Виртуализация данных ориентируется на одну из важнейших современных тенденций – уход от ориентации на устройство к ориентации на данные: от мобильных устройств до корпоративных хранилищ. Виртуализация данных тесно взаимосвязана с такими понятиями, как интеграция данных и федерация данных. Любая виртуализация подразумевает сбор ресурсов в общий пул и их дальнейшее распределение между потребителями. В общем случае данные могут храниться в гетерогенных источниках данных.

Одной из возможных форм организации данных в гетерогенных хранилищах является федерация данных, предусматривающая единообразный доступ к ним. Виртуализация не обязательно предполагает федерацию, но результатом федерации всегда является виртуализация.

Реализация виртуализации данных осуществляется с помощью следующих технических приемов:

- Использование «федерирующего сервера», единообразно предоставляющего данные из разных источников (приложение видит данные как одно большое хранилище);
- Виртуализация, сосредоточенная в «сервисной шине» предприятия (агрегирование и представление данных приложениям данных в виде сервиса);
- Организация облачной вычислительной среды.

Процесс виртуализации может быть представлен совокупностью уровней (рис.1).



Рис.1. Уровни виртуализации

На основном уровне осуществляется перемещение данных с носителя на носитель и их федерация. Средний уровень обеспечивает использование метаданных, хранимых в соответствующих каталогах. На третьем уровне осуществляется глобализация данных и построение единого пространства данных.

Интеграция данных для построения единого пространства данных ориентирована на использование так называемого информационно-ориентированного подхода, сущность которого заключается в возможности организации доступа приложений через сервисы к этому пространству данных. Если сервис-ориентированная архитектура нацелена на интеграцию приложений, то информационно-ориентированная архитектура нацелена на интеграцию данных.

При реализации информационно-ориентированного подхода создается общее интегрированное пространство данных, которое через сервисы доступно всем приложениям.

Следствием виртуализации данных является:

- Логическая сложность данных (сложность идентификации данных);
- Структурная сложность данных (необходимость их преобразования в соответствии с принятыми стандартами);
- Сложность физического размещения данных (т.к. входные данные могут находиться в разных физических местах);
- Проблема полноты данных (для получения полноценной картины неполные данные из разных источников должны быть согласованы и объединены);
- Задержка данных (наличие рассогласования при обработке данных, которое требует минимизации).

В силу распределенности архитектуры сетевых систем хранения данных, а также недостатков, являющихся следствием виртуализации данных, возникает необходимость совершенствования подсистемы обеспечения информационной безопасности СХД.

Среди возможных угроз в отношении СХД можно выделить как наиболее важные и критичные следующие: физическое уничтожение, хищение, несанкционированное искажение данных, нарушение подлинности данных, подмена данных, блокирование доступа к массиву данных.

Возможные уязвимости определяются составляющими компонентами и свойствами архитектурных решений СХД, к которым относятся: элементы архитектуры, протоколы обмена, интерфейсы, аппаратные платформы, системное ПО, стратегия эксплуатации, распределенность узлов СХД.

Механизмы безопасности являются составной частью политики безопасности, определяющей организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности СХД, реализуются соответствующими службами: идентификации, аутентификации, авторизации, и др.

Для решения задачи совершенствования политики безопасности необходимо решить совокупность подзадач, одной из которых является построение профиля защиты на основе идентификации угроз и активов, анализа рисков и оценки уязвимостей, а также выбора регуляторов безопасности. С учетом представленных служб и архитектуры СХД выделяются следующие уровни безопасности [2]:

- уровень данных;
- уровень управления доступом,
- уровень сетевого взаимодействия.

На уровне данных наиболее опасными представляются угрозы искажения, модификации и уничтожения. На уровне управления доступом – несанкционированный доступ к устройствам, нарушение парольной системы защиты. На уровне сетевого взаимодействия – несанкционированное подключение к каналам, атаки через сеть, в том числе через открытые каналы связи.

Анализ угроз безопасности в соответствии с представленными уровнями позволил обосновать совокупность наиболее эффективных мер для решения задачи обеспечения информационной безопасности СХД, к наиболее важным из которых относятся:

- обеспечение целостности и достоверности данных на уровне виртуализации данных с использованием различных методов помехоустойчивого кодирования данных,
- применение интеллектуальных механизмов на уровне управления доступом, а также – многофакторной идентификации и гибридной аутентификации,



Рис.2. Совершенствование подсистемы обеспечения информационной безопасности СХД

- использование адаптивных механизмов межсетевого экранирования, обеспечение информационной безопасности серверных компонентов виртуализации, постоянный мониторинг скрытых каналов и реализация мер по их устранению.

#### Литература

1. Виртуализация: одно из важнейших направлений современной индустрии хранения данных. Режим доступа: <http://searchstorage.techtarget.com>, свободный.
2. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. Модель подсистемы восстановления целостности базы данных // Сб. трудов V Международной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве.- Протвино, 2011. -С. 79-83.

### ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Мачульский Е.В. Микрюков А.А.  
 Москва, МЭСИ

Статья посвящена проблемам совершенствования технического обслуживания информационно-управляющих систем специального назначения на основе смешанной системы обслуживания, учитывающей функционирование информационной системы в чрезвычайных ситуациях.

#### **Maintenance systems of management information systems and special purpose problems of their perfection. Machulsky EV, Mikryukov AA**

Problems of improving the maintenance of information systems based on mixed service system presented in this article. The specificity of the information system in emergency conditions taken into account when a system maintenance is chosen.

Совершенствование современных информационно-управляющих систем и сетей связи (ИУС) приводит к необходимости модернизации действующей системы их технического обслуживания. Цель такой модернизации – устранение образовавшегося разрыва между новой организационно-штатной структурой, появлением специализированных сервисных центров, участвующих в техническом обслуживании средств связи и ИУС, и устаревшей системой их технического обслуживания. Для устранения возникшего противоречия необходимо проанализировать существующие виды систем

технического обслуживания, определить пути совершенствования их функциональной и организационной структур, оценить возможности сервисных центров по качественному выполнению комплекса мероприятий по техническому обслуживанию в изменившихся условиях.

Как известно [1], существует несколько систем технического обслуживания (СТО): планово-предупредительная, аварийно-восстановительная, по техническому состоянию, смешанная.

В настоящее время преимущественно используется планово-предупредительная система техобслуживания (ППСТО).

ППСТО предполагает обязательное проведение установленных видов технического обслуживания через определённые календарные промежутки времени или заданную наработку.

При календарном принципе построения ППСТО техническое обслуживание проводится через месяц, квартал, полгода, год и т.д. Такую систему ТО целесообразно применять для систем, отказы которых определяются в основном старением элементов (изменением их физико-химических и электрических свойств). Старение характерно для систем, находящихся в состоянии готовности к функционированию или длительного хранения, а также при малой наработке средств по сравнению со временем нахождения их в режиме ожидания использования (например, работа по сеансам) или на хранении (например, комплекты ЗИП).

ППСТО по наработке предусматривает проведение ТО после определённой наработки независимо от времени эксплуатации средств связи и ИУС, в течение которого эта наработка будет достигнута. Эта система ТО применяется для средств систем, отказы которых определяются в основном износом их элементов и содержат значительное число механических устройств, а также подвержены достаточно частому изменению режимов работы и применения (включения-выключения, режимы работы с частыми изменениями нагрузки и др.).

Для ППСТО характерны удобство и определённая простота организации и планирования ТО, накопленный большой практический опыт.

Однако ППСТО обладает и некоторыми недостатками, к которым относятся:

- неполный учёт реального технического состояния средств связи и ИУС;
- значительными затратами ресурсов на проведение ТО, прежде всего людских;
- трудности в оптимальной оценке по критериям готовность-стоимость.

Учитывая, что техническое обслуживание и ремонт ИУС в настоящее время обеспечивается на договорной основе сторонними организациями (аутсорсинг), то каждое плановое техническое обслуживание, календарное или по наработке, требует существенных материальных затрат на его проведение. Кроме того, отсутствует регламентация алгоритма проведения ТО и ремонта в чрезвычайных ситуациях, когда обслуживающие организации могут оказаться недоступными или недостаточно мобильными. Эти факторы значительно сокращают диапазон применения ППСТО.

СТО по техническому состоянию (СТОТС) предполагает сбор информации об изменениях определяющих параметров (СТО по изменению определяющих параметров) и (или) изменению уровня надёжности (СТО по изменению уровня надёжности) ИУС. На основе анализа этой информации прогнозируется время проведения ТО определённого объема. СТОТС является наиболее гибкой и экономичной системой ТО, так как позволяет достаточно полно учесть изменения реального состояния ИУС.

Целью ТО по фактическому состоянию является повышение надёжности и снижение эксплуатационных расходов, при этом необходимые работы по ТО назначаются в зависимости от реального технического состояния конкретного объекта и предполагаемого изменения его состояния в процессе эксплуатации.

Основой такого вида ТО является техническое диагностирование (ТД) и прогнозирование состояния объекта. С помощью средств ТД проводят непрерывный или периодический контроль параметров состояния. Прогнозирование выполняют при непрерывном контроле для определения времени, в течение которого сохранится работоспособное состояние, а при периодическом контроле – для определения момента времени следующего контроля.

Одним из условий применения этого метода является преобладание у данного вида оборудования постепенных и предупреждаемых отказов над внезапными и непредупреждаемыми отказами.

Важным элементом системы ТО по состоянию является служба технической диагностики. В её задачи входит выполнение плановых обследований оборудования, заявок на внеплановое диагностирование, участие в приёмке оборудования из ремонта, а также выдача рекомендаций по предотвращению отказов. Необходимо обеспечить достаточный статус службы, весомость её рекомендаций для руководства. Сотрудники службы должны быть обучены использованию средств диагностики и применению её результатов.

Прогнозирование технического состояния (ТС) является наиболее эффективным методом системы ТО по состоянию [2]. Прогнозирование позволяет предупреждать как постепенные отказы, так и

внезапные. В практиках применениях прогнозирования ТС средств связи и ИУС выполняют одновременно два прогноза. На короткий интервал времени - до нескольких дней - для оперативного планирования использования по назначению. На интервал от недели до нескольких месяцев - для планирования технического обслуживания и ремонта.

Можно выделить следующие основные направления прогнозирования в зависимости от используемого математического аппарата:

- экспертные оценки, когда мнения экспертов о будущем состоянии оборудования собирают путём опроса или анкетирования, обрабатывают и получают прогноз;
- аналитическое, когда в результате прогнозирования определяется величина контролируемого параметра (параметров), характеризующего техническое состояние системы во времени;
- вероятностное, когда в результате прогнозирования определяется вероятность выхода (невыхода) параметра (параметров) ТС за допустимые пределы;
- статистическая классификация (распознавание образов), когда в результате прогнозирования определяется класс диагностируемого объекта по критерию работоспособности.

Аварийно-восстановительная система ТО (АВСТО) предполагает проведение технического обслуживания только после выявления отказов и повреждений компонентов сетей связи и ИУС. При АВСТО после обнаружения отказов производится их устранение и проведение ТО в объёме, соответствующем характеру и степени влияния отказа на функционирование средств связи и ИУС. Актуальность данной системы ТО остаётся из-за специфики эксплуатации техники (сложные климатические условия и т.д.).

Смешанные системы ТО позволяют скомпенсировать недостатки разных СТО. Они учитывают, как явления старения, так и износа, позволяют проводить ТО как по календарному принципу, так и после устранения отказов. Однако в этом случае возникает задача определения периодичности и объёма работ по ТО сетей связи и ИУС при использовании одновременно разных СТО.

Таким образом, анализ систем ТО показывает, что в настоящее время целесообразно применять по критерию «цена – готовность» смешанную СТО.

Для ИУС с применением смешанной СТО следует выполнять в полном объёме штатным персоналом подразделения следующие виды ТО:

- контрольный осмотр(КО);
- ежедневное техническое обслуживание(ЕТО);
- техническое обслуживание №1 (ТО-1).

При этом, от технического обслуживания №2(ТО-2) целесообразно отказаться и проводить его следующим образом:ТО-2 – операции, производимые штатным персоналом в объёме ТО-1, оставить без изменений; техническое диагностирование образца (оборудования) проводить штатными ремонтными подразделениями для определения его технического состояния, возможностей и сроков дальнейшей эксплуатации, объёмов и сроков ТО и ремонта по техническому состоянию; при выявлении отклонений от нормы контролируемых параметров проводить восстановление и ремонт системы с помощью сторонних организаций в установленные государственным контрактом сроки.

Сезонное техническое обслуживание (СО) проводить:

- в объёме ТО-1 - штатным персоналом подразделения в соответствии с индивидуальным закреплением техники связи и ИУС;
- техническое диагностирование техники связи и ИУС проводить штатными ремонтными подразделениями;
- регламентированное техническое обслуживание (РТО) проводить в полном объёме в установленные эксплуатационной документацией сроки сторонними организациями.

Таким образом, предлагаемый вариант смешанной системы ТО вместо планово-предупредительной может способствовать сокращению разрыва между новой оргштатной структурой и действующей СТО. Кроме того, она учитывает возможность поведения ТО сетей связи и ИУС в чрезвычайных ситуациях.

#### **Литература/**

1. Мачульский Е.В., Фищенко О.В., Перекрестов С.А. Эксплуатация средств связи и АСУ. Ч.2; Ч.3. М.: РВСН, 2008.
2. Беркетов Г.А, Микрюков А.А., Федосеев С.В., Головкин Д.В. Оптимизация процессов технического обслуживания с использованием поточно-постового метода. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Инновационные информационные технологии». - Прага, Чехия, 2013, часть 3. - С. 50-53.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Губарев В.В., Мищенко П.В.  
*Новосибирск, НГТУ*

Описывается предложенный подход построения высокопродуктивных средств. Он основан на объединении персональных компьютеров в распределенную вычислительную систему с программируемой структурой. Разработано системное программное обеспечение, которое обеспечивает создание системы (или необходимое число подсистем) и реализует обмены между ПК промежуточными данными во время решения задачи. Коллектив ученых Новосибирского Государственного Технического Университета создал фрагмент экспериментальной распределенной вычислительной системы. С использованием системы ведутся дальнейшие исследования.

### **Research and development of methods of organization of high-productivity computing systems. Gubarev V., Mishchenko P.**

Describes proposed approach of creating high-productivity computing facilities. It is based on a combination of personal computers in the distributed computing system with a programmable structure. System software was developed to facilitate creation of system (or required number of subsystems) and realization date exchanges between personal computers during solution of task. The group of researches in Novosibirsk State Technical University has developed a fragment of the experimental distributed computing system.

Суперкомпьютерные технологии в настоящее время получили широкое распространение и применяются в различных отраслях науки и промышленности: фармацевтике, машиностроении, добыче нефти и газа и мн. др. Однако все чаще встает вопрос эффективности той или иной технологии и систем, построенных на её основе: энергетической, технической, экономической и другой эффективности [1]. Многие ученые занимаются вопросами оценки качества функционирования высокопроизводительных систем (ВС). В дополнение к термину НРС (от англ. High Performance Computing — высокопроизводительные вычисления) появились такие понятия, как НРТС (от англ. High Performance Technical Computing - высокопроизводительные технические вычисления) и НРПС (High-Productivity Computing Systems – высокопродуктивные вычислительные системы).

Одной из важнейших проблем дальнейшего развития направления высокопроизводительных вычислений является повышение продуктивности. Группы ученых из разных стран мира выдвигают свое видение решения этой проблемы. Одним из предложений является создание открытого хранилища хорошо проверенных наборов тестов производительности, которые выявят проблемы производительности в каждом конкретном случае. Хранилище сможет применить любой человек из сообщества высокопроизводительных вычислений чтобы оценить или спрогнозировать производительность (DARPA – (англ. Defense Advanced Research Projects Agency — агентство передовых оборонных исследовательских проектов) — агентство Министерства обороны США, отвечающее за разработку новых технологий для использования в вооружённых силах). Еще одним из предложений развития области высокопроизводительных вычислений является разработка мобильных ГРИД-систем, но при этом наиболее актуальным становится вопрос безопасности данных (Захаров А.В., Митихин В.Г., Серов В.В. в рамках проекта № 01-380/01а РФФИ). Ряд ученых акцентирует внимание на комплексном анализе решения проблемы оценки затрат вычислительных кластеров в условиях их коммерческого использования. Суть проблемы оценки затрат на содержание ВС лежит в отсутствии инструкций, нормативного и методического обеспечения в определении объектов оценки и методов их проведения, которые были бы одинаково прозрачны с точки зрения бухгалтерского, управленческого учета и экономического анализа. Еще одной проблемой, на которой заостряют внимание ученые, является тот факт, что на практике используется лишь несколько процентов производительности системы, остальная вычислительная мощность простаивает [2]. Особо актуальным этот вопрос делают большие эксплуатационные затраты.

Уникальные и зачастую весьма дорогостоящие системы, созданные при значительной поддержке государства, оказываются недоступными для индивидуальных компаний, предприятий и др. При этом малобюджетные организации располагают парком персональных компьютеров (ПК), используемых в повседневной работе сотрудников. Стоит заметить, что, как правило, эта техника работает в течение рабочего дня (8-10 часов), в остальное время, а также в выходные и праздники эта техника простаивает. Совокупная же производительность этих ПК может быть сравнима с производительностью вычислительного кластера стоимостью в миллионы, десятки миллионов рублей [3]. Таким образом, целесообразно минимизировать затраты на приобретение и обслуживание таких средств.

Авторами предложено заменить традиционную метрику «производительность» метрикой «продуктивность» (1).

$$K = R / C \quad (1)$$

Таким образом, продуктивность есть отношение количества требуемых результатов  $R$  заданного качества в единицу времени  $T$  к стоимости  $C$  получения этих результатов. Максимизация значения продуктивности может быть достигнута одним из двух способов: путем увеличения количества получаемых результатов или уменьшением стоимости последних.

На кафедре Вычислительной техники (ВТ) Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) предложен один из возможных подходов организации высокопродуктивных ВС, который заключается в построении Распределенных вычислительных систем с программируемой структурой (РВС ПС) на базе персональных компьютеров, подключенных к существующей локальной сети или к сети Интернет. На основании теоретических исследований разработано программное обеспечение (ПО) РВС ПС, которое проходит процедуру государственной регистрации. Основными принципами подхода являются: минимизация затрат на создание и эксплуатацию системы: в качестве вычислительной мощности используются серийные ПК, обменные взаимодействия осуществляются через локальную или глобальную сеть [4]; Распределенность (рассредоточенность) допускает включение в систему территориально удаленных вычислителей; Децентрализованное управление и функциональная однородность: управление вычислительным процессом, а также ввод исходных данных и вывод результата могут осуществляться с любого ПК; Живучесть — способность системы при отказе отдельных элементов продолжать выполнять свои функции. При выходе из строя одного из вычислителей приходящаяся на него часть вычислений перераспределяется между остальными ПК системы или в состав системы включают необходимое количество вычислителей; Переменность структуры — изменение структуры и связей между элементами системы с целью достижения наибольшей адекватности между системой и конкретной задачей; Возможность организации подсистем для решения набора/потока задач; Применение метода крупноблочного распараллеливания [1]. Стоит отметить, что предложенный подход является доступным для малобюджетных предприятий, т.к. не требует значительных затрат: для организации РВС ПС могут быть использованы имеющиеся ПК, подключенные к локальной или глобальной сети. Вместе с тем подход является простым и понятным в использовании, т.к. предполагает наличие подробного описания алгоритмов функционирования РВС ПС, а также рекомендаций по разработке параллельных алгоритмов, предназначенных для данной системы. РВС ПС может быть построена в любом государственном или коммерческом учреждении и использоваться для решения прикладных задач, научных исследований или в образовании [5].

Коллективом ученых кафедры ВТ НГТУ создан фрагмент экспериментальной РВС ПС. Для организации системы использованы ПК лаборатории сетевых средств и технологий, связанных сетью Fast Ethernet. Каждый ПК идентифицируется в системе по IP-адресу. На каждом из компьютеров установлено системное программное обеспечение РВС ПС. С использованием системы ведутся дальнейшие исследования по выявлению критериев продуктивности, поиску методов и разработке средств создания высокопродуктивных вычислительных систем.

### Литература

1. Мищенко П.В. Современные подходы к реализации высокопроизводительных вычислений / П.В. Мищенко, З.Е. Белобородова // Ежемесячный Международный научный журнал «Наука и Мир» = SCIENCE AND WORLD International scientific journal, в 2 томах - Волгоград: Издательство «Научное обозрение», 2014. - № 12 (16) – Т. 1. – С. 54 – 58.
2. Губарев В. В. Информатика: прошлое, настоящее, будущее.: учеб.пособие / В. В. Губарев. - Москва: Техносфера, 2011. - 432 с.
3. V.K. Mishchenko, P.V. Mishchenko, V.V. Gubarev, M.A. Karneev Considerations Of Implementation And Application Of High-Perfomance Computing For Low-Budget Enterprices. Proceedings XII international conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE-2014 in 7 volumes. Vol. 1, part 2. Novosibirsk 2-4 of October 2014, pp. 11-13.
4. Мищенко П. В. Средства межмашинного взаимодействия для реализации параллельных алгоритмов в распределенных вычислительных системах / В. В. Губарев, В. К. Мищенко, П. В. Мищенко // Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Барнаул, 28 февраля 2013 г. – Барнаул, 2013. – С. 149-152.
5. Мищенко П. В. Высокопроизводительные вычисления в современном образовании и науке / П. В. Мищенко // Современные тенденции в образовании и науке : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф., 31 окт. 2013 г. : в 26 ч. – Тамбов : Бизнес-Наука-Общество, 2013. – Ч. 7. – С. 101–103.

## МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ ЗАДАЧ НА ОСНОВАНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Овчинников А.А., Старых В.А.

*Москва, Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»*

Работа посвящена созданию инструментария проектирования онтологий задач на основе автоматизации процесса создания концептуальной модели предметной области, как она понимается в работах профессора МИРЭА Болотовой Л.С.[1] Данный процесс позволяет создавать достаточно полные и в необходимой мере детализированные описания предметных областей и процессов в них – концептуальные модели, - после чего они будут подвергаться трансляции в форму онтологий задач на языке OWL[2].

Полученный в результате выполнения проекта инструментарий предполагается использовать для построения учебных онтологий (устройство ЭВМ различных архитектур, онтология локальных вычислительных сетей), а также онтологий для интеллектуализации высокотехнологичных областей народного хозяйства.

### **Automated task ontology development technique and toolkit based on conceptual model design framework. Ovchinnikov A.**

This paper concerns the task ontology development technique and toolkit, based on automation of the conceptual domain model design framework [1]. The framework claims core elements, such as object, attribute, relation, etc., their graphical representation and formal procedure to perform conceptualization – to build conceptual model of domain of interest. All of this is used to create full, adequate, and consistent conceptual models. The next step is automated transformation or translation from conceptual model to OWL task ontology.

В настоящее время такой способ представления знаний в информационных системах как онтологии перестал быть прерогативой учёных и всё глубже, хоть и незаметно, проникает в жизнь людей. Свидетельствует об этом применение онтологий для задач автоматической классификации (категоризация веб-сайтов Yahoo!, категоризация товаров и их характеристик Amazon.com), создание интеллектуальных агентов, использующих онтологии для взаимодействия и обмена информацией в сети (электронные помощники-секретари, Siri), вопросно-ответных систем, организация интеллектуального семантического поиска (против поиска информации по ключевым словам). Такие большие успехи достигаются благодаря тому, что онтологии определяют общий словарь для совместного использования информации в предметной области, и включают в себя машинно-интерпретируемые формулировки основных понятий предметной области и отношения между ними.

На текущий момент существует множество программных средств для создания и редактирования онтологий, например, Protégé, Ontolingua, OntoWeb и другие. Однако их использование предполагает именно разработку, а не проектирование онтологий, работа выполняется в терминах и формализмах онтологий (классов, экземпляров, аксиом и др.), которые обычно далеки от экспертов предметной области. Кроме этого зачастую пропускается этап концептуализации знаний, так эти инструментальные среды не имеют средств проектирования, позволяющих создать целостную модель, что приводит к ошибкам, противоречиям и неполноте разработанных онтологий.

На текущий момент существует множество средств для проектирования онтологий. Наиболее известные из них:

- язык SADL (Semantic Application Design Language), разработанный А. W. Срапо из General Electric [3].
- OntoUML - расширение языка UML (Unified Modeling Language) предложено группой учёных под руководством João Paulo Andrade Almeida и Giancarlo Guizzardi из Бразильского федерального университета штата Espírito Santo для моделирования онтологий редактор - OLED (OntoUML lightweight editor) [4].
- Среда HOZO, разработанная группой учёных из Японии под руководством Riichiro Mizoguchi в которой онтология моделируется как семантическая сеть со специальными «ролевыми» структурами [5].
- CoGui - разработанный группой французских учёных инструментарий, включающий в себя механизма правил AracheJena, позволяющий объявлять правила, используемые в процессе логического вывода по модели [6].
- Подходы на основе автоматического анализа текстов (Natural Language Processing) на естественном языке опираются на инструментарий автоматического разбора текстов и машинное

обучение. Эти методы на сегодняшний день считаются наиболее перспективными, так как извлечение знаний из экспертов – сравнительно длительный и скрупулёзный процесс, большую роль в котором играет умение инженера по знаниям налаживать контакт с экспертами. Машинное обучение же позволяет исключить экспертов на начальном этапе формирования большей части онтологии, что существенно ускоряет весь процесс. Данный подход сейчас широко распространён и развивается многими учёными, например, Найханова Л.В., Лукашевич Н.В., Добров Б.В. и другими [7].

Описанные выше подходы к проектированию онтологий ориентированы на создание онтологий предметных областей, используемых в задачах классификации и поиска. В то же время онтологиям задач уделяется очень малое внимание, хотя их разработка является не менее важным вопросом.

В работе [8] профессор Болотова Л.С. подчёркивает ряд проблем, с которыми сталкиваются существующие подходы к проектированию онтологий и предлагает метод ситуационного анализа и проектирования [1,8], позволяющий эффективно анализировать задачи императивного характера, особенно задачи управления сложными системами. Данный подход описывает предметную область как совокупность объектов, их свойств, отношений, значений, формирующих ситуации, и набора действий, переводящих предметную область из одной ситуации в другую, а также информационную структуру действий. В рамках подхода также определена регулярная процедура построения моделей ситуаций и соответственно модели исследуемой задачи или предметной области.

В качестве средства представления моделей действий используются семантические графы со специальной структурой, выделяющей субъект, объект, имя действия, компоненты действия. Концептуальная модель предметной области (КМПрО) представляется тогда совокупностью всех концептуальных структур единичных решений (КСЕР) – действиями.

Предложенный Болотовой Л.С. подход представляется эффективным для проектирования онтологий задач, поэтому в процессе выполнения научно-исследовательской работы по автоматизацию проектирования онтологий задач предполагается достичь следующих целей:

- Сокращение времени на создание онтологий задач
- Увеличение вовлечённости эксперта в процесс создания онтологии при уменьшении работы инженера-когнитолога
- Уменьшение количества ошибок

Для достижения поставленных целей следует решить следующие задачи:

- Разработка механизма преобразования КМПрО в онтологию задач
- Создание программного инструментария
- Опытная эксплуатация прототипа

В рамках апробации предполагается создать 3 онтологии – онтология ЭВМ различных архитектур, онтология работы ЛВС, онтология инцидентов в информационных системах и использовать их в дальнейшем как учебные пособия и базы знаний.

На текущий момент были рассмотрены существующие подходы и инструменты для создания и проектирования онтологий, проанализированы их достоинства и недостатки, а также предложено собственное решение. Ведётся проработка теоретических и практических аспектов предложенного решения, а также поиск и изучение средств для его реализации.

### Литература

1. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: учебник / ФГБОУ ВПО РГУИТП; ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Финансы и статистика, 2012. – 664 с.: ил. ISBN 978-5-279-03530-4
2. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition) W3C Recommendation 11 December 2012, URL: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>
3. A. Crapo, A. Moitra Toward a unified english-like representation of semantic models, data, and graph patterns for subject matter experts - International Journal of Semantic Computing Vol. 7, No. 3 (2013). – с 215–236.
4. Pedro Paulo F. Barcelos , Victor Amorim dos Santos, Freddy Brasileiro Silva, Maxwell E. Monteiro, Anilton Salles Garcia An Automated Transformation from OntoUML to OWL and SWRL -.Federal University of Espírito Santo, Vitória – ES – Brazil, 2013. – 12 с.
5. Riichiro Mizoguchi, Eiichi Sunagawa, Kouji Kozaki, Yoshinobu Kitamura The model of roles within an ontology development tool: Hozo – Journal of Applied Ontology, The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 2007. – 21 с.
6. CoGui ontology graphical design toolkit, <http://www.lirmm.fr/cogui/download.php>
7. Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич, М.Н. Синицын, В.Н. Шапкин Разработка лингвистической онтологии по естественным наукам для решения задач информационного поиска - труды 7ой

Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - CDL'2005, Ярославль, Россия, 2005.

8. Л.С. Болотова, В.А. Старых Проектирование онтологий на основе модели предметной области – научно-методический журнал «Информатизация образования и науки» 1(9), 2011 – с 88-106,

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭВРИСИН ДЛЯ СИНТЕЗА МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Олейников Д.П., Бутенко Л.Н.  
*Волгоград, ВолгГТУ*

Рассмотрены основные подсистемы автоматизированной системы поддержки синтеза ЭвриСин. Показан принцип организации нормативно-справочной информации в системе и приведен общий алгоритм синтеза методов принятия решений с использованием базы знаний эвристических паттернов.

### **The using of the automated system HeuriSynth for synthesis of decision-makings. Oleynikov D., Butenko L.**

Describes the main subsystems of the automated support system synthesis HeuriSynth. Showed the organizing principle regulatory and reference information in the system and shows the general algorithm for the synthesis of decision-makings with the heuristic patterns knowledge base.

Основное назначение эвристик состоит в интенсификации интеллектуальной деятельности конструктора [1]. Эвристики снимают проблему размерности, существенно увеличивают скорость выполнения процедуры синтеза, снижают нагрузку на конструктора, при этом может быть получено качественное решение

Качество результата слабо формализуемого процесса синтеза методов принятия решений во многом зависит от эффективности выполнения когнитивных операций, выполняемых под действием эвристик.

Целесообразным является разработка соответствующей автоматизированной системы поддержки процесса синтеза (АС ППС), содержащей банк эвристик, которые могут быть использованы при конструировании новых методов принятия решений.

#### **Описание автоматизированной системы**

В рамках проведения исследований по гранту РФФИ 14-01-31094 «Эвристические модели синтеза методов принятия решений» был создан исследовательский макет автоматизированной системы средствами MSSQLServer 2012 и RolandDelphi 2007. Архитектура АС состоит из следующих подсистем:

1. Подсистема ведения банка фундаментальных знаний о МПР.
2. Подсистема ведения банка эвристик (эвристических паттернов).
3. Подсистема синтеза.
4. Подсистема работы с нормативно-справочной информацией (НСИ).

Банк фундаментальных знаний о МПР [2] содержит информацию о методах принятия решений. Банк знаний о МПР обеспечивает выполнение функций ввода, хранения, а также поиска МПР по заданным условиям.

Банк эвристических паттернов содержит следующую информацию [3]: описание паттерна, структурно-функциональную декомпозицию паттерна, область применения, условия использования, пример использования и описание целевой компоненты. Также подсистема работы с эвристическими паттернами содержит функционал для хранения выявленных случаев их использования[4–6]. Данная информация в дальнейшем необходима для работы подсистемы синтеза.

Подсистема НСИ содержит справочную информацию, которую используют подсистемы ведения банка данных о МПР и эвристических паттернах. Справочная информация содержит типовую классификацию МПР, характеристики МПР и эвристических паттернов.

Подсистема синтеза содержит информацию о выполненных сессиях синтеза, полученных результатах, задаваемых параметрах синтеза. Подсистема обеспечивает выполнение функций поддержки синтеза МПР, хранения и поиска результатов синтеза.

Общи алгоритм работы системы

Алгоритм работы в АС ЭвриСин состоит из нескольких этапов.

**Этап 1.** На данном этапе происходит наполнение базы данных подсистемы НСИ, в процессе которого осуществляется ввод допустимых значений классификаторов МПР, эвристических паттернов.

**Этап 2.** На данном этапе происходит наполнение банка знаний о МПР. В систему вводится словесное описание МПР, существующие графические представления алгоритма функционирования методов, а также характеристики в соответствии с ранее заполненными классификаторами.

**Этап 3.** Наполнение банка знаний об эвристических паттернах[7] и примерах использования, в процессе которого в систему вводится словесное описание эвристического паттерна, существующие графические представления, а также возможные характеристики в соответствии с ранее заполненными классификаторами. Также в банк эвристических паттернов осуществляется ввод информации о примерах их использования для создания МПР.

Фактически паттерн представляет собой стратегическую процедуру по преобразованию свойства МПР-прототипа в свойства целевого МПР. Этот принцип используется для определения целевой компоненты паттерна, который может быть записан в виде правила «Если-То»:

- Если имеется набор свойств МПР  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ .
- И используется эвристический паттерн Э.
- То в результате может быть получен МПР с набором свойств  $S' = \{s_1, s_2', \dots, s_n\}$ .

Из этого правила определяется целевая компонента паттерна, состоящая в преобразовании свойства  $s_2$  в  $s_2'$ .

Периодически может проводиться анализ базы примеров использования эвристических паттернов для определения или уточнения целевых компонент эвристик.

**Этап 4.** Укрупненно, алгоритм синтеза состоит из шагов, приведенных на Рисунке 1.

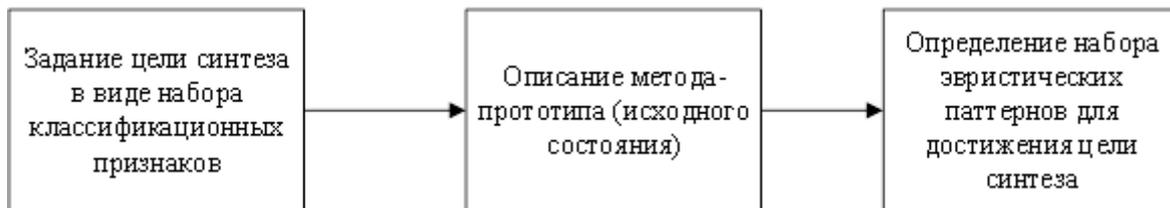


Рисунок 2. Основные шаги алгоритма синтеза

На первом шаге определяется набор свойств целевого метода, формируемый при помощи информации подсистемы НСИ  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ .

После задания множества А становится возможным выполнить поиск по базе знаний МПР с учетом свойств целевого МПР. Если поиск успешен, то подсистема предлагает МПР из базы знаний.

На втором шаге определяется набор свойств метода прототипа, формируемый при помощи информации подсистемы НСИ  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ .

После указания множеств А и Р выполняется поиск по базе знаний эвристических паттернов, в процессе которого анализируются их примеры использования для нахождения таких эвристик, которые позволяют преобразовать свойства метода-прототипа в свойства целевого МПР. Концептуально алгоритм является аналогом метода синтеза с использованием ADMS-модели, при этом принципиальным отличием является использование паттернов вместо этапов МПР.

Результатом синтеза является совокупность эвристических паттернов, которые, на основе анализа примеров использования паттернов, рекомендуется для применения конструктором с целью преобразования свойств метода прототипа в свойства целевого метода,

Существует несколько направлений развития АС ЭвриСин:

1. Пополнение банка фундаментальных знаний о МПР.
2. Пополнение банка фундаментальных знаний об эвристических паттернах.
3. Пополнение банка знаний, содержащего примеры использования эвристических паттернов для синтеза МПР.

Выполнение работ по данным направлениям позволит расширить пространство анализа и синтеза, что, в конечном счете, увеличит эффективность синтеза МПР.

#### Литература

1. Спиридонов В.Ф. Задачи, эвристики, инсайт и другие непонятные вещи // Логос. 2014. № 1 [97]. С. 97–108.
2. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Формирование банка фундаментальных знаний о методах принятия решений // Естественные и математические науки в современном мире. 2015. № 28. С. 20–28.

3. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Формирование банка эвристических паттернов // Перспективы развития информационных технологий. 2015. № 23. С. 32–35.
4. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна «инверсия способа формирования оценки альтернативы» для синтеза методов принятия решений // Современное состояние естественных и технических наук. 2015. № 18. С. 78–86.
5. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна “инверсия результата” для синтеза методов принятия решений // Материалы III Международной научной конференции. Пермь: Зебра, 2015. С. 33–37.
6. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна «регулятор» при синтезе методов принятия решений // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. Гурзуф: Общество с ограниченной ответственностью “Институт новых информационных технологий” (Москва), 2015. С. 127–132.
7. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Результаты анализа критериев теории игр с природой в целях выявления эвристических паттернов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014: XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.). М.: Национальный исследовательский ун-т “Высшая школа экономики,” 2014. С. 583–585.
8. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Синтез методов принятия решений на базе морфологического подхода // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. Т. 11, № 113. С. 21–26.
9. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Синтез методов принятия решений на базе морфологического подхода (продолжение) // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. Т. 12, № 114. С. 21–26.

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Осипов А.Л., Трушина В.П.

*Новосибирский государственный университет экономики и управления*

Рассматривается байесовская модель для прогнозирования канцерогенности и радиоактивности химических веществ. Проведена апробация данной модели на экспериментальном материале и сравнение полученных результатов с другими моделями.

### **Computer analysis of chemical research. Osipov A. L., Trushina V.P.**

The Bayesian model is considered for prognosticating carcinogenicity and radioactivity of chemicals. The approbation of the model was carried out on experimental material and the obtained results were compared with other models.

Разработка современных методов обработки информации [9, 13, 15] и на их основе системы компьютерной диагностики канцерогенной опасности и радиоактивности химических веществ является актуальной областью исследований. В статье разработана компьютерная система моделирования канцерогенных и радиоактивных свойств органических веществ, состоящая из подсистем, описанных в [1, 11, 14]. Предсказание канцерогенных и радиоактивных свойств осуществлялось на основе моделей и алгоритмов распознавания образов и теории статистических решений [2, 6]. Обозначим через  $H_1$  соответствующий класс «канцерогены». Будем рассматривать объекты обучающей выборки, входящие в  $H_1$ , как положительные примеры класса  $H_1$ , а объекты не входящие в  $H_1$ , - как контпримеры, множество которых мы обозначим через  $H_2$ . Запишем бинарный вектор наблюдений  $X$  в виде  $(d_1, d_2, \dots, d_n)$ , где  $d_i = 1$  или 0 в зависимости от того, присутствует или отсутствует  $i$ -ый фрагмент структуры в описании соединения. Пусть  $p_i = P(d_i = 1 / H_1)$  и  $q_i = P(d_i = 1 / H_2)$  вероятности появления  $i$ -го дескриптора в классах  $H_1$  и  $H_2$  соответственно. В предположении условной независимости запишем условные плотности распределения вероятностей в каждом классе в следующем виде:  $P(X / H_1) = \prod_{i=1}^n p_i^{d_i} (1 - p_i)^{1-d_i}$ ,  $P(X / H_2) = \prod_{i=1}^n q_i^{d_i} (1 - q_i)^{1-d_i}$ . Отношение

правдоподобия определяется выражением  $\frac{P(X / H_1)}{P(X / H_2)} = \prod_{i=1}^n \left( \frac{p_i}{q_i} \right)^{d_i} \left( \frac{1 - p_i}{1 - q_i} \right)^{1-d_i}$ . Проделав

соответствующие преобразования, получим байесовскую решающую функцию  $l(X) = \sum_{k=1}^n d_k l_k + l_0$ , где

$$l_k = \log \frac{p_k(1-q_k)}{q_k(1-p_k)} - \text{информационный вес } k - \text{го дескриптора, а } l_0 = \sum_{k=1}^n \log \frac{1-p_k}{1-q_k} - \text{константа.}$$

Байесовское решающее правило, минимизирующее среднюю вероятность ошибки, запишется следующим образом: если  $l(X) > \log \frac{p(H_2)}{p(H_1)}$ , то  $X \in H_1$ , иначе  $X \in H_2$ . Оценка величин  $p_i$  и  $q_i$

осуществляется по конечному числу выборочных представителей образов в соответствующих классах:

$$p_i = \frac{h_{i1} + 1}{N_1 + 2}, \quad q_i = \frac{h_{i2} + 1}{N_2 + 2}, \quad \text{где } h_{i1}, h_{i2} - \text{числа встречаемости } i - \text{го дескриптора в первом и втором}$$

классах, а  $N_1, N_2$  - объемы обучающих выборок в этих классах.

Проверка эффективности решающего правила исследовалась на обучающих выборках, указание которых вместе с выбором информативных подструктурных фрагментов осуществлялась при помощи оригинальной СУБД и системы запросов к базе данных [3, 10]. Объемы обучающих выборок по канцерогенным свойствам химических веществ составляли по 600 органических соединений в каждом из двух классов («канцерогены» - «неканцерогены»), а объем экзаменационной выборки составил 200 химических веществ. Точность предсказания по выбранным классам колебалась от 91% до 95%. В работе [4] представлены химические соединения, обладающие канцерогенной активностью (40 веществ) и не обладающие канцерогенной активностью (20 веществ). Из них была сформирована экзаменационная выборка. Точность предсказания для данной экзаменационной выборки оказалась равной 100%. Все 40 соединений, обладающие канцерогенной активностью, полностью были отделены от соединений, не обладающих канцерогенным действием. В работе [12] представлен массив из 200 прямых канцерогенов, который послужил экзаменационной выборкой. Точность распознавания оказалась равной 93%. В работе использовались подструктурные дескрипторы, порождаемые автоматически и описанные на весьма простом языке. Это язык описания атомов и функциональных групп с учетом их валентного состояния, а также их цепочки произвольной длины с указанием атома или группы в цепи, кольце или мостике [7, 10]. Отнесение химического соединения к соответствующему классу производилось по значениям  $1 - \varepsilon_2^k$ , где  $\varepsilon_2^k$  - ошибка, второго рода для  $k$  - го класса в зависимости от отношения правдоподобия  $l$ , а значение  $k$ , на котором достигается  $\max_u (1 - \varepsilon_2^u)$ , и является номером соответствующего класса [5, 8].

Проблема химической защиты организма от воздействия ионизирующей радиации с каждым годом приобретает все большую актуальность в связи с развитием атомной энергетики, а также расширением сфер использования источников ионизирующих излучений в народном хозяйстве, биологии и медицине. По этой причине становится весьма важной проблема поиска препаратов, обладающих радиозащитными свойствами, используя методы молекулярного моделирования.

Объемы обучающих выборок по радиопротекторным свойствам химических веществ составляли по 1500 органических соединений в каждом из двух классов («радиопротекторы» - «нерадиопротекторы»), а объем экзаменационной выборки составил 500 химических веществ. Точность предсказания по выбранным классам колебалась от 92% до 96% [8]. В работе [4] представлены химические соединения, обладающие радиозащитной активностью (32 вещества) и не обладающие радиозащитной активностью (28 веществ). Из них была сформирована экзаменационная выборка. Точность предсказания для данной экзаменационной выборки оказалась равной 100%. Все 32 соединения, обладающие радиозащитной активностью, полностью были отделены от соединений, не обладающих защитным действием. В работе использовались подструктурные дескрипторы, описанные на весьма простом языке. Это язык описания атомов и функциональных групп с учетом их валентного состояния, а также их цепочки произвольной длины с указанием атома или группы в цепи, кольце или мостике. Созданная компьютерная информационно-аналитическая система представляет собой мощный инструментальный, который дает возможность в режиме диалога вести оперативный прогноз радиопротекторных и других свойств химических соединений, проверять на больших выборках гипотезы о связи структуры веществ с их биологическим действием, а также анализировать сравнительную информативную ценность различных групп факторов при изучении механизмов взаимодействия веществ с живым организмом.

#### Литература

1. Осипов А.Л., Семенов Р.Д., Зацепин В.М. Система компьютерного предсказания физико-химических и биологических свойств веществ // Автометрия. 1995. № 5. С. 86.

2. Осипов А.Л., Бобров Л.К. Об использовании моделей статистического распознавания в системе виртуального скрининга химических веществ // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2012. № 7. С. 1-6.
3. Осипов А. Л., Башелханов А.А., Борисов М.Б. Система моделирования параметров, представляющих эффекты биологической среды //Автометрия. 1998. № 3. С. 54.
4. Мухоморов В.К. Моделирование биологической активности химических соединений. Соотношения структура – активность. Монография, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 167 с.
5. Нигматуллин Р.С., Осипов А.Л., Пузаткин А.П., Коптюг В.А. Статистический метод предсказания биологической активности многоатомных молекул на основе дескрипторов графов структурных формул // Химико-фармацевтический журнал. 1985. № 2.
6. Осипов А.Л., Бобров Л.К. Прогнозирование свойств химических соединений на основе структурно-неаддитивных моделей с учетом парциальных вкладов структурных элементов // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2013. № 9. С. 35-39.
7. Осипов А.Л. Метод моделирования адиабатической температуры горения химических веществ на основе дескрипторов графов структурных формул // Автометрия. 2004. Т. 40. № 1. С. 74-83.
8. Осипов А.Л., Трушина В.П., Чентаева Е.А. Предсказание радиопротекторных свойств методами распознавания образов // В мире научных открытий. 2014. № 4 (52). С. 123-127.
9. Osipov A.L., Aleksandrov V.V. Statistical classification method of chemicals with respect to the toxicity degree // Автометрия. 2003. № 1. С. 114-125.
10. Нигматуллин Р.С., Осипов А.Л., Карпова Н.А. Система поиска и анализа патентной информации о химических соединениях // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 1989. № 1. С. 14.
11. Осипов А.Л., Криветченко О.В. Компьютерная оценка нижнего концентрационного предела воспламенения химических веществ // В мире научных открытий. 2013. № 10. С. 34.
12. Chemical induction of cancer: structure basis and biological mechanism. N.J. 1982. Vol. 3a. 747 p.
13. Осипов А.Л., Рапоцевич Е.А., Трушина В.П., Подборщаева Н.В., Трифонова А.С. Математические модели оптимизации ассортимента химических средств защиты растений // В мире научных открытий. 2014. № 4 (52). С. 183-188.
14. Трушина В.П., Шляпкин Г.В., Пятнищев Д.В. Компьютерная система моделирования физико-химических свойств органических соединений. В сборнике: Новые задачи технических наук и пути их решения. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Научный центр «Аэтерна». Уфа, 2014. С. 60-61.
15. Осипов А.Л., Трушина В.П., Пятнищев Д.В., Шляпкин Г.В., Павлик И.О. Интеллектуальные технологии анализа химико-биологических данных // В мире научных открытий. 2014. № 12.2 (60). С. 749-757.

## ВРЕМЯ КАК ФАКТОР В ТЕОРИИ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

Острейковский В.А., \*Муравьев И.И., Шевченко Е.Н.  
*Сургут, СурГУ, \*Сургут, ОАО «Сургутнефтегаз»*

Работа поддержана РФФИ (проект 14-01-00230)

Рассмотрены четыре класса перспективных математических моделей для оценки и прогнозирования фактора времени в задачах теории техногенного риска. Показаны недостатки и преимущества традиционного подхода к оценке фактора времени предлагаемых моделей, основанных на различных математических методах.

### **Time factor in the theory of man-caused risks. Ostreykovsky V.A., Muravyev I.I., Shevchenko E.N.**

We consider four classes of promising mathematical models to assess and predict the time factor in the theory of man-made risks. The advantages and disadvantages of the traditional approach to the assessment of the time factor of the proposed models, based on different mathematical methods are discussed.

#### Введение

В современной литературе по теории техногенного риска при использовании классической формулы риска Ф.Фармера  $R = QC$ , где  $Q$  – вероятность исходного рискованного события и  $C$  – ущерб от него, чрезвычайно редко оценивается влияние фактора времени. Целью данной статьи является восполнение данного пробела в системе описания техногенных рисков.

Постановка задачи

В работах [1–3,5] разработана классификация моделей техногенного риска сложных динамических систем, в которых детально сформулирован теоретико-множественный подход к анализу характеристик множеств  $R$ ,  $Q$  и  $C$  при математическом моделировании техногенного риска.

В соответствии с агрегативным описанием функционирования сложных систем набор операторов  $H$  имеет вид:

$$R = H\{Q \times C \times T\}, \quad (1)$$

где:  $H: H_1 \times H_2 \times H_3$ , реализуют следующие отображения:

$H_1: Q \times C \rightarrow R_1$  при независимых между собой  $Q$  и  $C$ ;

$H_2: Q \times C/Q \rightarrow R_2$  при коррелированных  $Q$  и  $C$ ;

$H_3: Q \times C \times T \rightarrow R$

При статистическом исследовании составляющие  $R(t)$ ,  $Q(t)$  и  $C(t)$  рассматриваются как случайные функции времени, в общем случае векторные.

Нестационарные случайные процессы изменения  $R = f(T)$  целесообразно представлять в виде суммы нескольких процессов  $R = f(T)$ :

$$R(t) = A(t) + B(t) + \varepsilon(t) \quad (2)$$

где  $A(t)$  – нестационарный случайный процесс, характеризующий необратимые изменения в системе в результате старения, изнашивания, регулирования;  $B(t)$  – стационарный случайный процесс, характеризующий обратимые изменения  $R(t)$  из-за колебаний внешних условий при эксплуатации системы;  $\varepsilon(t)$  – стационарный случайный процесс ошибок измерений  $Q(t)$  и  $C(t)$ .

Основная часть

Рассмотрим методы оценки фактора времени при оценке риска в задачах теории безопасности сложных критических систем.

### 1. Метод фактора времени при моделировании риска в условиях ортогонального дрейфа.

При моделировании риска в условиях непрерывного дрейфа предполагается, что действие неуправляемых факторов выражается в смещении поверхности отклика  $R(T)$  без ее деформации, а функция дрейфа

$$R_t = M \left[ \frac{C}{Q} \right] = Y(t).$$

Математическая модель риска  $R = f(t)$  представляется в виде разложения по выбранной системе ортогональных функций, часть их используется для описания дрейфа, а часть — для варьирования управляемыми факторами, т.е. образования плана. Предложенный Боксом [4] метод построения планов для оценки поверхности отклика в условиях дрейфа основан на использовании полиномов Чебышева. Сущность метода заключается в следующем. Функция дрейфа  $R_t = Y(t)$  на интервале  $T$  описывается полиномом порядка  $d$ :

$$R_t = a_0 L_0(T) + a_1 L_1(T) + \dots + a_d L_d(T), \quad (3)$$

где  $L_d$  — ортогональные полиномы Чебышева, определенные для  $N = T/\Delta t$  равностоящих абсцисс наблюдений интервала  $T$ .

Чтобы выделить влияние управляемых переменных  $Q$  и  $C$  независимо от дрейфа, вектор-столбцы планирования формируют в виде линейных комбинаций всех оставшихся полиномов порядка  $k > d$ . В этом случае модель имеет вид

$$\hat{R}(Q, C, T) = R(X, T) = \underbrace{a_0 L_0(T) + a_1 L_1(T) + \dots + a_d L_d(T)}_{b_0(t)} + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k, \quad (4)$$

где  $X \subset Q \times C$ ;  $b_0(t)$  определяет смещение поверхности отклика во времени, а коэффициенты  $b_i$  — ее наклон в исследуемой области  $R(Q, C)$ . Анализ уравнения (4) сводится к оценке значимости эффектов дрейфа и управляемых факторов по  $F$ -критерию.

Применение ортогональных полиномов Чебышева особенно эффективно, когда отсчеты времени делаются через равные интервалы  $\Delta t$ , а для каждого значения  $t$  ставится одно и то же число параллельных опытов. Шкала времени при этом преобразуется в последовательность натуральных чисел  $\bar{1}, \bar{N}$ . В этом случае ортогональные полиномы равны [4]:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= 1; \\ \varphi_1 &= \mu_1(t - \bar{t}); \\ \varphi_2 &= \mu_2[(t - \bar{t})^2 - (N^2 - 1)/12]; \\ \varphi_3 &= \mu_3[(t - \bar{t})^3 - (3N^2 - 7)(t - \bar{t})/20]; \\ \varphi_4 &= \mu_4[(t - \bar{t})^4 - (3N^2 - 13)(t - \bar{t})^2/14 + 3(N^2 - 1)(N^2 - 9)/560]; \\ \varphi_5 &= \mu_5[(t - \bar{t})^5 - 5(7N^2 - 7)(t - \bar{t})^2/18 + (15N^4 - 230N^2 + 407)(t - \bar{t})/1008]; \\ &\dots \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Коэффициенты  $\mu_i$  зависят от числа наблюдений  $N$ . Полиномы (5) табулированы [4].

Недостатки метода Бокса:

1) планы, основанные на применении ортогональных полиномов Чебышева, могут быть использованы только в том случае, когда отсутствуют корреляционные связи типа «время—фактор»;

2) построенные на его основе планы позволяют оценивать независимо от дрейфа только линейные эффекты варьируемых факторов  $Q$  и  $C$ . Следовательно там, где взаимодействиями факторов и эффектами высших порядков пренебречь нельзя, применение метода Бокса не будет давать полной информации о системе;

3) необходимо, чтобы на стадии предварительных исследований был выявлен порядок полинома дрейфа  $d$ , что само по себе эквивалентно проведению громоздкого эксперимента.

**2. Метод оценки фактора времени путем преобразования параметров регрессии из функций времени в числовые коэффициенты.** Функцию отклика  $R(Q, C, T)$  системы в условиях динамической задачи можно представить в виде:

$$\hat{R}(Q, C, T) = R_0(Q, C, T) + \sum_{i=1}^k b_i(t)x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij}(t)x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii}(t)x_i^2 + \dots; \quad (6)$$

$$X \subset Q \times C.$$

Целесообразно преобразовать выражение вида (6) в уравнение с числовыми коэффициентами регрессии. Принципиально это можно сделать несколькими путями.

Рассмотрим один из методов для случая линейной модели:

$$\hat{R}(Q, C, T) = R_0(Q, C, T) + \sum_{i=1}^k b_i(t)x_i. \quad (7)$$

Представим  $R_0(Q, C, T)$  и  $b_i(t)$  в виде функциональных рядов

$$R_0(Q, C, T) = \sum_{u=1}^N c_{0u} \varphi_u(t); \quad (8)$$

$$b_i(t) = \sum_{u=1}^N c_{iu} \varphi_u(t),$$

где  $\varphi_u(t)$ ,  $u = \overline{1, N}$  – коэффициенты функции;  $c_{0u}, c_{iu}, u = \overline{1, N}, i = \overline{1, k}$  – постоянные коэффициенты. Тогда

$$\hat{R}(Q, C, T) = \sum_{u=1}^N c_{0u} \varphi_u(t) + \sum_{i=1}^k \sum_{u=1}^N c_{iu} \varphi_u(t)x_i. \quad (9)$$

Проинтегрируем выражение (9) справа и слева в пределах  $(0; T)$ :

$$\int_0^T R(Q, C, T) dt = \sum_{u=1}^N c_{0u} \int_0^T \varphi_u(t) dt + \sum_{i=1}^k \sum_{u=1}^N c_{iu} \int_0^T \varphi_u(t) dt x_i.$$

Введем обозначения:

$$\int_0^T R(Q, C, T) dt = Z; c_{0u}^* = c_{0u} \int_0^T \varphi_u(t) dt; c_{iu}^* = \int_0^T \varphi_u(t) dt.$$

Тогда получим выражение:

$$Z = \sum_{u=1}^N c_{0u}^* + \sum_{i=1}^k \sum_{u=1}^N c_{iu}^* x_i. \quad (10)$$

В этом уравнении коэффициентами регрессии являются величины  $c_{0u}^*$  и  $c_{iu}^*$ ,  $i = \overline{1, k}; u = \overline{1, N}$ .

Оценки этих коэффициентов определяются соотношениями:

$$c_{iu} = \frac{c_{iu}^*}{\int_0^T \varphi_u(t) dt}. \quad (11)$$

Функции  $\varphi_u(t)$  и значение  $T$  выбираются такими, чтобы

$$\int_0^T \varphi_u(t) dt \neq 0, u = \overline{1, N}.$$

**3. Модели оценки фактора времени в эксперименте, когда одна из контролируемых переменных – время.** Представим выражение для функции отклика в виде:

$$R(Q, C, T) = [\theta(Q, C, B) + v(Q, C)] * f(t) + \varepsilon(t), \quad (12)$$

где  $f(t)$  и  $\theta^*(Q, C, B) = \|\theta_1(Q, C, B), \dots, \theta_m(Q, C, B)\|$  – известные функции;  $B$  – вектор неизвестных параметров;  $v(Q, C)$  – функция отражающая различие в системах, причем

$$M[v(Q, C)] = 0, \quad M[\varepsilon(t)] = 0$$

$$M[v(Q, C)v(Q, C)'] = \begin{cases} D_v(Q, C), & Q, C = (Q, C)' \\ 0, & Q, C \neq (Q, C)' \end{cases} \quad (13)$$

$$M[\varepsilon(t_1)\varepsilon(t_2)] = K_R(t_1, t_2),$$

где  $v(Q, C)$  и  $\varepsilon(t)$  – между собой независимы;  $K_R(t_1, t_2)$  – корреляционная функция риска.

Если способ вычисления оценок  $B$  задан, то оценка фактора времени заключается в поиске плана, минимизирующего некоторую меру точности этих оценок.

В качестве меры точности могут служить любые критерии оптимальности, например определитель дисперсионной матрицы оценок параметров  $|D(B)|$  или сумма дисперсий этих оценок  $S_p D(B)$ .

Изложенным методом можно воспользоваться и в тех случаях, когда  $R(Q, C, T)$  зависит от  $\theta(Q, C, B)$  нелинейно. Это характерно для многих задач теории надежности и безопасности, в которых функция  $\theta(Q, C, B)$  является параметром того или иного закона распределения. В этих случаях оценки  $\hat{Z}_i$  могут отыскиваться любым методом, подходящим в данной экспериментальной ситуации. Необходимо лишь знание дисперсионной матрицы  $D(\hat{Z}_i/v_i)$ , соответствующей использованному методу [4].

**4. Метод оценки фактора времени с применением спектрально-корреляционной теории случайных процессов.** Продолжительность наблюдений можно рассчитать по виду реализации случайного процесса риска  $R(t)$ , принимая определенные предположения. Обычно принимается, что стационарный случайный процесс имеет нормальное распределение координат, корреляционная функция его может быть аппроксимирована суммой экспонент. Корреляционная функция стационарного процесса  $R(t)$  обычно имеет монотонный характер. При подходе корреляционной функции к оси абсцисс колебания носят случайный характер. Флуктуации корреляционной функции обусловлены в основном конечностью длины реализации  $R(t)$ . Поэтому случайные колебания, наблюдающиеся на «хвосте» корреляционной функции, могут быть исключены из рассмотрения [6].

Остановимся на способах выбора длительности наблюдений  $T$  и интервала съема данных  $\Delta t$ . В литературе по теории случайных процессов имеется ряд соображений по оценке необходимой длины реализации при записи случайного процесса. Оценка величины  $T$  производится непосредственно по виду реализации  $R(t)$  при принятии ряда предположений об исследуемом случайном процессе.

Для нормального случайного стационарного процесса средняя квадратичная погрешность вычислений корреляционной функции, возникающая из-за конечной длины реализации, при условии  $M[R(t)] = m_t(t) = 0$  равна [7]

$$\sigma_{K_R}^2 = \frac{2}{(T-\tau)^2} \int_0^{T-\tau} (T-\tau-\theta) [\hat{K}_R^2(\theta) + \hat{K}_R(\theta+\tau) + \hat{K}_R(\theta-\tau)] d(\theta), \quad (14)$$

где  $K_R$  — корреляционная функция ВПОУ( $t$ );  $T$  — длина реализации (время наблюдения);

$\tau$  — временной сдвиг;  $\theta$  — приращение временного сдвига.

Обычно практически наиболее важен участок корреляционной функции при небольших значениях  $\tau$ , поэтому для дальнейшего расчета будем пользоваться  $\sigma_{K_{R(0)}} = \sigma_D$  — средней квадратичной погрешностью вычисления дисперсии случайного процесса

$$\sigma_D^2 = \frac{4}{T^2} \int_0^T (T-\theta) K_R^2(\theta) d\theta, \quad (15)$$

Подставляя в (15) вместо корреляционной функции значение принятой её аппроксимации и вычисляя интеграл, можно получить соотношение, связывающее параметры формулы аппроксимации оценки корреляционной функции с длиной реализации  $T$  и заданной средней квадратичной погрешностью дисперсии корреляционной функции  $K_R(\tau)$ .

**Заключение.** Количественный учет фактора времени при оценке значений показателей риска сложных критически важных систем является одной из центральных задач в теории техногенной безопасности. С целью решения этой задачи в предлагаемой статье приведены четыре математических количественных оценки фактора времени. В задачах исследования закономерности изменения техногенного риска во времени для всех рассмотренных моделей предлагается проводить в следующей последовательности:

1. Установить равную для всех режимов функционирования системы продолжительность наблюдения;
2. Через равные промежутки времени рассчитывать значения вероятности исходных событий ущерба от них для каждого режима эксплуатации системы;
3. По результатам расчета определять константы скоростей изменения вероятности исходных событий и ущерба во времени;
4. По полученным значениям констант изменения риска строить модель, связывающую константы с действующими факторами;

Интерпретация полученной таким образом зависимости константы скорости от действующих факторов позволяет получить исчерпывающую информацию о закономерности изменения значений риска по времени при действии на систему комплекса факторов внешней среды.

#### Литература

1. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска: Учеб.пособ. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 544 с.

2. Острейковский В.А. Теория техногенного риска: математические методы и модели: монография, Сургут. гос. ун-т ХМАО - Югры. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2013. – 320 с.
3. Острейковский В.А., Шевченко Е.Н., Микшина В.С. Количественная оценка риска в техногенной безопасности сложных динамических систем: монография // Итоги науки. Том 1. – Избранные труды международного симпозиума по функциональным и прикладным проблемам науки. М.: РАН, 2013. С. 12–31.
4. Острейковский В.А. Многофакторные испытания на надежность. – М.: Энергия, 1978. – 152 с.
5. Острейковский В.А. О некоторых классах моделей риска в теории техногенной безопасности // Надежность и качество. Тр. междунар. симпозиума: в 2 т. / под ред. Н.К.Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 1 т. – С. 46–49.
6. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. Изд. 2-е, Главная ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», М., 1977. – 568 с.
7. Пугачев, В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического уравнения. - Изд. 3-е, испр. - М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. - 883 с.

### **МЕТОДЫ НЕИНВАЗИВНОЙ КАРДИОДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Бодин О.Н., Полосин В.Г., Рахматулов Ф.К., Сергеевков А.С., Иванчуков А.Г.  
*Пенза, Пензенский государственный университет*

Предлагаемая работа содержит методы не инвазивной диагностики заболеваний сердца, основанные на статистической обработке информации электрокардиосигнала. В частности показано, что энтропийно-параметрический потенциал является эффективным инструментом выявления заболеваний посредством установления формы распределения случайных отсчетов.

#### **Methods for non-invasive diagnosis of heart disease based / Bodin O.N., Polosin V.G., Rahmatulov F.C., Sergeenkov A.S., Ivanchukov A.G.**

The report contains methods for non-invasive diagnosis of cardiac disease, based on a statistical analysis of information of electrocardiograms. In particular, we show that the entropy-parametric potential is an effective tool to identify diseases by establishing the shape of the distribution of random samples.

В современной медицине для диагностики сердечно сосудистых заболеваний находит широкое применение мониторинг электрокардиосигнала [1, 2]. Система оперативного слежения позволяет накапливать информацию о состоянии сердца и диагностировать заболевание на ранних стадиях его развития посредством контроля отклонения параметров распределения при работе сердца от «штатного» состояния. Случайный характер электрокардиосигнала обусловлен вероятностным поведением биологического объекта, так как работа биологической системы зависит от множества внутренних процессов и внешних воздействий. При условии вероятностного поведения биологического объекта неотъемлемая часть мониторинга состоит в получении статистических параметров на основе обработки электрокардиосигнала.

Предлагаемая концепция мониторинга электрокардиосигнала направлена на непрерывный контроль статистических параметров распределения данных в скользящем окне одного кардиоцикла. Так как для стороннего наблюдателя попадание отсчетов в ограниченный интервал значений носит случайный характер, то для контроля изменения состояния сердечнососудистой системы достаточно установить характерную форму распределения отсчетов электрокардиосигнала в течение одного цикла. В связи с тем, что изменение формы кривой распределения отражает возможный сбой сердечнососудистой системы, то отклонение параметров распределения от их стационарных значений указывает на возможность заболевания и необходимость обращения в медицинское учреждение.

Один из известных эффективных методов контроля формы распределения основан на вычислении моментов распределения. На статистические параметры распределения выборки отсчетов, полученной в течение кардиоцикла, влияют состояния зубцов, комплексов и временных интервалов покоя кардиосигнала. Классически для контроля параметров формы распределений рассчитывают коэффициенты асимметрии и эксцесса [3,4]. Статистические ряды, построенные на основе моментов высокого порядка, так же позволяют получить хорошие аппроксимации для сортированной выборки данных [5]. Так как центральные моменты выборки данных в скользящем окне содержат информацию о состоянии элементов кардиоцикла, то наблюдение фазовой траектории в пространстве моментов позволяют получить независимую диагностическую информацию уже на ранних стадиях развития

заболевания или причины кратковременного изменения функционирования сердечно сосудистой системы.

Другой метод независимого наблюдения за состоянием формы распределения данных электрокардиосигнала заключается в оценке меры неопределённости результатов наблюдения, отражающей их неупорядоченность в выборке скользящего окна. Из теории информации известно, что энтропия используется в качестве независимой меры рассеяния случайной величины и, поэтому, может быть использована в качестве количественной характеристики для распределений вероятностей. Подобный подход используется при выравнивании выборочных данных путём подбора сглаживающего распределения [6].

Физиологические процессы функционирования биологического объекта определены законами термодинамики, согласно которой неупорядоченность закрытой системы определена максимальным значением термодинамической энтропии внутри системы. Согласно известной теореме Пригожина И. продукция термодинамической энтропии в системе, находящейся вблизи стационарного состояния равновесия, стремится к своему минимальному значению [7]. Из условия, что при распространении потенциала действия в миокарде концентрация ионов во внутри клеточной и межклеточной средах практически не меняется, следует устойчивость состояния ионной системы миокарда, определяющей процессы распространения информации в форме электрических импульсов. Следовательно, функционирование системы вблизи состояния устойчивого равновесия определяет выполнение условия минимизации производства термодинамической энтропии. Исследование энтропии термодинамических и информационных процессов сердца для физических процессов не инвазивной кардиодиагностики показывает тесную взаимосвязь этих процессов и, как следствие, из принципа минимизации продукции термодинамической энтропии вытекает принцип минимизации информационной энтропии биологической системы, оцениваемой в течение того же периода наблюдения [8].

Минимизацию энтропии для контроля функции плотности условной вероятности наблюдаемой случайной величины применяют более 10 лет в стохастических динамических системах. Хорошим примером рассмотренного способа контроля параметров функции служит система управления, разработанная группой учёных из Манхэттена [9], в которой минимизация энтропии непрерывной случайной переменной используется для оценки масштабирующий параметр распределения априорно известной формой. В работах Лазорева В.Л. предложен способ контроля стохастической системой для организации мониторинга и управления, основанный на минимизации энтропийного потенциала [10]. Основным недостатком контроля энтропийного потенциала состоит в том, что при таком подходе динамическая система стремится к самопроизвольному переходу в состояние с малыми значениями коэффициентов энтропии.

Объединение методов контроля параметрической и энтропийной неопределённости, рассчитанных для выборки отсчётов в скользящем окне одного кардиоцикла, увеличивает диагностические возможности статистической обработки при проведении мониторинга сердечнососудистой системы. В работах [11, 12] показано, что коэффициент энтропии, равный отношению энтропийного потенциала к стандартному отклонению, однозначно связан с параметром формы для симметричных и несимметричных распределений. Отклонение коэффициента энтропии, оценка которого получена по выборочным значениям в скользящем окне для одного кардиоцикла, позволяет диагностировать появление нештатных состояний сердечно сосудистой системы посредством контроля формы кривой распределения отсчётов электрокардиосигнала.

Совместный контроль функции плотности распределения, основанный на энтропийной и параметрической обработке электрокардиосигнала, позволяет также диагностировать сердечно-сосудистую систему по изменению отдельных зубцов и комплексов сигнала без установления положения их временных интервалов [13]. Подобный подход хорошо зарекомендовал себя при анализе причин излучения по анализу статистических результатов активности источников [14]. В пространстве коэффициента энтропии и контрэкссесса различные состояния сердечнососудистой системы при раздельном исчезновении  $S$ ,  $T$ ,  $P$  и  $Q$  зубцов принадлежат различные траектории, что характеризует по направлению изменения траектории причину изменений состояния системы и, как следствие, диагнозовозможного заболевания.

Таким образом, совместная оценка параметрических свойств распределений и свойств неупорядоченности отсчётов в выборке путём расчёта энтропии распределения позволяет улучшить диагностические возможности статистической обработки электрокардиосигнала при мониторинге сердечнососудистой системы.

#### Литература

1. Федотов, А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. / М.: Радио и связь, 2013. – 248 с.

2. Краснов, Л. А., Олейник В. П. Аппаратная регистрация электрических биопотенциалов. Биомедицинские измерительные преобразователи: учеб. пособие / Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2014. – 96.
3. Прохоров, С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов / Самарский государственный аэрокосмический университет, 2001., 329 с.
4. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям – СПб.: Наука, 2001. – 295 с.
5. Полосин, В.Г. Способ статистического анализа электрокардиографической информации / Известия Южного федерального университета. Технические науки. Таганрог, 2014. №10, С. 120 – 126.
6. Мартынов, В. В. Метод обработки и анализа выборочных данных / В. В. Мартынов, П. В. Мартынов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 3 (23). – С. 3–14.
7. Пригожин, И. Введение в термодинамику необратимых процессов. / М.: Ижевск: РХД, 2001. 160 с.
8. Полосин В.Г., Балахонова С.А., Бодин О.Н., Рахматулов Ф.К. Использование энтропии термодинамических и информационных процессов сердца в неинвазивной кардиодиагностике / БиоТехноСфера. СанктПетербург, 2015. № 3, С.7-12.
9. SkafZ., Al-BayatiA., Wang,H. MinimumEntropyApproachforRobotManipulator / 2011 50<sup>th</sup> IEEE Conference on Decision and Control and European Control CONFERENCE (CDC-ECC) Orlando, FL, USA, December 12-15, 2011. – MIMS EPrint: 2012.11. С. 2475 – 2480. <http://www.manchester.ac.uk/mims/eprints>
10. Лазорев, В.Л. Энтропийный подход к организации мониторинга и управления // Известия РАН. Теория и системы управления. 2005. №6. С.61 – 68.
11. Новицкий, П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат. – 1985. – 284 с.
12. Полосин, В.Г., Бодин О.Н., Балахонова С.А. Разработка и исследование модели восстановления миокарда для прогнозирования АВ блокад / Мехатроника. Автоматизация. Управление. М.: изд. «Новые технологии», 2013 г. №12. Стр. 59—64.
13. Бодин, О.Н., Иванчуков А.Г., Полосин В.Г., Рахматулов Ф.К. Энтропийно-параметрическая обработка электрокардиосигнала / Журнал «Фундаментальные исследования», М.: Изд. центр «Академия наук» №3, 2015, стр. 23 – 27.
14. Тертычная, С.В. Изучение составляющих источника радона на основе анализа статистических результатов его объёмной активности. / Полосин В. Г. , Тертычная С. В. Известия ВУЗов, поволжский регион. Физико-математические науки. – 2008. – №4 (8). С. 71 – 78.

## ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ

Рагузин А.С., Губанов Н.Г.  
Самара, ФГБОУ ВПО СамГТУ

Рассмотрены вопросы построения дискретно-событийной модели процесса мониторинга за работой системы синхронизации времени. Проведено оптимизирование количества устройств, входящих в систему синхронизации времени с целью повышения качества и оперативности принятия управленческих решений.

### **Discrete-event simulation to the monitoring operation of time synchronization system. Raguzin A., Gubanov N.**

Issues of construction of discrete-event model of the process of monitoring the work of the time synchronization. An optimization of the number of devices included in the time synchronization for improving the quality and efficiency of decision-making.

Своевременный анализ и оценка планируемых изменений помогают избежать многих проблем, повысить качество и оперативность принимаемых управленческих решений. Одним из инструментов анализа, который позволяет оценить эффективность внедряемых изменений, является имитационное моделирование.

В статьях [1] и [2] были рассмотрены вопросы организации типовой системы синхронизации времени (далее – ССВ) информационных систем распределительной сетевой компании, а также методики и средства для организации мониторинга работы этой системы.

Целью данной статьи является рассмотрение аспектов использования имитационного моделирования в процессе принятия управленческих решений, связанных с процессом мониторинга за работой ССВ.

Использование имитационной модели делает возможным прогнозирование и анализ различных ситуаций, которые еще не происходили, но могут произойти в будущем. С ее помощью возможно оценить критичность отдельных параметров, что облегчает создание теоретических моделей. Такие модели позволяют наглядно отслеживать динамику процесса. В качестве инструмента для моделирования выбрана система AnyLogic.

В [2] предлагается организовать мониторинг работоспособности процесса синхронизации основываясь на анализе и обработке сообщений, поступающих в единый центр со всех устройств, входящих в ССВ, об ошибках и предупреждениях в работе того или иного параметра протокола NTP: об остановке службы времени, о сбоях в процессе синхронизации, о превышении смещения времени локальных часов и часов на сервере, о превышении заданного уровня Stratum NTP-сервера, с которым происходит синхронизация.

Созданная модель (см. рисунок 1) построена на следующих начальных данных.

В сети ССВ используется 100 устройств (параметр модели num\_Devices), которые круглосуточно (посменно) обслуживает один администратор (параметр модели num\_Admins). Средства мониторинга на устройствах генерируют сообщения об ошибках и предупреждениях, которые моделируются в виде входящих заявок четырех типов.

Сообщение об ошибке (Type\_1) «Не работает служба NTP». Сообщение может возникнуть на одном устройстве согласно треугольному вероятностному распределению с минимальным значением 0 в месяц, максимальным – 1 в месяц и наиболее вероятным – 0 в месяц. Таким образом интенсивность прибытия заявок Type\_1 от всех устройств определяется:

$$\text{Интенсивность прибытия} = \text{triangular}(0/(30*\text{day}()), 1/(30*\text{day}()), 0/(30*\text{day}())) * \text{num\_Devices}.$$

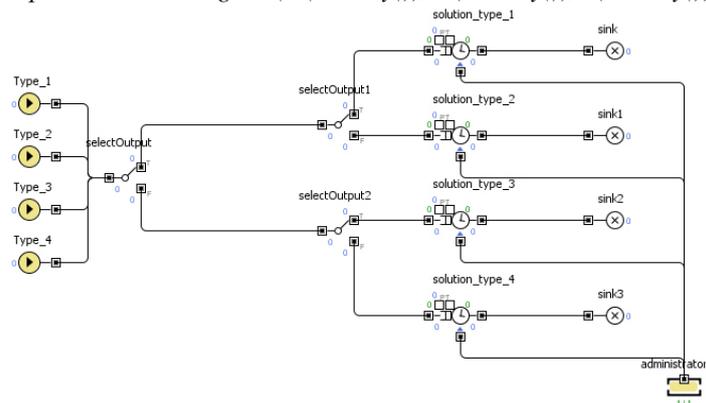


Рисунок 1 – Модель мониторинга ССВ

На разрешение одной ошибки Type\_1 администратор затрачивает время, которое также определяется по треугольному вероятностному распределению с минимальным значением 1 час, максимальным – 8 часов и наиболее вероятным – 2 часа:

$$\text{Время задержки} = \text{triangular}(1*\text{hour}(), 8*\text{hour}(), 2*\text{hour}()).$$

Сообщение об ошибке (Type\_2) «Сбой в процессе синхронизации». Интенсивность прибытия таких заявок аналогична заявкам Type\_1.

На разрешение одной ошибки Type\_2 администратор затрачивает время, которое определяется по треугольному вероятностному распределению с минимальным значением 1 час, максимальным – 16 часов и наиболее вероятным – 4 часа:

$$\text{Время задержки} = \text{triangular}(1*\text{hour}(), 16*\text{hour}(), 4*\text{hour}()).$$

Сообщение о предупреждении (Type\_3) «Превышение максимально разрешенного значения смещения Offset»). Сообщение может возникнуть на одном устройстве согласно треугольному вероятностному распределению с минимальным значением 0 в день, максимальным – 2 в день и наиболее вероятным – 1 в день:

$$\text{Интенсивность прибытия} = \text{triangular}(0/\text{day}(), 2/\text{day}(), 1/\text{day}()) * \text{num\_Devices}.$$

Администратор затрачивает на обработку предупреждения Type\_3 время, которое определяется по треугольному вероятностному распределению с минимальным значением 0.1 часа, максимальным – 0.5 часа и наиболее вероятным – 0.2 часа:

$$\text{Время задержки} = \text{triangular}(0.1*\text{hour}(), 0.5*\text{hour}(), 0.2*\text{hour}()).$$

Сообщение о предупреждении (Type\_4) «Превышение максимально разрешенного уровня Stratum». Сообщение может возникнуть на одном устройстве согласно треугольному вероятностному

распределению с минимальным значением 0 в день, максимальным – 1 в день и наиболее вероятным – 0 в день:

$$\text{Интенсивность прибытия} = \text{triangular}(0/\text{day}(), 1/\text{day}(), 1/\text{day}()) * \text{num\_Devices}.$$

Администратор затрачивает на обработку такого предупреждения время, аналогичное времени обработки предупреждения Type\_3.

Обработку поступающих сообщений администратор ведет со следующими приоритетами: Type\_1 – 4, Type\_2 – 3, Type\_3 – 2, Type\_4 – 1.

Выполнив модель для периода времени в один месяц (720 часов), для ССВ количеством 100 устройств, получаются выходные данные представленные на рисунке 2. Анализируя диаграммы, видно, что администратор не успел обработать критичное сообщение об ошибке Type\_2 и множество некритичных предупреждений Type\_3 и Type\_4.

Для повышения качества и оперативности принимаемых управленческих решений необходимо подобрать оптимальное количество устройств, по которым один администратор сможет обслуживать возникающие ошибки. Для этого создается эксперимент «Оптимизация», где в качестве функции, возвращаемое значение которой необходимо максимизировать указывается параметр num\_Devices. Приемлемым условием эксперимента будет считаться отсутствие необработанных ошибок Type\_1 и Type\_2 за один месяц. Количество устройств с каждой итерацией эксперимента будет изменяться от 40 до 150 с шагом 10. Для каждой итерации будет выполняться 5 реплик эксперимента.

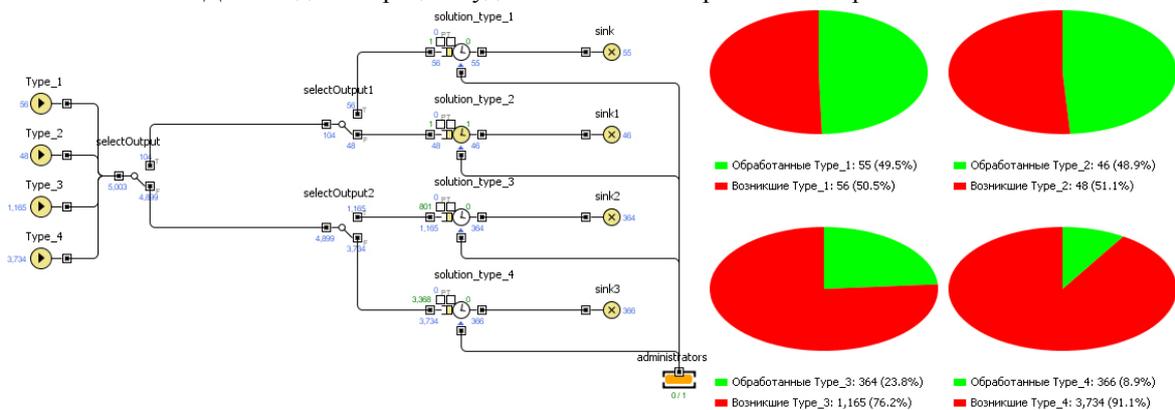


Рисунок 2 – Результат выполнения модели

На рисунке 3 видно, что за один месяц один администратор может без труда обслуживать ССВ с количеством устройств равным 70.

### Monitoring SSV : Optimization

Оптимизационный эксперимент

Запустить оптимизацию

	Текущее	Лучшее
Итерация:	12 <small>недопуст.</small>	4
Репликации:	5	5
Функционал:	↑ 140	70

**Параметры**

num\_Admins: 1 → 1

num\_Devices: 140 → 70

Копировать лучшее решение в буфер

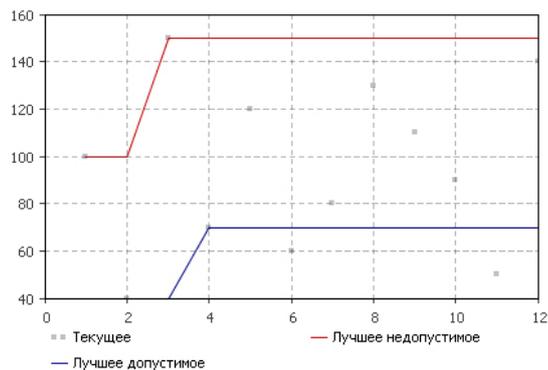


Рисунок 3 – Результат эксперимента по оптимизации

Таким образом, предложенная дискретно-событийная модель процесса обработки аварийных событий системы синхронизации времени, построенная в среде моделирования AnyLogic, позволяет выявить узкие места системы и оценить меры по их устранению. В частности, определено максимальное количество возможных устройств ССВ, сообщения об ошибках, с которых может обрабатывать один администратор ССВ, при определенных вероятностях появления таких сообщений.

### Литература

1. Рагузин А.С., Шишков М.А., Носенко А.Ф. Синхронизация времени гетерогенных информационных систем технологических объектов региональной электросетевой компании // Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды междунар. науч.-техн. конф.: сборник статей. Самара: СамГТУ, 2011. Т.2. С. 7-12.
2. Рагузин А.С., Шишков М.А., Носенко А.Ф. Мониторинг синхронизации времени информационных систем технологических объектов региональной электросетевой компании // Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды III междунар. науч.-техн. конф.: сборник статей. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – Т.2. – С. 58-61.

## МОДЕЛЬ КОММУТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БОРТОВОЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Самойленко А.П., \*Панычев С.А.

*Таганрог, ЮФУ, Институт радиотехнических систем и управления, \*Институт компьютерных технологий и информационной безопасности*

На основе синтезированного оптимального по времени алгоритма динамического управления потоками информации и упорядочения данных в них сформирована математическая модель информационно-коммутиционной системы бортовой сети. Разработан реализующий этот алгоритм контроллер внешних прерываний. Определены основные характеристики проектируемой информационно-коммутиционной системы.

### **Model of switching systems of onboard network information and communication. Samoylenko A., Panychev S.**

On the basis of the synthesized optimal time algorithm for dynamic control flows of information and organize information in them formed a mathematical model of information and switching systems onboard network is offered. The external interrupt controller, which implements this algorithm, is developed. The main characteristics of the designed information and switching systems are specified.

Процессы сбора, обработки, хранения и передачи трафика в непрерывном информационном потоке данных бортовой инфокоммуникационной сети (БИКС) характеризуются целым спектром алгоритмических и технических проблем. Наиболее существенные из этих проблем следующие: разнообразие коммутиционного оборудования; аппаратные сложности взаимодействия с ним; различия в способах сбора и форматах данных о трафике отдельных элементов сети; большой объём квалификационных характеристик трафика; необходимость контроля качества исходных данных; требование безотлагательного удовлетворения информационных запросов разнородных компонентов БИКС [1-4].

Организация оптимального контроля и управления распределением каналов прохождения трафика в коммутиционных системах БИКС осуществляется контроллером прерываний, который обеспечивает: полную загрузку сети в условиях изменения параметров внешней среды обслуживания; минимальное ресурсопотребление; максимальную адаптацию к процессам, протекающим во внешней среде.

Математическая модель информационно-коммутиционной системы БИКС разработана в рамках традиционного аппарата системы массового обслуживания (СМО) в предположении априорного выявления законов распределения запросов по времени. Инструментарий СМО позволяет определить вероятностные показатели эффективности работы системы, характеристики входящего потока однородных событий, дисциплину их обслуживания, структуру и критерий эффективности функционирования исследуемой информационно-коммутиционной системы (ИКС). Для достижения наилучшей эффективностью описания законов функционирования ИКС применена теория расписаний, методами которой выполняется анализ условий обслуживания периодических потоков заявок.

На основе теории расписаний было выявлено, что для синтеза оптимальной дисциплины диспетчеризации с полной загрузкой ядра ИКС следует использовать приоритетный способ опроса входных каналов, что максимизирует возможность обслуживания приоритетных заявок и позволяет обеспечить устойчивость характеристик обслуживания информационного потока в моменты перегрузки системы.

Построение математической модели ИКС в базисе СМО произведено в несколько этапов. Сначала построен размеченный граф состояний системы. Затем на его основе составлена система дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена, решением которой является вектор вероятностей

пробытия системы в каждом  $n$ -м состоянии. На последнем этапе определены вероятностные характеристики: среднее время ожидания запросов в очереди на обслуживание, средняя длина очереди, абсолютная и относительная пропускная способность системы и т. д. Данный подход позволяет построить ряд зависимостей как для бесприоритетных, так и для приоритетных систем обслуживания, что подтверждает эффективность адаптивного метода построения системы обслуживания с динамически изменяемым приоритетом и позволяет определить численные значения контролируемых параметров.

Традиционным методам организации приоритетов в расстановке заявок в очереди на обслуживание присущи такие недостатки, как отсутствие оперативной реакции на малоинерционные ситуации при управлении в реальном масштабе времени; исключения или передачи на внеочередное обслуживание «стареющей» заявки; ограниченные возможности построения математической модели внешней среды. В приложении к информационно-коммутиционной системе БИКС указанные недостатки выражаются в ухудшении качества обслуживания: задержке процессов обслуживания, порой – в потере передаваемой информации вследствие «старения» заявки или переполнения буфера коммутиационного узла.

Основной идеей синтеза адаптивного контроллера является пересмотр приоритетности запросов в очереди заявок с учетом времени пребывания каждой из них в системе, то есть помимо штрафа за задержку в обслуживании  $\alpha$  особую роль играет функция изменения приоритета заявки во времени  $f(t)$ :

$$\left[ \frac{\alpha_j}{v_j} f'_j(t) \right]_p > \left[ \frac{\alpha_k}{v_k} f'_k(t) \right]_{p+1}, \text{ где } v - \text{ длительность ее обслуживания, то есть из двух заявок } j \text{ и } k$$

высший приоритет присваивается той, для которой больше значение  $\frac{\alpha}{v} f'(t)$ .

Применение динамической дисциплины обслуживания целесообразно, когда параметры входных информационных потоков резко меняются во времени, поскольку дисциплина обслуживания с фиксированными приоритетами приводит к увеличению вероятности «старения» заявок в системе, то есть к их потере.

Для реализации дисциплин обслуживания очереди заявок с динамически изменяемыми приоритетами необходимы системы прерывания, построенные на перепрограммируемом элементном базисе. В основу синтеза информационно-коммутиционной системы БИКС положен математический аппарат порядковой логики, посредством которого был разработан новый класс систем прерывания «дейзи-кольцо» с динамически изменяемыми приоритетами в соответствии с информационной моделью объекта управления.

Логическая модель системы внешних прерываний для  $n$  информационных заявок в результате порядково-логического синтеза может быть описана системой  $n$  логических уравнений. В матричной форме логическая модель информационно-коммутиционной системы может быть отображена следующим образом

$$\left| Y_j \right|_{j=1,n} = \left[ \bigwedge_{j=1,n} \bigwedge_{i=n,1,2,\dots,(n-1)} \bar{u}_j \wedge z_i \mid \bigvee_{j=1,n} u_j \mid \bigvee_{j=1}^n X_j \right] \bigwedge_{j=1,n} X_j \wedge s_i,$$

$$\bigwedge_{j=1,n} X_j \wedge s_i = \begin{cases} \left| X_j \right|_{j=1,n} = \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{vmatrix} & \text{при } i = 1 \\ \left| X_j \right|_{j=1,n} = \begin{vmatrix} x_n \\ x_{n-1} \\ \dots \\ x_1 \end{vmatrix} & \text{при } i = 2 \end{cases},$$

$$\left| z_i \right|_{j=1,n} = \left[ \bigwedge_{j=1,n} \bigwedge_{i=n,1,2,\dots,(n-1)} \bar{u}_j \wedge z_i \mid \bigvee_{j=1,n} u_j \mid \bigvee_{j=1}^n X_j \right] \bigwedge_{j=1,n} X_j \wedge s_i,$$

где  $X_i \in \{0,1\}$  –  $i$ -й входной порт  $i$ -й заявки;  $Y_i$  –  $i$ -й выходной порт;  $|u_1, u_2, \dots, u_n|$  – матрица управляющих сигналов, формирующих упорядоченный ряд  $u_i \in \{1,0\}$ , и задающих наиболее приоритетный вход;  $|s|$  – матрица управляющих сигналов, задающих направление очереди  $[(1 \rightarrow n)$  или  $(n \rightarrow 1)]$ ;  $S_i \in \{1,0\}$ ;  $t_{\max} = (t_1 t_2 \dots t_j \dots t_m)$  – максимальное время ожидания запросов в очереди в виде  $m$ -разрядного двоичного кода,  $t_i \in \{1,0\}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ;  $t_{\text{real}} = (t_1 t_2 \dots t_j \dots t_m)$  – текущее время в виде  $m$ -разрядного двоичного кода, отсчитываемое таймером реального времени,  $t_j \in \{1,0\}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ;  $t_i = (t_1 t_2 \dots t_j \dots t_m)$  – время прихода  $i$ -го запроса на обслуживание в виде  $m$ -разрядного двоичного кода,  $t_j \in \{1,0\}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $n$  – количество мест в очереди;  $N$  – количество каналов обслуживания;  $K$  – количество заявок на обслуживание.

Таким образом, реализация синтезированной структуры информационно-коммутиционной системы бортовой инфокоммуникационной сети позволяет:

- получить число упорядоченных рядов (очереди) равно  $n!$ , где  $n$  – число информационных входов прерывания;
- обеспечить адаптивную настройку структуры системы на соответствующую динамику очередности заявок;
- значительно сократить аппаратные затраты за счет перестройки структуры в  $(n!-2)$  раза;
- исключить потери заявок вследствие устранения инерционности.

#### Литература

1. Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопалов М.Ю. Идентификация и диагностика систем. М.: Издательский дом «Академия», 2009. 352 с.
2. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами / Под ред. Проф. А.С. Сырова. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 304 с.
3. Lesh F. Software development aids in distributed microprocessor system // Proc/ 1977 Jnt. Simp. MINI and MICRO Comp. MINI77, Monthreal. P. 88-90.
4. Chow Y.-C., Kohler W. Models for dynamic load balancing in a heterogeneous multiple processor system // IEEE Trans. Comput. Vol. C-28, No. 5. P. 354-362.

### МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Саушев А.В.

*Санкт-Петербург, ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова*

Рассмотрены марковские модели управления состоянием электротехнических систем в различных режимах их эксплуатации. Представлен граф эволюции состояния электротехнических систем, учитывающий их структурные изменения и параметрические отклонения.

#### **Models of management of a condition of electrotechnical systems. Saushev A.**

Markov models of management of a condition of electrotechnical systems in various modes of their operation are considered. It is presented columns of evolution of a condition of electrotechnical systems, considering their structural changes and parametrical deviations.

Для описания процессов изменения состояния электротехнических систем (ЭТС) можно воспользоваться двумя типами моделей. Первый тип модели в качестве параметра состояния системы использует ее случайную наработку до отказа или до заданного уровня работоспособности. Такие модели являются классическими и находят широкое применение для описания процессов изменения технического состояния и оценки надежности простых ЭТС. Для их практической реализации необходимо знать закон распределения случайной наработки, а также осуществлять непрерывный контроль состояния системы.

Второй тип модели основан на аналитическом описании случайного процесса изменений физико-технических параметров ЭТС, характеризующих ее состояние. При этом обычно используют параметрические модели, основанные на марковских процессах.

В докладе рассматриваются математические модели, позволяющие описать возможные режимные состояния ЭТС, имеющие место при их эксплуатации, а также модели управления состоянием ЭТС в различных режимах их функционирования и эксплуатации.

Рассматривая, например, процесс эксплуатации ЭТС можно заключить, что этот процесс представляет собой последовательность сменяемых типовых режимов эксплуатации: хранение, контроль состояния, техническое обслуживание, ремонт, подготовка к применению, применение по назначению. Переход из одного режима в другой происходит в определенные моменты времени в соответствии с правилами технической эксплуатации. Этот процесс можно представить формализованной моделью в виде ориентированного графа [1], в котором множеству вершин соответствует множество режимов эксплуатации, а множеству дуг – множество направленных переходов при смене этих режимов.

Реальный процесс эксплуатации ЭТС имеет две особенности. Первая состоит в том, что на рассмотренном выше графе режимов эксплуатации направления перехода зависят в основном от состояния ЭТС в данном режиме, и практически не зависят от режимов, в которых система уже побывала. Вторая особенность заключается в том, что время пребывания в каждом режиме может быть как детерминированным, так и случайным. Отсюда следует возможность моделирования процесса эксплуатации ЭТС полумарковскими моделями с дискретным множеством состояний.

Граф многорежимной эксплуатации ЭТС является сильно связанным, так как содержит только сообщающиеся состояния. Отсюда следует, что полумарковский процесс, заданный на данном графе, является эргодическим.

В результате композиции полумарковской модели управления режимами эксплуатации и марковских моделей изменения состояния ЭТС в каждом режиме можно построить обобщенную модель управления состоянием для случая многорежимной эксплуатации [1].

В самом общем случае модель эволюции состояния ЭТС должна отражать количественные и качественные изменения, которые происходят в системе во всех возможных режимах ее работы с момента начала эксплуатации до наступления предельного состояния. Представим эту модель в виде обобщенного графа (рисунок) с конечным набором состояний, общее число которых определяется технической возможностью или заданной точностью распознавания двух смежных состояний. Для раскрытия сущности эволюции состояния ЭТС следует выделить структурные и параметрические возмущения в системе в процессе эксплуатации.

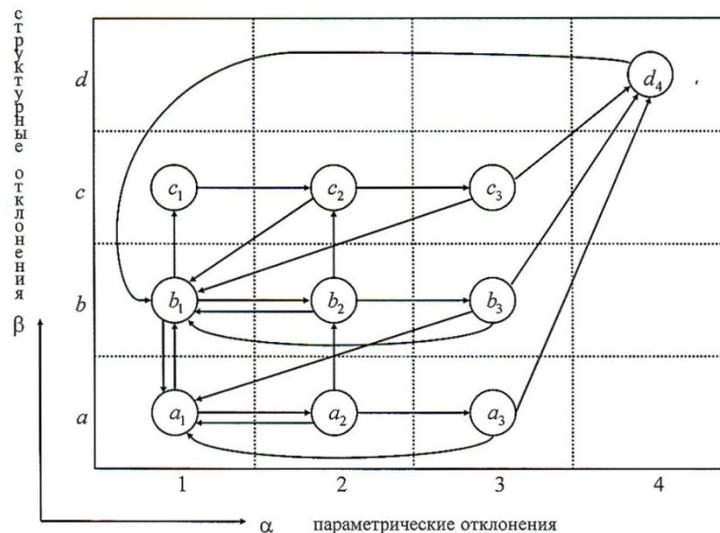


Рисунок. Граф эволюции состояния электротехнической системы

Параметрические возмущения обусловлены непрерывным изменением интенсивности свойств комплектующих элементов ЭТС вследствие их старения, износа и действия внешних возмущающих воздействий. Эти возмущения приводят к непрерывному накоплению параметрических отклонений и, как следствие, к изменению запаса работоспособности системы, каждому уровню которого в соответствии с заданной дискретностью, ставится в соответствие определенное состояние. Структурные возмущения, в отличие от параметрических возмущений, приводят к накоплению структурных отклонений и, как следствие, к потере одного или нескольких свойств комплектующих элементов ЭТС, что отражается на изменении структуры системы и, в конечном счете, приводит к ее внезапному отказу.

Представленный на *рисунке* граф дополняет установленные стандартом виды технических состояний и тем самым более полно отражает имеющие место на практике состояния эксплуатации ЭТС. Рассмотрим эти состояния:

$\{a1\}$  – множество исправных состояний, различающихся объемом накопленных параметрических отклонений, которым соответствуют различные уровни запаса работоспособности  $P_0, P_1, \dots, P_{d-1}$ ;

$\{b1\}$  – множество работоспособных состояний, которые в самом общем случае различаются объемом накопленных как параметрических, так и структурных отклонений. Различный объем структурных накоплений может иметь место, например, в ЭТС с резервированием;

$\{c1\}$  – множество состояний правильного функционирования, различающихся объемом накопленных параметрических и структурных возмущений;

$\{a2\}$  – множество состояний, при которых ни в одном режиме работы, не выполняются внешние условия работоспособности, т.е. система выполняет возложенные на нее функции, но один или несколько показателей качества находятся за допустимыми пределами. Вместе с тем, в системе отсутствуют структурные отклонения и, как следствие, внезапный отказ;

$\{b2\}$  – множество состояний, отличающихся от множества  $\{a2\}$  тем, что в системе имеют место структурные отклонения, которые, однако, не привели к внезапному отказу;

$\{c2\}$  – множество состояний, отличающихся от множества  $\{b2\}$  тем, что в системе имеет место внезапный отказ и она выполняет возложенные на нее функции с недопустимо низким уровнем качества лишь в одном или нескольких (но не всех) режимах работы;

$\{a3\}$  – множество состояний, различающихся уровнем параметрических отклонений, при которых система неспособна выполнять возложенные на нее функции из-за исключительно низкого уровня ее качества. Вместе с тем, в системе отсутствуют структурные отклонения;

$\{b3\}$  – множество состояний, отличающихся от множества  $\{a3\}$  тем, что в системе имеют место структурные отклонения, которые, однако, не привели к внезапному отказу;

$\{c3\}$  – множество состояний, отличающихся от множества  $\{c2\}$  тем, что система неспособна выполнять возложенные на нее функции из-за исключительно низкого уровня ее качества.

$\{d4\}$  – множество состояний, различающихся уровнем параметрических и структурных отклонений, при которых система находится в предельном состоянии и физически не может выполнять возложенные на нее функции – все показатели назначения находятся на нулевом уровне.

Рассмотренные модели являются основой для решения задач технического диагностирования ЭТС [1, 2].

#### Литература

1. Саушев, А. В. Основы управления состоянием электротехнических систем объектов водного транспорта / А. В. Саушев. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2015. – 222 с.
2. Саушев, А. В. Метод оценки состояния электротехнических систем на стадии эксплуатации / А. В. Саушев // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий». – М.: НИУ ВШЭ, 2014. – С. 489 – 491.

#### О ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ИНФОРМАЦИИ

Сафонова И.Е.  
Москва, МГУПС (МИИТ)

Приводится определение понятия «информация» в соответствии с международными стандартами, представлены меры информации и формулы Р.Хартли и К.Шеннона для определения количества информации. Дано описание пространственно-временных характеристик информации на примере телекоммуникационной сети.

#### About temporal and spatial characteristics of information. Safonova I.

Provided a definition of "information" in accordance with international standards, presents measures of information and formulas, R. Hartley, and K. Shannon to determine the amount of information. The description of the spatio-temporal characteristics of the information by a telecommunication network.

Существует множество определений понятия «информация». В международных стандартах «информация» представлена как:

- знания о предметах, фактах, идеях и т. д., которыми могут обмениваться люди в рамках конкретного контекста (ISO/IEC 10746-2:1996);
- знания относительно фактов, событий, вещей, идей и понятий, которые в определенном контексте имеют конкретный смысл (ISO/IEC 2382-1:1993).

Информацию можно классифицировать по: объектам информационного взаимодействия, способу восприятия, форме представления, назначению, отраслям знаний, по истинности и т.д.

В прикладных науках важно уметь определять, что является информацией и, что ей не является. Например, в информатике предметом изучения являются данные - методы их создания, хранения, обработки и передачи, а в физике информация может рассматриваться как передача и регистрация сигналов от одного объекта другому.

Как известно, теория информации – это раздел прикладной математики, радиотехники и информатики, относящийся к изучению и измерению количества информации, её свойств и предельных соотношений для систем передачи данных. Эта теория оперирует математическими моделями, а не реальными физическими объектами.

Мерами информации являются:

1. Меры полезности информации – семантические меры, энтропия, шум, тезаурус.
2. Структурные меры – геометрическая, комбинаторная, мера Хартли.
3. Статистические меры – вероятностные оценки, закономерности и законы распределения событий и количественных мер информации, энтропии, соотношение энтропии и количества информации.
4. Семантические меры информации – pertinентность, релевантность, когнитивность, описательность, асимметрия, эксцесс, эллипсность и другие.

Информационная энтропия ( $H$ ) - это мера хаотичности информации, неопределённость появления какого-либо символа первичного алфавита.

Принятой единицей измерения является бит – количество информации, при котором неопределённость уменьшается вдвое.

Количество информации равновероятных событий определяется формулой Р.Хартли, в ней процесс получения информации рассматривается как выбор одного сообщения из уже заданного множества равновероятных сообщений:

$$I = \log_2 N, \quad (1)$$

где  $I$  - количество информации, а  $N$  - возможное множество сообщений.

Здесь взят логарифм по основанию 2 ввиду того, что подсчёт информации требуется в основном в компьютерной технике, где информация хранится в двоичной системе счисления.

Формула К.Шеннона для определения количества информации, учитывающая возможную неодинаковую вероятность событий:

$$I = -\sum_n p_n \log_2 p_n, \quad (2)$$

где  $p_n$  - вероятность того, что  $n$ -е сообщение верно.

Все многообразие информации должно быть так организовано в пространстве, чтобы позволить пользователю найти необходимую ему информацию. В информационной среде пространственная организация тесно связана с параметрами времени [1, 2].

Пространство и время являются двумя фундаментальными категориями в современной науке для обозначения протяженности и длительности. Пространство и время имеют также и специфические свойства, которые относятся только к пространству или только ко времени. Как известно, основными свойствами пространства являются: однородность, изотропность, трехмерность, также используется понятие многомерного пространства; время в отличие от пространства является одномерным и необратимым. Существуют необычные точки зрения на понятие времени, например, профессора Пулковской обсерватории Н.А.Козырева.

Измерения расстояния (пространства) и времени связывают с количественными сравнениями. Небольшие расстояния в макромире измеряются с помощью эталона. Самые простейшие измерения производятся с помощью линейки или рулетки. Существуют кинематический способ измерения расстояний (например, радиолокационный метод и метод измерения расстояний в макромире при помощи дифракции элементарных частиц – здесь эталоном является длина волны излучения); метод геометрического параллакса; метод наблюдения за цефеидами и другие.

Для измерения больших временных интервалов используется метод радиоактивного распада.

$$R(t) = R_0 \cdot 2^{-t/T}, \quad (3)$$

где  $R(t)$  – число радиоактивных атомов в момент времени  $t$ ;  $R_0$  – число радиоактивных атомов в момент времени  $t = 0$ ;  $T$  – период полураспада.

Малые временные промежутки измеряют через скорость света. Этими малыми временными промежутками являются, например, период колебаний звуковой волны 0,001с, радиоволны  $10^{-6}$  с, период колебания молекул  $10^{-18}$  с, атома  $10^{-15}$  с, ядра  $10^{-21}$  с.

Частным случаем информационной среды является телекоммуникационная сеть [1- 3]. Пусть по каналу связи передается последовательность бит, задающая символы, символы представлены набором двоичных сигналов. На передачу по каналу связи каждого информационного сигнала тратится некоторая единица времени. Следовательно, при передаче информации в телекоммуникационных сетях имеют место такие характеристики времени как [2, 3]:

- время реакции,
- задержки передачи,
- вариации задержки передачи.

Время реакции включает: время подготовки запросов на клиентском компьютере, время передачи запросов между клиентом и сервером через сегменты сети и промежуточное коммуникационное оборудование, время обработки запросов на сервере, время передачи ответов от сервера клиенту и время обработки получаемых от сервера ответов на клиентском компьютере. Задержка передачи и вариация задержки передачи характеризуются максимальной задержкой, а также вариацией задержки. Протяженность каналов связи, топология сетей и т.д. – это уже пространственные характеристики сети, по которой передается информация.

Если несколько изменить привычные определения времени и пространства, то возможно будет скорость передачи информации увеличить в несколько тысяч раз -после соответствующих проведенных расчетов (следует отметить, что к настоящему моменту существует множество пространственно-временных моделей).

Дляэтого можно предположить, что время – это совокупность (множество) сил, действующих на объект (в случае телекоммуникационных сетей – на носители информации).

Тогда формула времени может быть записана следующим образом:

$$\sum_{i=1}^m F_i, \quad (4)$$

$F_i$  - внешние и/или внутренние силы, воздействующие на сигналы,  $m$  – число сил (это рассматриваемые силы, которые можно/необходимо учесть), причем  $m \in [0, \infty]$ .

При этом все силы учесть очень сложно.

Пространство распространения сигналов (например – канал связи, по которому передается информация). Это область действия рассматриваемых сил, причем может быть, как плоская, так и многомерная в зависимости от рассматриваемой задачи и имеющихся возможностей.

Необходимо отметить, что для рассматриваемого примера телекоммуникационной сети эти пространственно-временные характеристики информации – время реакции, задержки передачи, и вариации задержки передачи, и другие, составляют один из наиболее важных критериев оценки качества сетей – производительность [4, 5].

#### Литература

1. Дворкина М.Я. Информационное обслуживание: социокультурный подход // МГУКИ. М.: Профиздат, 2001. – 111с.
2. Сафонова И.Е. Методы и модели оценки основных характеристик корпоративных функционально-ориентированных сетей в САПР. М: МИЭМ, 2007. - 344 С. (ISBN 978-5-94506-184-2).
3. Safonova I.E. On one Approach to Modeling Enterprise-Wide Function-Oriented Computer Networks. // Telecommunications and Radio Engineering // Begell House. Inc. Publishers - Vol. 71, № 12, 2012, p.1087 - m1101.
4. Сафонова И.Е. Методы прогностической оценки основных характеристик корпоративных функционально-ориентированных компьютерных сетей // Качество. Инновации. Образование. - 2009. - № 3 (46). - С. 68-73.
5. Сафонова И.Е. Основные требования, предъявляемые к современным корпоративным функционально-ориентированным компьютерным сетям // Качество. Инновации. Образование. - 2009. - № 1 (44). - С. 39-45.

**МЕТОД АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Михеев В.А., \*Семин В.Г.

*ОАО «Инженерно-маркетинговый центр Концерна «Вега», \*Российский государственный социальный университет.*

**Methods of aggregation states infocommunication and telecommunication installations in the conditions of intentional electromagnetic influences. V.A. Mikheev, V.G. Semin**

The article describes of Methods of aggregation states infocommunication and telecommunication installations in the conditions of intentional electromagnetic influences.

Проблема разработки теории систем обеспечения электромагнитной безопасности современных инфокоммуникационных систем критического назначения, в условиях преднамеренных электромагнитных воздействий, является актуальной [1,2]. Экспериментальным путем установлено, что электромагнитные воздействия, в частности, сверхкороткоимпульсное, оказывает влияние на работоспособность бортовых вычислительных комплексов, что приводит к сбоям и отказам объектов защиты [3]. Современные инфокоммуникационные системы характеризуются сложной пространственно-временной структурой. Поэтому для преодоления трудностей алгоритмизации подобных систем предлагается использовать модели с высоким уровнем абстрагирования.

В связи с этим математическая модели объекта защиты представлена в виде некоторого упорядоченного множества:

$$A = \langle T, X, Y, Z, F, L \rangle, \quad (1)$$

где  $T$  - множество моментов времени функционирования объекта;  $X$  - множество входов;  $Y$  - Множество выходов объекта  $Z$  - множество состояний объекта;  $L$  - оператор переходов, реализующий механизм изменения состояния объекта под действием внутренних и внешних возмущений;  $F$  - оператор выходов, описывающий процесс формирования выхода, как результат реакции объекта на внутренние и внешние ЭМ возмущения. По определению операторы  $F$  реализует отображение

$$L: T \times X \times Z \rightarrow Y. \quad (2)$$

Под техническим состоянием понимается совокупность подверженных изменению из-за внешних и внутренних ЭМ воздействий свойств объекта защиты, характеризующих его функциональную пригодность для заданных условиях целевого применения, по которым можно вынести решение о его неисправности или работоспособности. Для решения задачи отнесения наблюдаемого состояния объекта защиты (2) к одному из заданных видов технического состояния необходимо реализовать отображение:

$$\eta: Y \rightarrow E,$$

где  $E$  - множество заданных видов технического состояния объекта.

При этом отдельные состояния, входящие в это подмножество, должны находиться в отношении эквивалентности, которое задает разбиение множество всех состояний объекта защиты  $Y$  на непересекающиеся классы, т.е. осуществляется операция факторизации этого множества:

$$\nu: Y \rightarrow Y/\Omega, \quad (3)$$

где  $Y/\Omega$  – фактор-множество. Известно, что отображение (3) является наложением и называется естественным отображением [6]. При этом множество  $E$  видов технических состояния объекта защиты и фактор множество  $Y/\Omega$  должны находится во взаимно-однозначном соответствии, т.е. чтобы отображение

$$\chi: E \rightarrow Y/\Omega \quad (4)$$

было взаимно однозначным. Из доказательства теоремы [4] о гомоморфизме для множеств следует, что взаимная однозначность отображения  $\chi$  обеспечивается в случае, когда выполняется условие

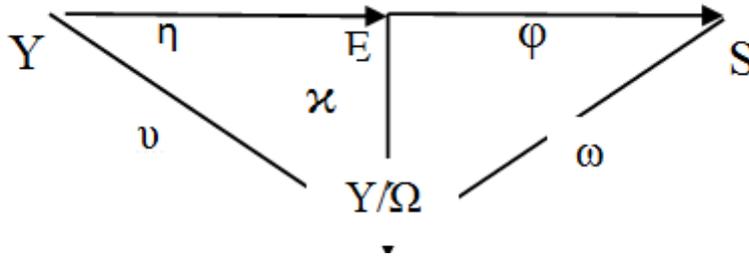
$$\eta \circ \nu = \nu. \quad (5)$$

Выполнение (5) возможно тогда и только тогда, когда отображение  $\nu: Y \rightarrow Y/\Omega$  естественное, а отображение  $\eta: Y \rightarrow E$  есть наложение.

Конструктивным следствием общей постановки задачи является то, что все множество возможных состояний декомпозируется на конечное число классов, которые соответствуют определенным видам технических состояний. При этом множество  $E$  рассматривается в качестве модели фактор - множества  $Y/\Omega$ . Следующий этап решения исследуемой задачи заключается в отыскании отображения  $\eta: Y \rightarrow E$ , т.е. выработки решения о принадлежности состояния объекта защиты к одному из видов технического состояния на основании проверки степени совпадения, наблюдаемого (измеряемого)  $u \in Y$  с заданными значениями признаков технических состояний. Завершающий шаг связан реализацией отображения

$\varphi: E \rightarrow S$ .

На этом шаге формально определенному виду технического состояния ставится в соответствие конкретное решение о его истинном техническом состоянии. Таким образом, этап формализации постановки задачи контроля и определения состояния объекта защиты в условиях электромагнитных возмущений может быть представлен в виде обобщенной диаграммы, полученной в результате объединения рассмотренных отображений:



Из диаграммы следует, что на первом этапе необходима практическая реализация различных технических состояний объекта, как работоспособных, так и неработоспособных, что соответствует последовательной реализации отображений  $L$  и  $\nu$ . Необходимо отметить, что этот этап может позволить получить предварительные оценки стоимости реализации защитных мер и преднамеренных электромагнитных воздействий на объект защиты в зависимости от целей и способов их реализации.

На второй этапе задача определения реального технического состояния объекта защиты, заключается в последовательной реализации отображений  $L$ ,  $\eta$ ,  $\varphi$ . Затем по результатам экспериментальных измерений, наблюдаемых реализации технического состояния, необходимо провести уточнение фактор-множества  $Y/\Omega$  путем реализации отображения  $\omega$ , с учетом вероятностных характеристик возможных ошибок контроля.

Вместе с тем постановка задачи контроля режимов целевого функционирования объекта защиты, может быть сформулирована также, как задача поиска эффективных деструктивных электромагнитных воздействий, приводящих к потере режима целевого предназначения объекта защиты. В такой постановке, в силу смыслового содержания и конечных целей, задача разбиения множества состояний  $Y$  на классы эквивалентности, т.е. построения фактор-множества  $Y/\Omega$ , будет иметь важное различие.

Введем понятие агрегированного состояния, которое может быть определено как объединение ряда состояний объекта защиты, обладающих совокупностью общих признаков, характеризующих некоторое множество реальных состояний. Это состояние может получено путем декомпозиции, по определенному правилу, всего множества состояний на два подмножества работоспособных и неработоспособных состояний. В качестве правила декомпозиции множества состояний  $Y$  предлагается использовать характеристический признак системы, которым является целостность [5]. Под целостностью объекта защиты понимается характеристическое свойство, выражаемое представлением об относительной независимости, отдифференцированности от внешней среды множества устойчивых отношений, в которых находятся множество его элементов в процессе целевого предназначения. Другими словами, целостность представляет относительную автономность и независимость структуры объекта защиты от внешней среды. Применительно к инфокоммуникационным объектам защиты под целостностью понимается способность средств вычислительной техники или автоматизированной системы обеспечивать неизменность информации в условиях случайного и (или) преднамеренного искажения (разрушения). Формально это правило может быть записано в виде условия

$$\eta\nu = \nu,$$

т.е. выполнения взаимно-однозначного соответствия класса агрегированных состояний режима целевого функционирования  $E$  и фактор-множества  $Y/\Omega$ . Следовательно, агрегированное состояние, характеризующее режим нецелевого функционирования, будет определяться в случае невыполнении условия выражения (5), т.е. нарушения условия взаимно-однозначного соответствия между множеством заданных видов технических состояний  $E$  и фактор-множеством  $Y/\Omega$ . При этом рассмотренные агрегированные состояния могут быть положены в основу формирования своеобразных эталонов, которые позволят идентифицировать реальное техническое состояние путем отождествления с одним из заданных видов агрегированных состояний. Очевидно, что создание таких эталонов в любом случае связано с проведением дорогостоящих экспериментов на инфокоммуникационных объектах защиты, обладающих сложной пространственно-временной структурой. Оценки стоимости подобных эталонов являются основой формирования требований к политике безопасности систем обеспечения электромагнитной безопасности объектов критического назначения [1].

**Литература**

1. Михеев В.А., Семин В.Г. Разработка концепции политики безопасности инфокоммуникаций МИС ИС ОПК при электромагнитных атаках. // Технологии ЭМС. -2014, № 4(51)-С.58-61.
2. Михеев В.А., Семин В.Г. Принципы и методы реализации политики безопасности систем обеспечения электромагнитной безопасности МИС ИС ОПК // Технологии ЭМС. -2014, № 4(51)-С.61- 64.
3. Сухоруков С.А. Исследование функционирования СВТИ при испытаниях на устойчивость к намеренному силовому воздействию методами электромагнитного терроризма // Технологии ЭМС. - 2009,-№ 3.- С.7-17.
4. Скорняков Л.А. Элементы алгебры. - М.: Наука. 1980.
5. Семин В.Г. Алгоритмизация процесса синтеза многопараметрических систем контроля. // Измерительная техника, 1995, №2. С.19-20.

**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕТОДА АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В  
УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КЛАССЕ  
СИСТЕМ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ.**

Михеев В.А., \* Семин В. Г.

*ОАО «Инженерно-маркетинговый центр Концерна «Вега» \* Российский государственный социальный университет.*

В статье изложена алгоритмизация метода агрегирования состояний инфокоммуникационных и телекоммуникационных объектов в условиях преднамеренных электромагнитных воздействий в классе систем с переменной структурой.

**Algorithmic method for aggregating state information communication and telecommunication facilities in conditions of intentional electromagnetic interference in a class of systems with variable structure. V.A. Mikheev, V.G. Semin**

The article describes the algorithmic method for aggregating state information communication and telecommunication facilities in conditions of intentional electromagnetic interference in a class of systems with variable structure.

В общем случае инфокоммуникационные объекты защиты от ЭМВ характеризуются тем, что в случайные моменты времени могут изменяться, хотя бы один из следующих факторов: динамические характеристики, структура, параметры внешней среды, входные воздействия, закономерности перехода к другим режимам. [4-5]. Такие динамические объекты относятся к классу систем с возможными изменениями режимов функционирования. В этом случае объект защиты в классе моделей систем с возможными изменениями режимов функционирования можно описать стохастическим дифференциальным уравнением для  $l$ -го режима функционирования.

$$\dot{Y} = D_{(t)}^l \varphi^l(Y, t) + H^l(Y, t)V(t), Y(t_0) = Y_0; (l = 1, \dots, N_0), \quad (1)$$

где  $D^l(t)$  - матрица порядка  $n \times n$  детерминированных параметров с компонентами  $d_k^l(t)$ ;  $\varphi^l(Y, t)$  - векторная детерминированная нелинейная функция (матрица столбец с компонентами  $(\varphi_1^l, \dots, \varphi_n^l)$ );  $H^l(Y, t)$  - матрица  $n \times m$  или  $n \times n$  с нелинейными относительно  $Y$  компонентами  $h_{ij}^l, (i, j = 1, \dots, n)$ ;  $V(t)$  вектор гауссовского белого шума с компонентами  $V_1(t), \dots, V_m(t_0)$ .

Начальное состояние системы (1) характеризуется случайным вектором  $Y_0$  с компонентами  $Y_{10}, \dots, Y_{n0}$  и заданной функцией плотности распределения  $\varphi_0(Y_0)$ .

Модель объекта защиты (1) позволяет исследовать влияние внешней среды исходя из предположения, что возможные изменения режима функционирования объекта защиты прежде всего связаны с нарушением связей между подсистемами (элементами). По теореме, доказанной Дж. Дубом, векторное уравнение (1) представляет собой математическую модель марковского многомерного непрерывного процесса. Доказательство получено и для стохастического разностного уравнения, характеризующего эволюцию вектора состояний дискретной (импульсной) или цифровой динамической системы. Каждая компонента этого векторного процесса является фазовой координатой и представляет собой компоненту многомерного марковского процесса. Известно, что для многомерного непрерывного

марковского процесса функция плотности вероятности состояния (фазовых координат объекта защиты) должны удовлетворять прямому и обратному уравнениям Фоккера–Планка – Колмогорова (ФПК), которые определяют одну и ту же плотность вероятности перехода, но определяемых для переменных в различные моменты времени.

Прямое уравнение для плотности вероятности перехода будет иметь вид:

$$\frac{\partial \omega(Y, t | Y_1, t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial y} [A(y, t)\omega(y, t | y_1, t)] + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} [B(y, t | y_1, t)] \quad (2)$$

где  $\omega(y, t | y_1, t_1)$  - плотность вероятности перехода;  $A(y, t)$  - вектор сноса;

$B(y, t)$  - матрица диффузионной скорости.

Вектор сноса и матрица диффузии описываются дифференциальными уравнениями в нормальной форме и выражаются через правые части (1) и их коэффициенты и интенсивности белых шумов. Они полностью определяют марковский процесс.

Пусть  $\omega_1(y_1, t_1)$  значение плотности вероятности марковского процесс для начального момента времени  $t_1$ . Умножим выражение (1) на функцию  $\omega_1(y_1, t)$  и проинтегрируем по в бесконечных пределах. В результате получим уравнение ФПК для функции плотности вероятности, совпадающее с уравнением (1) при заданной начальной плотности вероятности [4-5].:

$$\frac{\partial \omega(Y, t | Y_1, t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial y} [A(y, t)\omega(y, t)] + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial y^2} [B(y, t)\xi_1(y, t)] \quad (4)$$

Это уравнение можно представить в виде [3]:

$$\frac{\partial \omega_1(y, t)}{\partial t} = -\pi(y, t), \quad (5)$$

где  $\pi(y, t)$  плотность потока вероятности одномерного процесса. Известно, что плотность вероятности состояния в каждой точке n-мерного пространства с течением времени изменяется, что обусловлено изменением физических характеристик и процессами деградации параметров объекта защиты. Функция плотности вероятности состояния деформируется и одновременно смещается в пространстве состояний, что соответствует физическому смыслу коэффициента сноса и диффузии. являющихся. При этом общее количество вероятности во всей бесконечной области существования марковского процесса остается неизменным. Однако исходя из физической природы процессов, происходящих в объекте защиты и возможную реакцию на преднамеренные ЭМВ, это утверждение является справедливым, если отсутствует поглощение или восстановление реализаций марковского процесса. Известно, что уравнение ФПК может быть преобразовано путем перевода граничного условия в функцию поглощения.

Пусть одномерный процесс задан на интервале  $(-\infty \leq y \leq y_k)$  с поглощающей границей  $y_k$ . Если на границе  $y_k$  происходит полное поглощение, то уравнение (5) необходимо интегрировать при граничных условиях вида:

$$\pi(y, t) = \begin{cases} \pi(y, t), & y = y_0 \\ 0, & y > y_k. \end{cases}$$

В результате интегрирования можно получить функцию плотности вероятности  $\omega_1(y_1, t)$  отличную от нуля в области  $(-\infty, y_k)$  и равную нулю при  $y > y_k$ . Из уравнения (4) следует, что

$$\operatorname{div} \pi(y, t) = \sum_{k=1}^n \frac{\partial}{\partial y_k} \pi_k(y, t). \quad (6)$$

Правая часть этого уравнения интерпретируется как дивергенция некоторого вектора плотности потока с компонентами по координатным осям  $y_k$  фазового пространства. Каждая компонента  $\pi_k(y, t)$  характеризует количество вероятности, проходящей в положительном направлении координаты  $y_k$  n-мерного пространства через единицу площади в единицу времени.

. Пусть непрерывный многомерный марковский процесс  $Y(t)$  задан в области  $W$ -допустимых изменений вектора фазовых координат, а на гиперповерхности поглощения задано параметрическое уравнение

$$S(Y) - \gamma(t) = 0,$$

где  $S(Y)$  - скалярная функция компонент вектора;  $\gamma(t)$  - заданная действительная скалярная функция или постоянная величина.

Уравнение (7) есть уравнение гиперповерхности поглощения  $S(Y)$ , заданное в наиболее общем параметрическом виде. Эта гиперповерхность разделяет всю  $n$ -мерную область пространства состояний на две подобласти  $W_1, W_2$  и по существу является поглощающим экраном.

При этом полагаем, что в  $W_1$  существуют реализации процесса, а в области  $W_2$  происходит полное поглощение. Для уравнения (5) введем  $\omega_1^*(y, t)$  непоглощенных реализаций, совпадающую с  $\omega_1(y, t)$  в  $W_1$  таким образом, что

$$\omega_1(y, t) = \omega^*(y, t) \cdot 1[S(y) - \gamma(\tau)];$$

$$\pi(y, t) = \pi^*(y, t) \cdot 1[S(y) - \gamma(\tau)], \quad \text{где } 1[S(y) - \gamma(\tau)] = \begin{cases} 1, & y \in W_1; \\ 0, & y \notin W_1. \end{cases}$$

Пусть  $\omega_1^*(y, t)$  удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial \omega^*(y, t)}{\partial t} = -\text{div} \pi^*(y, t) - v^*(y, t),$$

при нулевых граничных условиях  $\omega_1(\pm\infty, t) = 0$ . Для отыскания неизвестной функции поглощения  $v^*(y, t)$ , положим, что функции  $\omega_1(y, t)$  совпадают, включая границу. После ряда преобразований для вектора  $y \in W_1$  получим уравнение[4]

$v^*(y, t) = [n^0 \pi^*(y, t) \delta(s(y) - \gamma(\tau))]$ , где  $\delta(s(y) - \gamma(\tau)) = \frac{\partial}{\partial y} 1[S(y) - \gamma(\tau)]$  - дельта-функция;  $n^0$  - внешняя нормаль к гиперповерхности  $S(Y)$ .

Тогда для  $y \in W_1$  имеем уравнение

$$-\frac{\partial \omega_1^*(y, t)}{\partial t} = -\text{div} \pi^*(y, t) - (n^0 \pi^*(y, t) \delta(S(y) - \gamma(\tau))). \quad (7)$$

На основании сравнения (5) и (7) получаем выражение для функции полного поглощения реализации процесса в виде

$$v^*(y, t) = [n^0 \pi^*(y, t) \delta(s(y) - \gamma(\tau))], \quad (8)$$

В этом случае уравнение для плотности вероятности поглощенных реализаций с функцией поглощения(8) будет подчиняться выражению (5) с нулевыми граничными условиями на бесконечно удаленной границе.

Пусть во всей  $n$ - мерной области фазового пространства исследуемого марковского процесса имеются стоки вероятности – поглощение реализаций, а также истоки вероятности-восстановление реализаций, которые характеризуются локальными функциями, соответственно поглощения  $v^*(y, t)$  и восстановления  $u^*(y, t)$ . При этом в объеме  $\Delta v(y)$  за время  $\Delta t$  существует поток поглощения вероятности равный

$$[-v^*(y, t) + u^*(y, t)] \Delta t \Delta v(y).$$

В результате поток вероятности из объема  $\Delta v(y)$  через поверхность  $S(Y)$  и поток поглощения в этом объеме обуславливают изменение вероятности в объеме, которое за интервал времени  $\Delta t$  становится равным.

$$\Delta v(y) [\omega^*(y, t + \Delta t) - \omega_1^*(y, t)].$$

Изменение вероятности в объеме  $\Delta v(y)$  равно сумме количества вероятности, выходящей через поверхность и поглощаемой в этом объеме, т.е.:

$$\Delta v(y) [\omega^*(y, t + \Delta t) - \omega_1^*(y, t)] = -\Delta t \oint_{\Delta S(y)} (n^0 \pi^*(y, t)) ds - \Delta v \Delta t \times [v^*(y, t) - u^*(y, t)].$$

(9)

Переходя к пределу при  $\Delta t \rightarrow 0, \Delta v \rightarrow 0$  предварительно поделив правую и левую части (9) на  $\Delta v(y) \Delta t$  окончательно получим[3]:

$$\frac{\partial \omega_1^*(y, t)}{\partial t} = -\text{div} \pi^*(y, t) - v^*(y, t) + u^*(y, t). \quad (10)$$

Уравнение (10) является обобщенным уравнением ФПК, решение которого отыскивается при заданной начальной функции плотности вероятности в момент времени  $t=t_0$

$$\omega_1^*(y, t_0) = \varphi_0(y_0) \text{ и нулевых граничных условий } \omega_1^*(+\infty, t) = 0.$$

Функция плотности вероятности также деформируется с течением времени и одновременно происходит её смещение, но вследствие поглощения и восстановления реализаций происходит изменение полной вероятности (количества вероятности).

$$P(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \omega_1^*(y, t) dy \quad (11)$$

Вероятность  $P(t)$  вычисляется при известной плотности  $\omega_1^*(y, t)$  непоглощенных реализаций и она характеризует состояние объекта защиты во времени и является функцией зависящей от протекающих во времени процессов поглощения и восстановления. При этом интегральные характеристики процессов поглощения и восстановления, могут быть определены по формулам

$$F(t) = \int_{-\infty}^{\infty} v^*(y, t) dt; R(t) = \int_{-\infty}^{\infty} u^*(y, t) dt. \quad (12)$$

Тогда с учетом (11) и (12) получим в результате интегрирования, что

$$\dot{P} = - \int_{-\infty}^{\infty} \text{div} \pi^*(y, t) dy - F(t) + R(t) \quad (13)$$

Так как в выражении (13) интеграл от дивергенции равен нулю, то уравнение для вероятности принимает вид [5]:

$$\dot{P} = -F(t) + R(t)$$

Таким образом, реализация случайного марковского векторного процесса  $Y(t)$  описывает некоторую траекторию эволюции объекта защиты, в случае преднамеренного ЭМВ в некоторой области  $W_1$  фазового пространства, в которой возможен процесс поглощения с интенсивностью  $v^*(y, t)$ , а в области  $W_2$  возможен процесс восстановления с локальной функцией  $u^*(y, t)$ . Необходимо отметить, что характер взаимодействия процесса  $Y(t)$  и процесса поглощения  $v(y, t)$  определяет механизм структурных изменений. Влияние этого процесса, обусловленного ЭМВ, приводит к возможным нарушениям связей между элементами, т.е. к потере целостности[4]. Отметим, что результаты проведенной алгоритмизации принципов агрегирования состояний, по-существу описывает механизм влияния преднамеренного ЭМВ на функционирование инфокоммуникационных объектов защиты. Исследуемые вопросы моделирования механизмов влияния преднамеренных ЭМВ являются важной составной частью, разрабатываемой теории систем обеспечения электромагнитной безопасности инфокоммуникационных объектов критического назначения[5].

#### Литература.

1. Сахаров К.Ю. Исследование функционирования персональных компьютеров в условиях воздействия сверхкоротких электромагнитных импульсов // Технологии ЭМС. -2006.-№2(17).- С.44-49
2. Казаков И.Е., Мальчиков С. П. Анализ стохастических систем управления в пространстве состояний.- М., Наука,1983.
3. Артемьев В.М., Казаков И. Е. Оптимизация динамических систем случайной структуры.- М., Наука, 1980.

4.Семин В.Г. Алгоритмизация процесса синтеза многопараметрических систем контроля. // Измерительная техника, 1995, №2. С.19-20.

5.Михеев В.А., Семин В.Г. Разработка концепции политики безопасности инфокоммуникаций МИС ИС ОПК при электромагнитных атаках. //Технологии ЭМС. -2014, № 4(51)-С.58-61.

## **МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА МЕЖПРОЦЕДУРНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗЮМЕ ДЛЯ МЕТОДА СИМВОЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ**

Сидорин А.В.

*Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Рассмотрен метод символического выполнения для анализа программных кодов. С целью преодоления проблемы масштабируемости метода при использовании межпроцедурного анализа предложена и подробно описана новая модификация метода резюме для метода символического выполнения. Разработанный метод протестирован и показал производительность и масштабируемость, позволяющую выполнять анализ крупных программных систем за приемлемое время.

### **A modification of summary-based interprocedural analysis method for symbolic execution method. Sidorin A.**

We study the symbolic execution approach to software source code analysis. An adaptation of summary-based interprocedural analysis method for symbolic execution is presented in order to solve the scalability problems of interprocedural analysis. The method developed shows performance and scalability high enough for analysis of large software systems.

С увеличением сложности программного обеспечения быстро растут затраты на его тестирование. Ручное тестирование крупных программных проектов занимает много времени, требует большого количества специалистов, однако не гарантирует полного или даже приемлемого покрытия программы. В связи с этим в настоящее время всё большее распространение получают инструменты, предназначенные для поиска дефектов в программном коде статического анализа кода.

Целью настоящей работы является построение метода межпроцедурного контекстно-чувствительного анализа программ, разработанных с использованием языков С и С++, с производительностью, достаточной для анализа крупных программных систем масштаба ОС Android. В рамках работы была разработана модификация межпроцедурного анализа с использованием резюме для метода символического выполнения.

Метод символического выполнения, впервые описанный в 1976 г. Кингом [1], заключается в разбиении входных данных на классы эквивалентности в зависимости от встречаемых на пути выполнения условий. Разработанная модификация метода заключается в сборе наиболее важных данных, которые необходимы для моделирования функции — её резюме [2]. Резюме собирается при анализе функции вне контекста вызова и затем применяется при моделировании вызова функции. При применении резюме происходит актуализация данных, которые в нём заложены: в частности, преобразование данных о параметрах функций, сохранённых в резюме, в аргументы вызова, наложение на сохранённые в резюме данные ограничений, которые существовали в вызываемой функции, и т. д.

В работе была использована модель анализатора Clang Static Analyzer [3]. В ней состояния программы и переходы между ними при выполнении операторов образуют граф выполнения программы. Различные переменные данные в состоянии программы представляются абстрактными символическими значениями: константами, регионами памяти и символическими выражениями. Константа в данной модели анализатора — это целочисленное значение, имеющее определённое количество бит и знаковость. Под регионом памяти понимается абстрактная непрерывная область памяти, возможно, с неизвестным размером. Регионы памяти образуют иерархию и являются подрегионами друг друга — так, регион памяти поля объекта класса является подрегионом самого региона памяти объекта класса (реализация метода, описанного в [4]). Регион может соответствовать переменной, массиву, полю. Под символом понимается отдельное переменное значение, заранее неизвестное анализатору. Символическим выражением понимается выражение, составленное из включающее в себя символы и константы, соединённые знаками бинарных операций; отдельные символы также являются символическими выражениями. Символические выражения могут нести ограничения, т. е. иметь диапазон принимаемых целочисленных значений.

При межпроцедурном анализе с использованием резюме в процессе моделирования выполнения функции в резюме вносятся следующие данные:

1. Принятие решений о выборе пути выполнения. Выбор пути выполнения сопровождается

наложением ограничений на символьные значения, относительно которых принимается решение о выборе пути. Если эти символьные значения содержат ссылки на внешние по отношению к вызываемой функции регионы памяти, накладываемые ограничения должны быть отражены в резюме. Кроме того, каждое принятие решения влияет на присутствие и порядок операторов в последовательности выполнения, а следовательно, и на набор эффектов, включаемых в резюме. Наконец, наложение ограничений на входные данные функции в зависимости от выбора пути выполнения позволяет сохранить контекстную чувствительность при анализе, поскольку определённые пути выполнения могут быть достижимы лишь при ограниченном наборе входных значений аргументов функции и значений, находящихся во внешней по отношению к ней памяти.

2. Модификация регионов памяти с область видимости, отличной от локальной, то есть находящихся в статической или глобальной области видимости, принадлежащих куче, а также модификация аргументов, переданных по неконстантному указателю или неконстантной ссылке, и областей памяти, относящихся к ним (возможно, с использованием арифметики указателей).
3. Инвалидация регионов памяти, то есть пометка некоторых регионов как изменивших значение на неизвестное. Данное действие обычно выполняется при моделировании оператора, все эффекты которого учесть по каким-либо причинам невозможно — например, при вызове функции с недоступным определением.
4. Возврат вызываемой функцией некоторого значения. Это значение связывается с выражением вызова функции.
5. Пометки проверяющих модулей: пометки символов, регионов памяти и символьных значений, события, которые необходимо проверить отложено, когда контекст вызываемой функции станет достаточно определён для того, чтобы утверждать наличие потенциального дефекта, и иные действия, связанные с процедурами проверок (в зависимости от логики работы проверяющего модуля).

В результате сбора резюме на предыдущем шаге мы получаем некоторое множество регионов памяти, с которыми связаны некоторые символьные значения. Кроме того, регионы памяти сами могут входить в символьные значения как их составная часть. Однако, полученные регионы памяти адресуются в контексте объявлений имён внутри функции. В контексте вызывающей функции эти регионы могут иметь уже другое значение, то есть регионы, используемые внутри функции, являются относительно к вызывающей функции. Так, например, в контексте вызываемого метода класса регион памяти, связанный с указателем `this`, будет адресоваться безотносительно какого-либо объекта, а в контексте вызывающей функции этот регион будет регионом, в котором находится объект, метод которого вызывается. Аналогично, аргумент функции, фигурирующий в ней как самостоятельная переменная, (и, соответственно, как самостоятельный регион памяти), может быть подрегионом в контексте вызывающей функции — полем структуры, элементом массива. Кроме того, с регионом памяти в контексте вызываемой функции может быть связан не символ, относящийся к региону памяти, а константа, символьное выражение или иное значение, не имеющее в своей основе регион аргумента. Всё это означает, что для корректного применения резюме необходимо производить актуализацию символьных значений, то есть их перевод из контекста имён и значений вызываемой функции в контекст имён и значений вызывающей функции.

Идея актуализации заключается в следующем. Пусть имеется символьное значение. В его состав могут входить символы, регионы памяти и константы. Они, согласно модели анализатора, образуют дерево. Непосредственно актуализации подвергаются только регионы памяти. Таким образом, в символьном значении происходит подмена регионов памяти, содержащихся в нём, на актуализированные. Затем, если это возможно, символы полученного символьного выражения вычисляются в константы, заменяя исходные поддеревья. Данную процедуру можно выразить следующим алгоритмом:

1. Для всех регионов памяти, содержащихся в символьном значении:
  1. Создать новый регион, являющийся актуализацией данного региона
  2. Заменить в символьном значении исходный регион актуализированным
2. Для всех символов, содержащихся в символьном значении, полученном на шаге 1:
  1. Проверить, не вычисляется ли символ в константу
  2. Если символ вычисляется в константу, заменить данный символ вычисленной константой.

В соответствии с типами символьных значений, можно производить актуализацию символьных значений в зависимости от их типа.

Константные значения являются неизменяемыми при их актуализации, поскольку они не содержат элементов, зависящих от контекста. Вместе с тем, типы константного значения в контексте вызываемой функции и в контексте вызывающей функции могут быть различающимися, поэтому может понадобиться осуществление дополнительного приведения типов для константы.

Построение и актуализация сложных структур данных в резюме производится с помощью сохранения цепочки родительских регионов. Для каждого региона памяти, имеющего связанное с ним символическое значение (как явно, так и неявно), строится упорядоченный список родительских регионов, начиная от региона верхнего уровня —  $M_0 \dots M_n$ . При этом регионы  $M_1 \dots M_n$  может быть только регионами элемента массива, регионами поля структуры или регионами данных базового класса. Этот список сохраняется в резюме и используется для актуализации значений по следующему алгоритму.

1. 1. Актуализация региона  $M_0$ .
2. 2. Для всех регионов  $M_1 \dots M_n$  согласно их положению в списке:
  1. если  $M_i$  — регион элемента массива, то в резюме сохраняется символическое значение индекса, а результатом актуализации является элемент массива от региона, полученного на  $(i - 1)$ -ом шаге алгоритма, с символическим значением индекса, полученным в результате актуализации сохранённого значения индекса.
  2. если  $M_i$  — регион поля структуры, то в резюме сохраняется объявление поля структуры, а результатом актуализации является поле структуры от региона, полученного на  $(i - 1)$ -ом шаге алгоритма, с тем же определением.
  3. если  $M_i$  — регион данных базового класса, то в резюме сохраняется ссылка на определение базового класса, а результатом актуализации является подрегион данных базового класса от региона, полученного на  $(i - 1)$ -ом шаге, с тем же определением.

Цепочка родительских регионов может строиться как явно — при построении резюме для региона памяти, так и неявно — при сохранении и последующем разборе символического значения, для которого строится резюме.

Схемы применения резюме, описанные выше, затрагивают отсечение недостижимых ветвей выполнения программы и уточнение множества конкретных значений для символических значений. Однако для того, чтобы анализатор имел возможность выполнять проверки при вложенном вызове функции, необходима доработка проверяющих модулей. Для получения проверяющими модулями возможностей анализа при использовании резюме мы вводим две дополнительных функции обратного вызова. Первая из них (названная `evalSummaryPopulate`) вызывается для сбора резюме проверяющим модулем, вторая (названная `evalSummaryApply`) вызывается при применении резюме.

Проверяющий модуль, имеющий возможность выполнения действий при событии `SummaryPopulate`, должен сохранить информацию, которая может понадобиться для обновления состояния или для выполнения отложенной проверки. Информация, содержащаяся в резюме, не освобождается до окончания работы анализатора, поэтому проверяющий модуль может использовать произвольный формат хранения данных, лучшим образом отвечающий задаче проверки. Как показала практика модификации проверяющих модулей, для каждой проверки, проводимой модулем, в структуре состояния обычно помещается две дополнительных записи, которые затем будут использоваться для заполнения резюме — для обновления состояния и для отложенной проверки. В качестве примера рассмотрим проверку двойного закрытия файлового дескриптора. В резюме помещаются две секции: первая отвечает за обновление состояния дескриптора (является ли он открытым или закрытым), а вторая — за выполнение отложенной проверки: в ней запоминаются события закрытия дескрипторов, исходное состояние которых неизвестно.

При обработке события `SummaryApply` проверяющий модуль должен произвести обновление состояния в соответствии с информацией, хранящейся в выбранной ветви резюме. Так, если при выполнении вызова функции дескриптор был закрыт, он должен быть помечен как закрытый в состоянии вызывающей функции. Если же в контексте вызывающей функции уже известно, что дескриптор закрыт, то отложенная проверка должна выдать предупреждение.

Таким образом, в настоящей работе разработана и реализована модификация метода межпроцедурного анализа с использованием резюме для метода символического выполнения. Метод позволяет осуществлять контекстно-чувствительный анализ исходных кодов ОС Android в течение 2,5 часов.

#### Литература

1. James C. King. Symbolic execution and program testing // Communications of the ACM, 1976. № 7. Т. 19. с. 385-394
2. Ахо А., Лам М., Сети Р., Ульман Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. 2 изд. Вильямс, 2008
3. Clang Static Analyzer. <http://clang-analyzer.lvm.org/> (датаобращения 11.08.2015).
4. Xu Zhongxing, Kremenek Ted, Zhang Jian. A Memory Model for Static Analysis of C Programs // Proceedings of the 4th International Conference on Leveraging Applications of Formal Methods, Verification, and Validation — T. I. — ISoLA'10. — Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. — с. 535–548

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ АКТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Сорокин А.Б.  
Москва, МИРЭА

Рассматривается оригинальная методика построения имитационных динамических моделей на основе выделения из концептуальной структуры акта деятельности плана функций и плана закономерностей.

### Conceptual plans of the act of activity for development of system dynamics simulation modeling. Sorokin A.B.

To consider the original method of construction of simulation models on the basis of allocation of the conceptual structure of the act the activities of plan processes and plan regularities.

В динамически сложной среде может существовать различное количество деятельностей, которые существуют в циклах воспроизводства. Циклы воспроизводства разделяют деятельность на частные изображения: сферы деятельности и акты деятельности. Акт является элементом деятельности и строится в соответствии с определенными нормами (правилами), без которых он не существует. Эти правила представляют интерес, когда используются многократно при построении других актов деятельности. Однако данный аспект не отражает роль ситуативности при формировании базы знаний о динамически сложной среде. Поэтому предлагается синтезировать деятельностный подход Г.П. Щедровицкого [1] и метод ситуационного анализа Л.С. Болотовой [2]. В результате данного синтеза разработана концептуальная структура акта деятельности (рис.1).

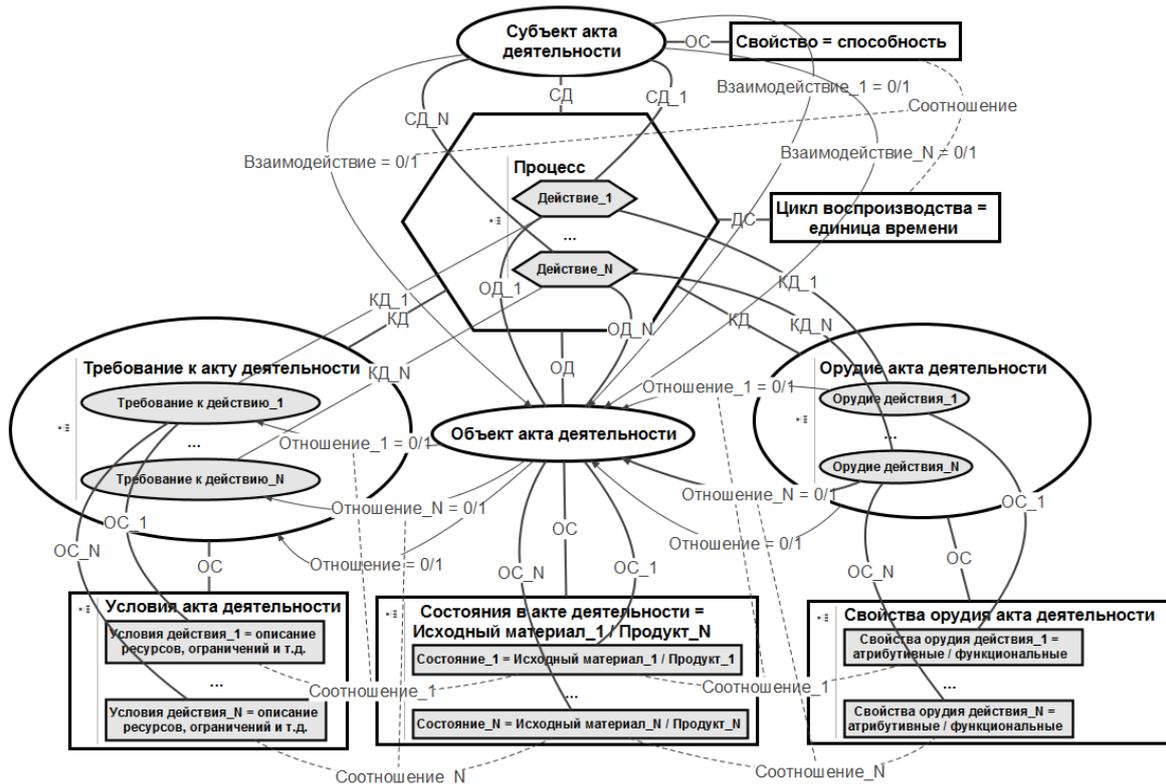


Рис.1. Концептуальная структура акта деятельности

Концептуальная структура акта деятельности (КСАД) существует в трех ипостасях: задача, метод и решение. Задача обусловлена состоянием акта деятельности до действий, метод – алгоритмом действий, решение – состоянием после действий. При этом задача процесса редуцируется на задачи действия, которые могут быть выделены в виде концептуальной структуры единичных решений (КСЕР) акта деятельности [3].

КСАД определена множеством единичных решений ( $decision = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ ), которые рассматриваются как связанные структуры следующих элементов ( $X$ ): субъект действия – (*action subject*)

–  $Xas$ ); действие – (*action* –  $Xa$ ); объект действия – (*action object* –  $Xao$ ); компоненты действия (требования к действию и орудия действия) – (*action components* –  $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_n\}$ ), влияющие на решение. При этом действие образует структуру из трех возможных типов связующих звеньев (*link* –  $L$ ): СД ( $Las$ ) – связь между субъектом действия  $Xas$  и действием  $Xa$ ; ОД ( $Lao$ ) – связь между объектом действия  $Xao$  и действием  $Xa$ ; КД ( $\{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_n\}$ ) – связь между компонентами действия  $\{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_n\}$  и действием  $Xa$ .

В КСЕР выделяется два типа двунаправленных бинарных семантических отношений: взаимодействие ( $Rso, Ros, \{Rsc_1, Rsc_2, \dots, Rsc_n\}, \{Rcs_1, Rcs_2, \dots, Rcs_n\}$ ) – это вертикальные опосредованные отношения, которое выражаются через действие и связующие звенья; отношение – есть эмпирическое выявление зависимости между объектами и обусловлено следующими конструктами: объект – компонент ( $\{Roc_1, Roc_2, \dots, Roc_n\}$ ) или компонент – объект ( $\{Rco_1, Rco_2, \dots, Rco_n\}$ ), компонент  $j$  – компонент  $n$  ( $Rcc_{jn}$ ) или ( $Rcc_{nj}$ ). Результатом таких семантических выражений может быть либо правда (1), либо ложь (0).

Каждое горизонтальное отношение или вертикальное взаимодействие вследствие виртуальной или реальной связанности приводит к активности взаимосвязанных элементов, т.е. изменению их свойств. Поэтому необходимо учитывать структурную связь между элементами и их свойствами (*property* –  $P$ ), которая представлена связующими звеньями: ОС ( $Lop$ ) – связь между объектом (субъектом или компонентами) действия и его свойствами  $Po$  ( $Ps, Pc$ ). Свойство может иметь строковые, логические или числовые значения. Соответственно между свойствами могут существовать соотношения ( $Rp$ ), которые выражены математическими или логическими символами.

Между различными актами деятельности существуют различные виды пересечений: по объекту процесса, по субъекту и объекту процесса, по объекту и компонентам процесса. Тогда возникает возможность выделить из совокупности КСАД различные плановые представления.

Концептуальный план ( $Pl$ ) – является определенной частью КСАД и рассматривается как проект для разработки моделей искусственного интеллекта. Для построения имитационных динамических моделей предлагается выделять следующие концептуальные планы:

– план процессов ( $Pl_{Pr}$ ) – предназначен для построения диаграммы потоков и уровней. В формальном виде (1) план процессов может быть представлен следующим образом:

$$Pl_{Pr} = \{Xa_1, Xa_2, \dots, Xa_N\} \wedge \{Pa_1, Pa_2, \dots, Pa_N\} \wedge \{Las_1, Las_2, \dots, Las_N\} \wedge \{Xao_1, Xao_2, \dots, Xao_N\} \wedge \{Po_1, Po_2, \dots, Po_N\} \wedge \{Lop_1, Lop_2, \dots, Lop_N\} \wedge \{Lao_1, Lao_2, \dots, Lao_N\} \wedge \{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\} \wedge \{Pc_1, Pc_2, \dots, Pc_N\} \wedge \{Lcp_1, Lcp_2, \dots, Lcp_N\} \wedge \{Lac_1, Lac_2, \dots, Lac_N\} \quad (1)$$

– план закономерностей ( $Pl_{reg}$ ) – предназначен для определения интенсивности потока в имитационной динамической модели. В формальном виде (2) план закономерностей может быть представлен следующим образом:

$$Pl_{reg} = \{Xao_1, Xao_2, \dots, Xao_N\} \wedge \{Xac_1, Xac_2, \dots, Xac_N\} \wedge (\{Roc_1, Roc_2, \dots, Roc_N\} \wedge \{Rcc_1, Rcc_2, \dots, Rcc_N\}) \wedge \{Po_1, Po_2, \dots, Po_N\} \wedge \{Lop_1, Lop_2, \dots, Lop_N\} \wedge \{Pc_1, Pc_2, \dots, Pc_N\} \wedge \{Lcp_1, Lcp_2, \dots, Lcp_N\} \wedge \{Rp_1, Rp_2, \dots, Rp_N\} \quad (2)$$

В результате синтеза выделенных планов реализуется структура релевантная диаграмме потоков и уровней (рис.2)

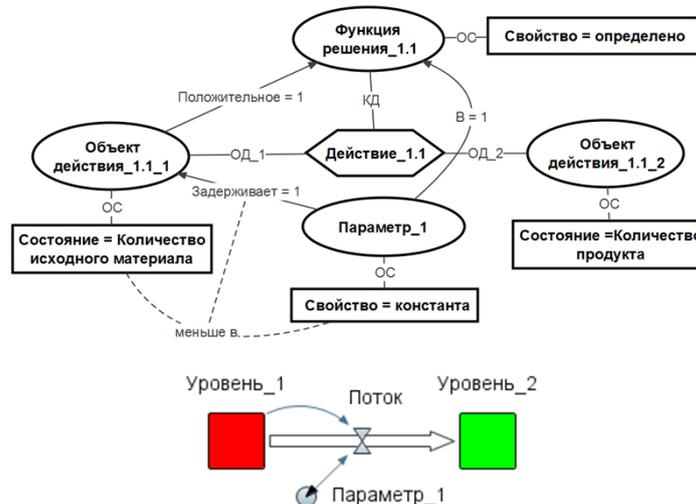


Рис.2. Соответствие синтеза планов КСЕР с диаграммой потоков и уровней

Таким образом, реализуется новая концепция построения имитационных динамических моделей отличная от диаграммы причинно-следственных связей, структуры ментальных карт и CASE-технологий.

#### Литература

1. Щедровицкий, Г. П. Путеводитель по методологии Организации, Руководства и Управления / Г. П. Щедровицкий – М.: Дело, 2003. – 89 с.
2. Болотова, Л. С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях / Л. С. Болотова. – М.: Финансы и статистика – 2012. – 663 с.
3. Sorokin, A. B. Polyaspect Analysis in the Design of Decision\_Support Systems / A. B. Sorokin. // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2014. – Vol. 48. – No. 4. – pp. 187–198.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Сотникова С.Ю.

Москва, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

В настоящей работе предложена последовательность применения различных методов в процессе единичной задачи оптимизации при проектировании электронного средства. Рассмотрены возможности применения распространенных методов оптимизации.

#### Comparative analysis of optimization techniques for design of electronic resources. Sotnikova S.

In this paper we propose a sequence of different methods application in the process of a single optimization problem in the design of electronic means. Possibilities of using common optimization techniques is considered.

В теории оптимизации применяемые методы отличаются своими алгоритмами нахождения оптимальных параметров. Около двух десятков из них наиболее часто встречаются в практике проектирования электронных средств (ЭС). Многие методы имеют разновидности, модификации и различные варианты реализации в зависимости от особенностей оптимизационных задач проектирования [1], и в первую очередь от вида критерия оптимальности и ограничений на характеристики в процессе проектирования.

При проектировании имеется возможность варьировать алгоритмом реализации выбранного метода, его характерными признаками, а также комбинировать несколько методов, соединяя их в одном алгоритме.

Критерий оптимизации имеет вид квадрата разности между  $i$  и  $i-1$  расчетными значениями выходных характеристик  $y$ :

$$\min_q H_i = \left( \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \right)^2, \quad (1)$$

где  $q$  – вектор оптимизируемых характеристик при проектировании.

Критерий оптимизации (1) имеет квадратичный вид, поэтому поверхность критерия оптимальности является унимодальной.

Рассмотрим градиентные методы математического программирования. В методах регулярного поиска оптимального решения осуществляется многократный переход от точки  $q^{[i-1]}$  к точке  $q^{[i]}$  на гиперповерхности критерия (1) до тех пор, пока не будет получено оптимальное решение  $q^{opt}$ , т.е. поиск оптимального решения осуществляется шагами. Номер шага обозначается верхним индексом в квадратных скобках. Тогда сущность алгоритма поиска в общем виде может быть выражена равенством  $q^{[s]} = q^{[s-1]} + \alpha^{[s]} l^{[s]}$ ,

где  $l^{[i]}$  – вектор, задающий направление движения от точки  $q^{[i-1]}$  к точке  $q^{[i]}$  на  $i$ -ом шаге;  $\alpha^{[i]}$  – скалярная величина, устанавливающая длину  $i$ -го шага в направлении  $l^{[i]}$  и называемая параметром шага.

Вектор градиента перпендикулярен к касательной, проведенной в данной точке линии уровня. Вектор антиградиента направлен в противоположную сторону. Умноженный на  $\alpha$ , он представляет собой первый шаг изменения параметров (см. вектор  $-\alpha \nabla H(q^{[0]})$  на рисунке).

Так как вектор градиента выражается через ФЧ:

$$\nabla H(q^{[i-1]}) = A_{q_k}^H(q^{[i-1]}) i_1 + A_{q_k}^H(q^{[i-1]}) i_2,$$

где  $i_1$  и  $i_2$  – единичные векторы осей координат, то шаги по координатам будут вычисляться по формуле

$$q_k^{[s]} = q_k^{[s-1]} - \alpha A_{q_k}^H(q^{[i-1]}), k = 1, \dots, D.$$

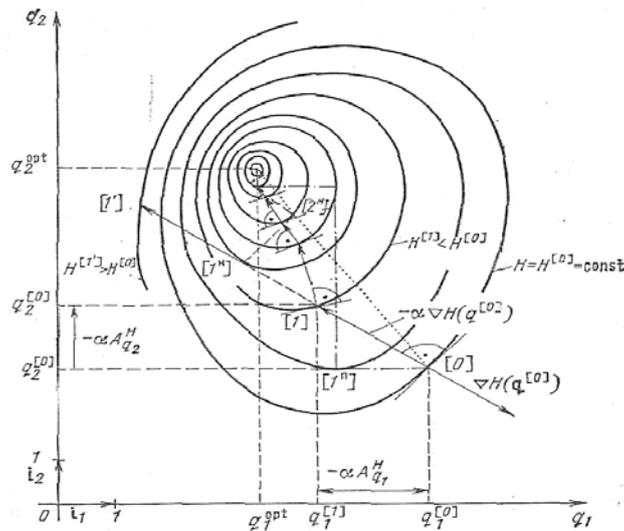


Рис. Движение представляющей точки при различных методах оптимизации

При этом предварительно требуется вычислить ФЧ выходных характеристик у ЭС, для чего необходимо иметь исходные модели протекающих процессов.

По мере приближения к оптимуму вектор градиента уменьшается по величине, стремясь к нулю, поэтому при  $\alpha = \text{const}$  длина шага постепенно уменьшается. Вблизи оптимума длина шага стремится к нулю, и процесс оптимизации затягивается.

Метод оптимизации, когда параметр  $\alpha^{[i]}$  шага назначается на каждый шаг отдельно, называется градиентным методом с переменным параметром шага. Часто при увеличении критерия параметр шага дробится (делится пополам) и шаг повторяется.

В примере, показанном на рисунке, шаги оптимизации **методом наискорейшего спуска** обозначены штриховой линией, Число шагов при использовании данного метода оптимизации, как правило, меньше, чем в случаях применения вышеописанных градиентных методов с постоянным и переменным параметром шага.

Все рассмотренные выше методы относятся к методам первого порядка, так как в них используются ФЧ критерия первого порядка. К методам нулевого порядка, построенных без применения ФЧ, относится **метод покоординатного спуска** (Гаусса - Зейделя). В нем одновременно изменяется только один управляемый параметр, т. е. вектор направления на каждом шаге равен соответствующему орту со знаком плюс или минус:  $1^{[i]} = \pm i_i$ . Выбор знака обычно осуществляется путем пробного изменения соответствующего параметра  $q$ , с целью выявления того направления, которое приводит к уменьшению критерия оптимальности.

Именно этот случай показан на рисунке штрихпунктирной ломаной линией. Здесь видно, что траектория изменения очередного параметра идет параллельно соответствующей оси координат до касания одной из линий уровня. Так получена точка  $[1^n]$  после первого шага оптимизации.

Все градиентные методы, имеют плохую сходимость вблизи оптимума, поскольку градиент, т. е. составляющие его ФЧ, приближаются к нулю. Поэтому и длина каждого шага будет стремиться к нулю. Увеличение параметра  $\alpha^{[s]}$  шага может в некоторых методах улучшить сходимость, но, с другой стороны, при превышении определенных значений этого параметра процесс оптимизации теряет устойчивость. Существуют различные методы оптимизации, которые повышают сходимость при большой кривизне поверхности критерия оптимальности. К ним относится **метод Ньютона** и квазиньютоновские методы.

Метод Ньютона является модификацией одноименного метода для решения нелинейных уравнений.

Основная идея метода Ньютона заключается в том, чтобы вблизи оптимума, там, где градиент очень мал, для определения вектора направления убывания критерия использовать информацию о кривизне поверхности, которая содержится в ФЧ второго порядка. Данный метод относится к методам второго порядка.

Вычисление ФЧ второго порядка и обращение матрицы являются трудоемкими операциями, поэтому иногда пользуются модификацией метода Ньютона, в которой эти операции делают один раз в начальной точке и в последующих шагах эту матрицу не изменяют.

Второй недостаток метода Ньютона состоит в малой области сходимости.

**Метод Ньютона-Рафсона**, являясь еще одной модификацией метода Ньютона, т.е. квазиньютоновским методом, частично расширяет область сходимости за счет уменьшения параметра  $\alpha^{[i]}$  шага оптимизации.

В анализ возможных методов оптимизации без ограничений на управляемые параметры, надо включить еще один квазиньютоновский метод, который обладает достоинствами метода Ньютона (высокая скорость сходимости) и в то же время не требует вычисления ФЧ второго порядка и обращения матрицы, а сходится для любого начального приближения. Это **метод Давидона-Флетчера-Пауэлла (ДФП)**.

В данном методе параметр  $\alpha^{[i]}$  шага рассчитывается из условия наискорейшего спуска, а направление движения предлагается принимать в виде

$$l^{[i]} = -P^{[i]} A_q^n(q^{[i-1]}),$$

где  $P^{[i]}$  - матрица размерностью  $D \times D$ , рекуррентно пересчитываемая по значениям градиента в текущих точках.

Несмотря на некоторую громоздкость формул, данный метод нашел широкое применение при обеспечении надёжности ЭС [2, 3], и его применение показывало хорошие результаты по сходимости и времени оптимизации. Кроме того, метод ДФП, в отличие от других методов оптимизации, сходится для любого начального приближения. Он не требует на каждой итерации расчета и обращения матрицы Гесса и объединяет достоинства градиентных методов и метода Ньютона.

**Таким образом, проведенные исследования показали**, что при большом количестве одновременно оптимизируемых параметров метод покоординатного спуска не требует вычислений функций чувствительности выходных характеристик к изменению оптимизируемых параметров для шагов оптимизации. Однако этот метод оптимизации, несмотря на отсутствие затрат времени на вычисление функций чувствительности, может потребовать слишком большого времени из-за большого количества шагов. Количество шагов можно уменьшить, применив одномерную оптимизацию для размера шага.

Градиентный метод оптимизации с постоянным шагом целесообразно применять в том случае, когда проводится проектирование ЭС, имеющего предыдущий аналог, для которого уже подобрана величина шага оптимизации. Если аналога нет, то целесообразно применять градиентный метод с оптимальным шагом. Он дополнительно требует одномерной оптимизации по величине шага, но в целом может быстрее достичь минимума критерия Н, по сравнению с методом с постоянным шагом.

Если оптимизация затягивается в конце приближения к минимуму критерия Н, то целесообразно перейти на метод Ньютона или на метод Ньютона-Рафсона, которые принадлежат к методам второго порядка, т.е. с вычислением матрицы Гесса. В этом случае помимо модели чувствительности первого порядка необходимо построить и решить модель чувствительности второго порядка. Построение модели чувствительности второго порядка производится путём дифференцирования по параметру  $q_k$  модели чувствительности первого порядка, которая в свою очередь, получается дифференцированием по параметру  $q_k$  исходной модели. Однако построение модели чувствительности второго порядка занимает слишком много времени.

В последнее время часто рекомендуется для оптимизации метод Давидона-Флетчера-Пауэлла. Исследования, проведенные автором, показывают, что при его использовании достаточно много времени уходит на вычисление каждого шага оптимизации. Однако его применение рекомендуется в случае оптимизации большого количества параметров с абсолютной гарантией сходимости [3], т.к. в многомерном пространстве оптимизации часто получается необычная форма поверхности оптимизации, что в других методах оптимизации приводит к их расходимости. Также при реализации данного метода используются функции чувствительности первого порядка, которые могут быть взяты из программ моделирования физических процессов [2].

### Литература

1. Кофанов Ю.Н. Моделирование и обеспечение надежности технических систем: Монография. - М.: Энергоатомиздат, 2011. – 324 с.
2. Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю., Увайсов С.У. Разработка метода комплексирования физической модели с моделями протекающих электрических, тепловых и механических процессов. / Инновационные информационные технологии. / Материалы I Международной научно-практической конференции. – Москва – Прага, 2012.
3. Кофанов Ю.Н., Малютин Н.В., Мартынов О.Ю., Шалумов А.С. Аппаратно-программный комплекс автоматизированного проектирования, обеспечения виртуализации испытаний и стойкости к воздействию дестабилизирующих факторов при эксплуатации РЭА. / Успехи современной радиоэлектроники, № 1, 2011, с. 7 - 12.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ МЕТОД К ОЦЕНКЕ АДЕКВАТНОСТИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Старусев А.В.

*Научно-исследовательский испытательный центр, г. Знаменск, Астраханская область*

В статье предлагается метод, позволяющий повысить качество оценки адекватности имитационных моделей. Рассмотрены критерии: универсальность, точность, чувствительность, адекватность. Данные критерии отражают основную специфику применения и степень соответствия имитационных моделей их целевому назначению.

### **Conceptual method to estimation adequacy of imitating models. Starusev A.**

In article the method, allowing to raise quality of an estimation of adequacy of imitating models is offered. Criteria are examined: universality, accuracy, sensitivity, adequacy. The given criteria reflect the basic specificity of application and a degree of conformity of imitating models to their special-purpose designation.

Ценность любой модели в конечном счете определяется степенью адекватности моделируемому объекту, либо совокупности более или менее формализованных эталонных характеристик и правил определенных в техническом задании на модель [4].

Математически задачи проверки адекватности обычно формулируются, как задачи проверки некоторой совокупности статистических гипотез [1, 2, 3]. Под статистической гипотезой будем понимать всякое предположение о распределении вероятностей, характеризующем выборку. Ситуация состоит в том, что с помощью некоторой процедуры необходимо сделать выбор между двумя конкурирующими гипотезами  $\hat{I}_0$  и  $\hat{I}_1$  (гипотезой  $\hat{I}_0$  и альтернативой  $\hat{I}_1$ ).

Выбор используемых статистических критериев проверки нулевой гипотезы  $\hat{I}_0$  зависит в основном от следующих факторов: - характера выходной информации (количественная или качественная); - вида закона распределения (нормальный или отличный от него); - объема выборки; - вида статистических характеристик (параметров), используемых для описания выходной информации.

В зависимости от закона распределения генеральных совокупностей, из которых взяты выборки с выхода модели и элемента системы, различают два вида критериев: параметрические и порядковые (непараметрические).

Параметрические критерии можно применять для оценки расхождения двух выборок, взятых из генеральной совокупности с нормальным распределением вероятностей или умеренно отличающимся от него. Применение параметрических критериев основано на сопоставлении таких статистических параметров выборочных распределений, как эмпирическое среднее  $\tilde{m}$  и эмпирическая дисперсия  $\tilde{\sigma}^2$ .

Порядковые (непараметрические) критерии оценки расхождений двух выборок применяются, когда исследователю неизвестна форма распределения выходных данных для генеральной совокупности или значительно отклоняется от нормального. При использовании порядковых критериев не требуется вычислять статистические параметры выборочных распределений, кроме того, при этом используются не непосредственные данные измерения, а определенным образом упорядочена их последовательность в виде ранжирования значений наблюдаемых величин или их разностей. Применение этих критериев основано на том, что ряд последовательных наблюдений можно рассматривать как простую, независимую выборку с неизвестными параметрами.

Выбор критериев для оценки расхождения двух выборок количественных параметров сводится к проверке гипотезы о соответствии эмпирических распределений, построенных по выборкам с выхода модели и системы (элемента), нормальному распределению.

Для малых выборок проверку этой гипотезы чаще производят по критерию  $\Omega^2$  - статистика. Для больших выборок данная задача решается одним из следующих способов: - путем вычисления показателей асимметрии и эксцесса и сопоставления их со своими квадратическими ошибками, применяя критерий  $\chi^2$  - критерий Пирсона.

Принципиальной особенностью имитационных моделей (ИМ) является невозможность выделения единственного критерия адекватности, полностью характеризующего ИМ. Для оценки адекватности ИМ необходимо применить критерии, отражающие основную специфику применения и степень соответствия ИМ ее целевому назначению. Данные критерии включают следующие основные показатели: универсальность, точность, чувствительность, адекватность.

Показатель универсальности характеризует способность ИМ использоваться для решения задач испытаний, заданных в техническом задании (ТЗ). Уровень универсальности количественно оценивается:

$$Y = \frac{Z_P}{Z_T}, \quad (1)$$

где  $Z_0$  - количество задач испытаний, которые должна решать ИМ в соответствии с ТЗ на нее;  $Z_D$  - количество задач испытаний решение которых реализовано в ИМ.

Показатель точности характеризуется относительной погрешностью показателя эффективности работы ИМ. В качестве последнего используется такой же показатель как и для реальной системы. Для расчета точности ИМ составляется уравнение погрешности на основе его вычисляется точечное значение показателя точности ИМ:

$$\delta = 1 - \frac{\dot{Y}_0}{\dot{Y}_{Df}} + \left(\frac{1}{\dot{Y}_{Df}}\right) \sum (\dot{Y}(X + \Delta X_i, Z) - \dot{Y}(X, Z)), \quad (2)$$

где  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  - вектор параметров, характеризующих систему и используемых в модели;  $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$  - вектор внешних параметров, при которых работает модель;  $\dot{Y}_0 = F_0(X_0, Z_0)$  - показатель эффективности идеальной модели при номинальных значениях параметров  $X_0, Z_0$ ;  $\dot{Y}_{Df} = F(X_0, Z_0)$  - показатель эффективности системы при номинальных значениях параметров  $X_0, Z_0$ .

ИМ, как правило, состоит из совокупностей имитационных модулей  $\dot{I} = \{m_1, m_2, \dots, m_R\}$ . [3]. Полагая точность модели критерием её качества, можно выделить те из модулей, которые приводят к малой чувствительности этого критерия при изменении входных и выходных модулей. Такие модули могут быть удалены из ИМ или заменены более простыми с целью общего упрощения ИМ и повышения эффективности выполнения программы.

Показатель чувствительности характеризует степень влияния имитационных модулей на показатель точности ИМ. Её чувствительность  $S$  - это реакция ИМ на изменение входных величин  $X$ , то есть

$$S = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\Delta \dot{Y}}{\Delta \dot{O}} = \frac{d\dot{Y}}{dX}. \quad (3)$$

*Вывод.* Принципиальной особенностью ИМ является невозможность выделения единственного критерия адекватности, полностью характеризующего ИМ. Критерии адекватности представляют собой измеряемые численные показатели в виде некоторой целевой функции, характеризующей степень выполнения имитационной моделью своего назначения. В статье рассмотрен метод, который апробирован [4] и рекомендуется применить для оценки адекватности моделей сложных технических систем.

### Литература

1. Бусленко Н. П. Метод статистического моделирования / Н. П. Бусленко. - М.: Статистика, 1970. - 112 с.
2. Ван Дер Ванден Б. Л. Математическая статистика / Б. Л. Ван Дер Ванден - М.: Издательство иностранной литературы, 1960. - 434 с.
3. Лобейко В. И. Метод оценки критериев эффективности АСУ при заданном техническом требовании на систему / В. И. Лобейко, С. В. Поляков, А. В. Старусев // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2012. Т. 4. № 13. - С. 138-142.
4. Королев М. Р. Оценка адекватности комплексной модели сложной технической системы / Королев М. Р., Лобейко В. И., Старусев А. В. // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2012. Т. 4. № 13. - С. 12-15.

### ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КАК К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Федосеев С.В., Микрюков А.А., Беркетов Г.А.  
г. Москва, МЭСИ

Рассмотрены возможности использования методов и средств искусственного интеллекта при проектировании программных комплексов. Приведена классификация типов задач, разрабатываемых с применением методов искусственного интеллекта.

**Approaches to designing complex software as the intellectual system. Fedoseev S., Mikrukov A., Berketov G.**

The possibilities of the use of methods and means of artificial intelligence in the design of software systems. The classification of the types of tasks, developed using the methods of artificial intelligence.

В технологии программирования методы и средства искусственного интеллекта можно применять на двух уровнях:

- на уровне отдельных процедур (задач);
- на уровне программного обеспечения в целом.

На уровне процедур с применением методов искусственного интеллекта можно реализовать в виде задач многие функции, которые прежде не автоматизировались ввиду отсутствия необходимого инструментального аппарата, либо по-новому (на других конструктивных принципах) запрограммировать некоторые информационные и расчетные задачи. Однако следует заметить, что широко применяемый в настоящее время при разработке программного обеспечения «позадачный» подход себя исчерпал, ибо сводится по существу к предопределенной переработке входной информации в выходную. Кроме того, игнорируется сложный недетерминированный характер процесса выработки и принятия решения, не учитывается то обстоятельство, что определенная часть используемой информации является недостоверной, выпадает такой важный момент, как сравнительная оценка и анализ различных вариантов предполагаемых действий. Поэтому перспективное программное обеспечение должно проектироваться и разрабатываться как интеллектуальная система, функционирующая в интерактивном диалоговом режиме, обеспечивающая человека-оператора в любой момент времени всей необходимой для его дальнейшей работы информацией, поясняющая производимые ею действия и подсказывающая пути разрешения возникающих проблем.

Всего этого можно достичь, если построить программное обеспечение как некую экспертную систему, моделирующую рассуждения человека-эксперта в конкретной предметной области и использующую для этого базу знаний, содержащую факты и правила об этой предметной области, и некоторую процедуру логического вывода. Информационные, расчетные и другие задачи при этом являются встроенными в систему процедурами, обеспечивающими её функционирование.

В настоящее время не существует устоявшейся классификации задач, решаемых методами искусственного интеллекта. Однако обязательными атрибутами таких задач являются:

- база знаний;
- механизм логического вывода;
- пользовательский интерфейс.

Отсюда вытекает, что в принципе разные типы задач можно классифицировать в зависимости от того, как в них реализованы эти основные компоненты, и от того, как они соотносятся между собой. Предпочтительнее, однако, не ограничиваться следствиями, а доискиваться до причин (ибо выбор, к примеру, представления знаний в виде семантической сети или системы фреймов – это следствие, а полезно было бы рассмотреть, чем он вызван).

Предлагаемая ниже классификация выделяет, прежде всего, специфические особенности различных типов интеллектуальных задач как **предмета разработки**. Следует отметить, что она, хотя и не претендует на полноту, тем не менее, позволяет охватить большую часть свойств, которые характеризуют тот или иной тип задач.

Задачи, разрабатываемые с применением методов искусственного интеллекта, классифицируются по следующим признакам:

- тип предметной области;
- тип задачи;
- степень анализа предметной области;
- методы представления и использования знаний;
- стадия существования;
- временной характер исполнения;
- уровень управления;
- требуемые инструментальные средства.

С точки зрения разработчика полезно выделять статические и динамические предметные области. Предметная область называется статической, если описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической.

По своему типу задачи также делятся на статические и динамические. При этом существенным для определения динамической задачи является то обстоятельство, что она сама в процессе решения изменяет исходные данные о текущем состоянии предметной области.

Кроме того, предметные области можно охарактеризовать следующими аспектами:

- числом и сложностью сущностей и их атрибутов;
- связностью сущностей и их атрибутов;
- полнотой знаний;
- точностью знаний.

Естественно, что разработка динамических интеллектуальных процедур является значительно более сложной, поскольку в этом случае требуется постоянно отслеживать текущее состояние базы знаний и соответствующим образом реагировать на его изменение.

«Интеллектуальные» программы часто обладают недетерминированным поведением, поэтому нельзя заранее просчитать их реакцию на ту или иную ситуацию. Более того, может возникнуть такое положение, когда ни одно из заложенных в программу правил не сработает, и она «зависнет».

Степень анализа предметной области в задаче можно определить либо как глубокую, либо как поверхностную. Принципиальное отличие программ задач первой группы состоит в том, что они обладают способностью при возникновении тупиковой ситуации определять с помощью некоторых общих принципов, какие действия следует выполнить.

По методам представления и использования знаний «интеллектуальные» программные системы задачи (системы) делятся на традиционные и гибридные. База знаний в общем случае может быть представлена как **база фактов, база правил и база процедур**. При традиционном подходе база процедур отсутствует. Напротив, в гибридных системах используются встроенные в систему процедуры, которые выполняют различные вспомогательные функции.

Понятие **стадии существования** связано не с самой задачей, а с её программной реализацией. Различные стадии существования соответствуют разной степени памяти. Однако, если программа не предназначена для коммерческого распространения, в ней могут быть опущены детали, придающие ей товарный вид.

По временному характеру выполнения задачи, использующие методы искусственного интеллекта, можно, как и другие задачи, разбить на три группы:

- задачи планирования;
- оперативные задачи;
- задачи реального масштаба времени.

Поскольку «интеллектуальные» задачи решаются в интерактивном диалоговом режиме, то существенным для них является программирование пользовательского интерфейса. Сложность интерфейса, его глубина, степень прорабатываемых с его помощью вопросов зависят от того, к какой из указанных групп принадлежит задача. Если задачам из первых двух групп свойственен «задумчивый» многоальтернативный интерфейс, то в задачах реального масштаба времени он строится по принципу «вопрос-ответ (однозначный)», либо по принципу «вопрос (типа «что делать?») – действие». В последнем случае программа производит оценку ситуации и сразу предпринимает необходимые шаги.

По уровню управления задачи естественно разделить на задачи стратегического, оперативного и тактического уровня. Это связано с тем, что одна и та же по назначению задача на разных уровнях может быть реализована совершенно по-разному и, соответственно, по-разному должна разрабатываться.

Под требуемыми инструментальными средствами понимаются программные и аппаратные средства, необходимые для разработки программы. Программы, использующие методы искусственного интеллекта, могут выполняться на ЭВМ различных типов (ЭВМ общего назначения, персональные ЭВМ, интеллектуальные рабочие станции, последовательные и параллельные символьные ЭВМ и др.), а также с применением разнообразных инструментальных программных средств (символьные языки программирования, языки инженерии знаний, системы автоматизации разработки, оболочки экспертных систем и т.д.).

Выбор инструментальных средств производится, исходя из назначения разрабатываемой программы (системы) и среды её функционирования.

Приведенная классификация может использоваться на начальных этапах проектирования программных комплексов, в дальнейшем необходимо учитывать специфику предметной области, для которой создается конкретный программный комплекс.

### Литература

1. Гагарина, Л. Г. Технология разработки программного обеспечения. - М: ИНФРА-М, 2008.
2. Гринченков Д. В. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. - М: КноРус, 2010.
3. Ковалевская Е. В., Комлева Н.В. Методы программирования. - М: МЭСИ, 2011.

## ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПЕРЕЧИСЛИТЕЛЬНОЙ КОМБИНАТОРИКИ

Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р.

*г.Москва, Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики*

В качестве подхода к решению задач перечислительной комбинаторики предлагается анализ комбинаторных схем на основе определенной технологии прямого перечисления всех их исходов с разработкой для каждой схемы дисциплины нумерации. Для этого задаются виды исходов и строятся процедуры их перечисления в разных комбинаторных схемах с определенным порядком их нумерации, решается задача нумерации исходов, т.е. устанавливается взаимно-однозначное соответствие между ними и их номерами, находятся вероятностные распределения исходов схем и приводятся способы моделирования возможных значений их реализаций, обсуждаются возможности использования полученных результатов для проведения дальнейших исследований.

Ключевые слова: перечислительная комбинаторика, перечисление исходов схем, задача нумерации, моделирование.

**On approach to the solution of the problems of the enumerational combinatoric. N.Yu. Enatskaya, E.R.Hakimulliri.**

As the approach to the solution of the problem of the enumerational combinatoric we suggest the analysis of the combinatorial scheme on the base of definite technology of the direct enumeration of all its outcomes with development of discipline of the enumeration for each scheme. For this the forms of outcomes defined and the procedures constructed in different combinatorial schemes with definite order of their enumeration, the enumeration problem of the outcomes is solved, that is one-to-one correspondence between them and their numbers is established, the probability distributions of the outcomes of the schemes and methods of possible means of their realizations is given possibility to use of the obtained results in further the investigation are considered.

Key words: enumerational combinatoric, enumeration of outcomes of the schemes, enumeration problem, modelling

### **Введение и основное содержание доклада**

Под перечислительной комбинаторикой понимается решение перечислительных задач, состоящих или в указании алгоритма перебора исходов комбинаторных схем, или нахождении их числа. В случае отсутствия явных формул для чисел исходов схем и трудоемкости их вычисления по рекуррентам практический интерес представляют и алгоритмические методы их нахождения, приводящие как к численным, так и теоретическим результатам. Здесь предложен один такой подход, основанный на построении процедуры прямого перечисления всех исходов комбинаторных схем в определенном порядке с решением задачи нумерации, нахождения вероятностного распределения исходов схемы и построения алгоритма их моделирования. Будут обсуждены два центральных этапа анализа: метод построения процедуры явного перечисления исходов схемы, называемом в дальнейшем методом графов [1], и решение задачи нумерации, а также возможности использования результатов этих этапов для проведения дальнейших исследований, в частности, моделирования исходов схемы [2] - [4].

### **1. Процедура перечисления исходов схемы (Метод графов)**

Рассматриваются возможности исследования комбинаторных схем на основе графов случайных процессов перечисления их исходов с последовательным добавлением элементов или этапов перебора и с определенной дисциплиной нумерации их исходов. Для наглядности строится пошаговый граф переходов процесса. Все переходы, изображаемые в графе стрелками, будем называть ребрами графа. Общее число исходов на последнем шаге перебора дает число исходов схемы. Если на ребрах графа указывать вероятности соответствующих переходов, то, можно вычислить распределение вероятностей исходов схемы.

Все возможности численного анализа комбинаторных схем с использованием такого графа, данного в [1], будем называть методом графов, имеющий следующий практический смысл:

- 1) визуальный анализ всех исходов схемы;
- 2) численное определение общего числа всех  $N$  исходов схемы (если явная формула для числа  $N$  отсутствует);
- 3) численное определение числа  $M$  исходов схемы с ограничениями путем отбраковки соответствующих исходов из всех;
- 4) численное нахождение вероятности выполнения заданных ограничений по результатам п.1) и 2), равной числу  $M/N$ ;
- 5) численное нахождение вероятностного распределения исходов схемы методом графов;

б) моделирование исходов схемы по их полученному в п.4) вероятностному распределению методом маркировки.

## 2, Задача нумерации

Задача нумерации состоит в получении вида исхода по его номеру (прямая задача нумерации) и получения номера исхода по его виду (обратная задача нумерации).

Если задача нумерации решается таблично-программным путем, то соответствие видов исходов схемы и их номеров требует большую память и получается только для конкретных параметров схемы. Поэтому ценнее аналитическое решение задачи, которое и будет одной из главных целей комбинаторного анализа схемы.

Результаты решения задачи нумерации могут использоваться в дальнейших комбинаторных исследованиях схемы по следующим направлениям:

- 1) для компактного хранения информации об исходах схемы;
- 2) результат решения прямой задачи нумерации, т.е. формула для номера последнего, обычно очевидного по дисциплины нумерации, исхода дает число исходов схемы;
- 3) результат решения обратной задачи нумерации дает возможность моделировать исход схемы путем разыгрывания его номера с известным вероятностным распределением исходов схемы.

## Литература

1. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. Метод графов для решения задач пересчетной комбинаторики. *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*, Санкт-Петербург, вып.8, 2014, с. 15-21.
2. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. Стохастическое моделирование, М.: МИЭМ. 2012.
3. Колчин А.В., Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы перестановок. *Труды КНЦ РАН*, Петрозаводск, 4, 2014, с. 80-86.
4. Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы сочетаний. *Промышленные АСУ и контроллеры*, вып.8, 2015, с.35-40.

## КОМБИНАТОРНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПОДСТАНОВОК ЗАДАННЫХ ЦИКЛОВЫХ СТРУКТУР

Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р.

*Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики*  
УДК 519.115:519.2

Изучаются вопросы нахождения численностей подстановок с заданной информацией об их цикловых структурах, прямого перечисления и моделирования их исходов.

Ключевые слова: случайные подстановки, цикловая структура, перечисление исходов, моделирование.

### **Combinatorial analysis of random permutations of a given structures of cycle N.Yu. Enatskaya, E.R.Khakimullin**

We study the questions of finding the number of permutations with a given information of the structures of cycles, the direct enumeration and modelling of their outcomes.

Key words: random permutations, structure of cycles, enumeration of outcomes, modelling.

#### Введение

Подстановка размера  $n$  задает последовательность взаимно-однозначных отображений всех  $n$  элементов множества  $\{1, 2, \dots, n\}$  на себя и записывается в виде двустрочного соответствия элементов вида  $(1 \ 2 \ \dots \ n)$  и  $(i_1 \ i_2 \ \dots \ i_n)$  в матричной форме.

Подстановки можно задавать перестановками элементов ее нижней строки.

Цикл подстановки образует группа элементов, возвращающихся при данном отображении к исходному элементу.

Цикловая структура подстановки задается вектором  $\bar{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ , где  $a_i$  - число циклов размера  $i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $\sum_{i=1}^n a_i = k$  - число циклов подстановки, а  $\sum_{i=1}^n i a_i = n$ .

Случайные подстановки можно задавать своими цикловыми группами в круглых скобках с перечислением номеров в каждой в порядке отображений внутри цикловой группы, начиная с минимального номера

в ней, а группы перечисляются в порядке роста их размеров, причем группы одного размера - в порядке роста минимальных номеров элементов в них.

Полученные результаты чисел Нисходов схем и их перечисления

1. Подстановки любой цикловой структуры:  $N = n!$ .

Перечислительная задача всех равновероятных перестановок нижних строк подстановок решена в [1].

2. Одноцикловые подстановки:  $N = (n - 1)!$ .

Для явного перечисления всех одноцикловых подстановок записываем их в виде всех перестановок по [1], начиная с 1 и рассматривая их как последовательные отображения в подстановке.

3. Подстановки без единичных циклов

$$N = n! \left( \frac{1}{2!} - \frac{1}{3!} + \dots + \frac{(-1)^n}{n!} \right)$$

Перечисление всех подстановок без единичных циклов производим путем перечисления по [1] всех  $n!$  перестановок нижних строк подстановок с отбраковкой дающих хотя бы один ноль в разности элементов ее строк.

4. Подстановки с ровно  $k$  единичными циклами

$$N = C_n^k (n - k)! \left( \frac{1}{2!} - \frac{1}{3!} + \dots + \frac{(-1)^{n-k}}{(n-k)!} \right).$$

Перечисление подстановок с ровно  $k$  единичными циклами производят путем выполнения следующих шагов: по алгоритму [2] перечисляем все сочетания  $C_n^k$  выборов  $k$  элементов, составляющих единичные циклы; по алгоритму п.3 перечисляем все подстановки из  $(n - k)$  различных элементов без единичных циклов; сочетая все результаты первых двух шагов, получаем перечень всех подстановок с ровно  $k$  единичными циклами.

5. Подстановки с ровно  $k$  единичными циклами и одним циклом, размером  $(n - k)$

$$N = C_n^k (n - k - 1)!.$$

Для перечисления всех подстановок данного вида совершаем следующие шаги: по алгоритму [2] перечисляем все сочетания  $C_n^k$  выборов  $k$  элементов, составляющих единичные циклы; по алгоритму [1] перечисляем все перестановки из остальных после выполнения п.1  $(n - k)$  различных элементов в нижних строках подстановок; сочетая все результаты первых двух шагов, получаем полный перечень всех подстановок заданного вида.

Подстановки с заданной цикловой структурой

$\vec{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  - вектор заданной цикловой структуры подстановки размера  $n$ .

$$N = \frac{n!}{\prod_{i=1}^n (i\alpha_i)!} \frac{(i\alpha_i)! ((i-1)!)^{\alpha_i}}{(i!)^{\alpha_i} (\alpha_i)!} = \frac{n!}{\prod_{i=1}^n i^{\alpha_i} (\alpha_i)!}.$$

Перечисление всех подстановок данного вида совершаем в несколько этапов: 1) производим перечисление перестановок с повторением по алгоритму из [3]; 2) упорядочиваем группы по их размерам в возрастающем порядке, группы одного размера в алфавитном порядке входящих в них элементов, считая алфавитом номера  $n$  элементов подстановки, а элементы в каждой группе перечисляем в полученном взаимном порядке, начиная с элемента с минимальным номером в группе путем циклического сдвига элементов группы; 3) сравнивая результаты п. 2), отбрасываем повторяющиеся, оставляя только разные, учитывающие только размеры циклов, составы элементов циклов и взаимные порядки отображений элементов циклов - в результате получаем перечень всех подстановок заданной цикловой структуры.

При моделировании случайных подстановок по заданной информации об их цикловых структурах опираемся на процедуру моделирования базовых схем из [1] - [3].

#### Литература

1. Колчин А.В., Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы перестановок. *Труды КНЦ РАН. Сер. Математическое моделирование и информационные технологии*, вып.4. Петрозаводск, 2014, с.80-86.
2. Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы сочетаний. *Промышленные АСУ и контроллеры*, вып.8, 2015, с.35-40.
3. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. Стохастическое моделирование., М., МИЭМ, 2012

#### ПОДСИСТЕМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК КОРПОРАТИВНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Сафонова И.Е., Желенков Б.В., Голдовский Я.М., Цыганова Н.А.  
Москва, МГУПС (МИИТ)

Представлен подход для реализации подсистемы комплексирования аналитических моделей основанный на модифицированном методе многоальтернативного распознавания многомерных объектов. Критерием эффективности работы подсистемы является достоверность принимаемых решений.

**Subsystem integration of analytical models for the calculation of parameters and characteristics of enterprise-wide telecommunication networks. Safonova I., Zhelenkov B., Goldovskii Y., Tsyganova N.**

The paper presents an approach for the implementation of the subsystem integration of analytical models based on a modified method multialternative recognition of multidimensional objects. The criterion of efficiency of the subsystem is the reliability of decisions.

Одной из задач, решаемых при принятии проектных решений в процессе автоматизированного проектирования корпоративных телекоммуникационных сетей на основе многоуровневого комплекса моделей, является задача комплексирования аналитических моделей расчета параметров и характеристик сетей [1-2]. Следует выделить два основных этапа функционирования подсистемы комплексирования: первый - определение необходимых параметров проектируемой сети ( $X_{pr}$ ); второй - выбор соответствующих классов задач проектирования и принадлежности каждого параметра сети  $x_{pr,k}$  конкретным имеющимся аналитическим моделям.

Средствами реализации подсистемы комплексирования могут являться нейронные сети, экспертные системы (ЭС) и системы распознавания [1, 6],

Из особенностей искусственных нейронных сетей, видно, что обучение сети при определенных условиях может быть не закончено или сеть может быть обучена недостаточно хорошо, что влияет на качество получаемых решений. Традиционные искусственные нейронные сети не способны «объяснить», как они решают задачу (нежелательность возникновения такой ситуации объясняется тем, что отсутствие ясности хода процесса принятия решения приводит к появлению недоверия к качеству принимаемых подсистемой решений). Эти и другие недостатки искусственных нейронных сетей ограничивают их применение для построения подсистемы комплексирования.

Использование методов ЭС для построения подсистем комплексирования не всегда возможно по причине того, что эксперты иногда могут не сойтись в оценке предполагаемого решения. К тому же условия поставленной задачи таковы, что решение должно приниматься подсистемой на основе данных, которые часто имеют конкретные числовые значения. Таким образом выявляется несоответствие методов ЭС решению задачи комплексирования моделей.

Необходимо отметить, что в настоящее время существует тенденция к объединению средств искусственных систем распознавания, нейронных сетей и ЭС для создания многоступенчатых систем поддержки принятия решений. В рамках подобной системы предполагается объединить эти средства в иерархическую структуру. Низшая ступень отводится системе распознавания как средству получения быстрых решений, при затруднительности получения решения с ее помощью, подключаются средства нейронной сети. Последней ступенью является экспертная система, которая пытается получить решение, опираясь на информацию, соответствующую методам ЭС.

Следовательно, для комплексирования моделей наиболее целесообразно использовать принципы распознавания. Алгоритм работы системы распознавания можно представить в виде последовательной реализации следующих процедур: формирование и оптимизация признакового пространства; процедура обучения, описание эталонов класса; процедура принятия решения.

Любой объект, подлежащий распознаванию и классификации, обладает рядом различительных качеств или признаков [2-4]. Каждый параметр сети характеризуется вектором признаков параметров, куда входят единицы измерения этого параметра; форма представления; номер модели, где этот параметр является выходным, номера моделей где этот параметр является входным и принадлежность соответствующим уровням корпоративной сети; принадлежность определенному классу задач; номер уровня модели OSI, и другие индивидуальные признаки. Каждая модель расчета параметров и характеристик корпоративных сетей, также имеет свой вектор признаков, который содержит номера уровня модели OSI и номер самой модели, принадлежность соответствующим уровням корпоративной сети; принадлежность определенному классу задач; время расчета; входные и выходные параметры.

В подсистеме комплексирования аналитических моделей учитываются следующие факты [3, 5, 6].

- Значения большинства необходимых параметров сети могут быть неизвестны.
- Вычисленные прогностические оценки параметров могут представлять собой верхние, нижние границы или средние значения рассчитываемых параметров сети и рассматриваться как смещенные оценки математических ожиданий.
- Задача распознавания является многоальтернативной, поскольку один и тот же параметр может входить в различные модели и принадлежать к разным уровням корпоративной телекоммуникационной сети. Это также многомерная задача, поскольку каждое описание

параметров и моделей представляет собой  $p$ -мерный вектор, где каждая компонента вектора характеризует наличие и величину  $i$ -го признака.

В качестве базового метода решения задачи распознавания выбран метод, основанный на теории статистических решений [4, 5]. Поскольку эта задача является по своей природе многоальтернативной и априорно неопределенной, из всего множества известных критериев распознавания выбран критерий максимального правдоподобия [5, 6]. Принимается решение  $X_{pr_n} \in m_l$ , если

$$G_1 = \tilde{w}_1(x_{pr_n}) / \tilde{w}_r(x_{pr_n}) > \text{для всех } r = 1 \div k, r \neq 1, \quad (1)$$

где  $\tilde{w}_r(x_{pr_n}), \tilde{w}_l(x_{pr_n})$  - оценка плотности вероятности для классов  $r, l$ , полученные по классифицированным обучающим выборкам.

Только этот критерий допускает достаточно простое и транзитивное обобщение на многоальтернативный случай.

Подход для реализации подсистемы комплексирования моделей основан на модифицированном методе многоальтернативного распознавания многомерных объектов. Предварительную обработку объектов для определения информативных признаков целесообразно проводить с помощью метода максимизации дивергенции. Принятие решения о классификации объекта сводится к определению меры близости (вероятностной) объекта распознавания к тому или иному классу. Суть этого подхода заключается в следующем. Имеется  $KL$  классов  $m_1, m_2, \dots, m_{KL}$  и каждый класс  $m_k$  описывается, как это установлено в ходе обучения,  $p$ -мерным нормальным распределением:

$$N(x_{pr}, \hat{a}_k, \hat{\Psi}_k), x_{pr} = (x_{pr1}, x_{pr2}, \dots, x_{prp})^T, \quad (2)$$

с математическим ожиданием

$$\hat{a}_k = (a^{(k)}_1, a^{(k)}_2, \dots, a^{(k)}_p)^T \quad (3)$$

и ковариационной матрицей  $\hat{\Psi}_k$ . Дана контрольная выборка  $X_{pr_n} = (x_{pr_i})^T_n$ , принадлежащая одному из классов. Необходимо определить, к какому классу задач она принадлежит и оценить характеристики достоверности принятого решения. Выше было показано, что наиболее целесообразным правилом многоальтернативного распознавания многомерных объектов является правило, основанное на критерии максимального правдоподобия. Исходя из этого, можно записать, что контрольная выборка принадлежит классу  $m_l, KL \geq l \geq 1$  для которого функция правдоподобия  $\hat{W}_{ln}$  максимальна [1, 4, 6]:

$$\hat{W}_{ln} = \prod_{i=1}^n \hat{w}(x_{pr_i}) = \max_{1 \leq k \leq KL} \left\{ \prod_{i=1}^n \hat{w}_k(x_{pr_i}) \right\}, \quad (4)$$

$$\text{где } \hat{w}_k = (2\pi)^{-p/2} (\det \hat{\Psi}_k)^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x_{pr} - \hat{a}_k)^T \hat{\Psi}_k^{-1} (x_{pr} - \hat{a}_k) \right\}$$

- плотность вероятности  $p$ -мерного нормального закона  $N(x_{pr}, \hat{a}_k, \hat{\Psi}_k)$ .

В развернутой записи правило (4) означает, что решение  $X_{pr_n} \in m_l$  принимается в том случае, когда одновременно выполняются  $KL-1$  неравенств

$$\hat{W}_{ln} > \hat{W}_{kn}, k = 1/KL, k \neq l. \quad (5)$$

Переходя к логарифмам функций правдоподобия  $G_{ln} = \ln \hat{W}_{ln}$  можно записать решающее правило  $X_{pr_n} \in m_l$  в следующем виде, если выполнены условия

$$\begin{aligned} \hat{G}_{ln} - \hat{G}_{kn} &= \ln \hat{W}_{ln} - \ln \hat{W}_{kn} = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left\{ (x_{pr_i} - \hat{a}_k)^T \hat{\Psi}_k^{-1} (x_{pr_i} - \hat{a}_k) - (x_{pr_i} - \hat{a}_l)^T \hat{\Psi}_l^{-1} (x_{pr_i} - \hat{a}_l) \right\} + \frac{n}{2} \ln \frac{\det \hat{\Psi}_k}{\det \hat{\Psi}_l} \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

где  $k = 1 \div KL, k \neq l$ .

Для проверки гипотезы  $X_{pr_n} \in m_l$  необходимо и достаточно воспользоваться формулой (6)  $k$ -раз.

При оценке эффективности подсистемы распознавания необходимо вычислить ошибки распознавания для каждого класса  $l$ . Это ошибки первого рода – вероятность отвергнуть правильное решение и второго рода – вероятность принятия неправильного решения. Для оценки вероятностей ошибок классификации при ограниченных размерах обучающих выборок целесообразно использовать статистический эксперимент по методу Монте-Карло [6].

К преимуществам представленного подхода относятся: возможность наиболее полно отразить тонкую структуру и все особенности распознаваемых объектов с учетом априорной неопределенности, и наличия дестабилизирующих факторов; возможность оценить и произвести аналитический расчет основного показателя качества достоверности распознавания.

#### **Литература**

1. Сафонова И.Е. Разработка комплекса моделей иерархического многоуровневого представления корпоративных функционально-ориентированных сетей // Качество. Инновации. Образование. - 2006. - № 6. - С. 47-53.
2. Проферансов Д.Ю., Сафонова И.Е. Многоуровневая графовая модель корпоративной телекоммуникационной сети // Телекоммуникации. - 2011. - № 11. - С. 12 – 21.
3. Сафонова И.Е. Критерии оценки качества корпоративных функционально-ориентированных сетей // Информационные, сетевые и телекоммуникационные технологии: сб. науч. трудов / Моск. институт электроники и математики – техн. ун-т. - М.: МИЭМ, - 2009. – С. 136 - 144.
4. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир. 1978. С.414.
5. Сафонова И.Е. Комплексирование параметров моделей сетевых элементов // Свидетельство об официальной регистрации программа для ЭВМ № 2010612490 Российская Федерация. от 09.04.2010. – Москва. – Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.
6. Сафонова Е.И. Методика комплексирования моделей многоуровневого представления корпоративных функционально-ориентированных сетей // Информационные, сетевые и телекоммуникационные технологии: сб. науч. трудов. / Моск. институт электроники и математики – техн. ун-т. - М.: МИЭМ, - 2009. - С. 145 - 148.

### **ПРЕВЕНТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Шабанов А.П.

*Москва, Институт проблем информатики ФИЦ ИУ РАН*

Представлены результаты исследования, посвящённого снижению числа ошибочных решений за счёт проведения превентивного мониторинга достоверности данных, вырабатываемых в информационных системах и предоставляемых лицам, принимающим решения в зонах своей ответственности.

#### **Preventive monitoring information that is provided by information systems for decision-making. Shabanov A.**

The results of research dedicated to reduce the number of erroneous decisions at the expense of carrying out preventive monitoring of the validity of data generated by information systems and provided to decision-makers in the areas of its responsibility.

Задача мониторинга эффективности информационных систем (бизнес процессов) рассмотрена в работе [1]. На основе решения данной задачи разработано техническое решение по повышению их устойчивости [2]. Технологические аспекты применения этого решения на предприятиях и конкретные методики определения неисправностей в технических средствах и ошибок в программах рассмотрены в работе [3]. Другие известные из литературы модели и методики позволяют определять скрытые проблемы, обусловленные ошибками пользователей, ошибками эксплуатирующего персонала, вредным воздействием технических и программных средств и ошибками разработчиков при проектировании информационных систем. В то же время, остаются острыми вопросы о недопущении или, по крайней мере, о снижении числа ошибок при принятии решений, обусловленных недостоверностью данных, предоставляемых информационными системами. В значительной степени эти вопросы стали менее острыми в связи с появлением технологии информационной поддержки деятельности организационных систем [4], в которой предусмотрено проведение периодических проверок достоверности данных, входящих в сценарии принятия решений. Представленный здесь способ поддержки принятия решений

[5] обеспечивает снижение числа ошибочных решений за счёт проведения превентивного мониторинга данных, вырабатываемых в информационных системах и предоставляемых лицам, принимающим решения в зонах своей ответственности.

Основным отличительным действием данного способа [5] является проведение превентивной технической проверки достоверности данных, содержащихся в сценарии принятия решения, уже выбранном для исполнения. Техническая проверка достоверности данных производится следующим образом:

Осуществляются сбор фактических данных о сущностях, относящихся к сценарию  $S$ , сравнительный анализ этих данных с данными об информационных моделях этих сущностей, хранящихся в памяти автоматизированной системы, реализующей технологию информационной поддержки деятельности организационных систем.

Если изменений в данных о сценарии  $S$ , не обнаружено, то эти данные передаются для исполнения управляющих воздействий над теми или иными объектами. Адресные данные, команды управления и другие данные, необходимые для производства управляющих воздействий, входят в состав данных о сценарии  $S$ .

Если в данных о сценарии  $S$  обнаружены изменения, то: производится модернизация информационных моделей сущностей, относящихся к сценарию  $S$ ; переформирование данных о сценарии  $S$  на основе модернизированных информационных моделей – формирование данных о сценарии  $S^M$ ; передача данных о сценарии  $S^M$  для производства управляющих воздействий.

На рисунках ниже приведены временные диаграммы при проведении превентивной технической проверки выбранного сценария (рис. 1) и при проведении только периодических технических проверок (рис. 2).



Рис. 1 Выполнение превентивной технической проверки



Рис. 2 Выполнение периодических технических проверок

Диаграммы (рис. 1 и рис. 2) наглядно отображают положительный эффект, заключающийся в сокращении срока достижения цели управления при проведении превентивного мониторинга достоверности данных, предоставляемых информационными системами для принятия решений.

Другие отличительные признаки рассматриваемого способа приведены ниже:

1. Формирование блока данных об эффективности деятельности организационной системы производится через заранее определенные и, при необходимости изменяемые, интервалы времени.
2. Различают блоки данных о сценариях принятия решений по устранению угроз для деятельности организационной системы, по предотвращению этих угроз и по выполнению плановых работ в отношении деятельности организационной системы.
3. В состав каждого из блока данных о сценарии входят, по меньшей мере, данные:
  - о технических и программных средствах, используемых для выполнения работ;
  - о технических и программных средствах и/или объектах наблюдения, в отношении которых должны проводиться работы;
  - для настройки и администрирования технических и программных средств и/или объектов наблюдения, в отношении которых должны проводиться работы;
  - о подразделениях и специалистах организационной системы и/или внешних организационных систем, которые должны производить работы и/или в отношении которых должны быть предприняты конкретные действия.
4. Проверка достоверности данных о сценарии принятия решения производится путем аудита и обновления данных, указанных в п. 3.

Таким образом, как показано выше, благодаря проведению превентивного мониторинга достоверности данных, предоставляемых информационными системами для принятия решений, может быть повышена эффективность деятельности организационной системы, как в целом, так и отдельных её видов, эффективность деятельности отдельных или всех подразделений. Повышение эффективности деятельности достигается за счёт расширения функциональных возможностей, достигаемых применением рассмотренного способа, при этом достигается сокращение времени выполнения работ:

- по предотвращению возникновения проблемных ситуаций в деятельности организационных систем;
- по разрешению проблемных ситуаций, если они уже возникли;
- по повышению эффективности деятельности (при выполнении плановых работ).

### Литература

1. Шабанов А.П. Методический подход к мониторингу эффективности информационных бизнес процессов //Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы XI-й Международной научно-практической конференции (ИНФО-2014), 1-10 октября 2014 года, г. Сочи. – М.: НИУ ВШЭ, 2014. – 660 с., с. 604-606.
2. Голяндин А.Н., Шабанов А.П. Центр поддержки устойчивости информационных систем // Патент РФ на полезную модель RU132227U1, опубл. **10.09.2013**, бюл. № 25.
3. Аракелян М.А., Голяндин А.Н., Шабанов А.П. Система аудита ИТ-услуг // InformationManagement, № 3, 2014, с. 84-92.

4. Зацаринный А.А., Шабанов А.П. Технология информационной поддержки деятельности организационных систем на основе ситуационных центров // М.: ТОРУС ПРЕСС, 2015. 232 с.

5. Зацаринный А.А., Шабанов А.П. Способ поддержки принятия решения // Заявка на изобретение, рег. № 2013138685, опубл. **27.02.2015**, бюл. №6.

## ШИФРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ТАЛБОТА

Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г., Щетинин Г.А.  
Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана

В статье описан разработанный алгоритм шифрования информации на основе программного симулятора эффекта Талбота (эффект саморепродукции на дифракционной решетке). Разработана программа, которая позволяет шифровать информацию, представленную в виде массива байтов. Программа исследована на различных режимах работы: изучены объемы и время шифрования информации.

### Encryption of electronic data based on the Talbot effect. Romanova T.N., Scuibin B.G., Shchetinin G.A.

*This article describes the developed encoding algorithm based on the software simulator of the Talbot effect (self-imaging on a diffraction screen) and the program based on this algorithm. It can encrypt any information represented as an array of bytes. The program was tested in different options: the time for different amounts of information was analyzed.*

Эффект саморепродукции на дифракционной решетке впервые наблюдал известный английский физик и химик Генри Фокс Талбот [1]. Явление саморепродукции – явление периодического самовоспроизведения изображения предмета, освещенного плоской монохроматической волной без использования фокусирующих/преломляющих оптических приборов, на некотором расстоянии от предмета. Позже это явление изучал лорд Рэлей. Сегодня большой интерес представляет исследование дробных расстояний Талбота – расстояний между освещаемым предметом и его изображением [2]. Эффект на дробных расстояниях Талбота был назван дробным эффектом Талбота.

В Студенческой экспериментальной лаборатории физики МГТУ им. Н.Э. Баумана был исследован физический эксперимент эффекта Талбота [3]. На основе физического эксперимента построен трехмерный компьютерный симулятор [4], который установлен в Доме Физики МГТУ им. Н.Э. Баумана. Программа используется студентами для изучения и исследования дробного эффекта Талбота. На рис. 1,2 приведены изображения модели ковра Талбота и трехмерной модели эффекта Талбота, построенные компьютерным симулятором.

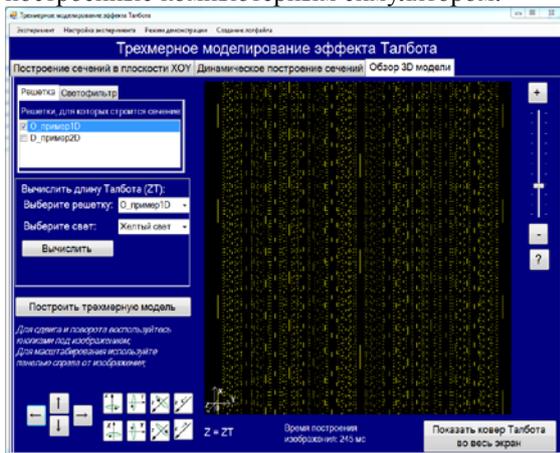


Рис. 1. Модель ковра Талбота

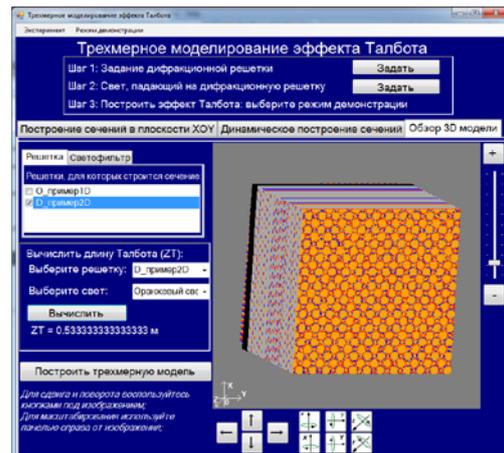


Рис. 2. Трёхмерная модель эффекта Талбота

Для экспериментальной реализации шифрования информации на основе эффекта Талбота предстоит реализовать как очень высокое разрешение фиксирующей картину оптической аппаратуры и матрицы фотоприемника, так и устойчивое воспроизведение экспериментальных результатов. Фиксация картины высоких пространственных гармоник на малых дробных расстояниях Талбота требует микронных разрешений по всем трем координатам картины Талбота. В данной работе предложен алгоритм и построенная на его основе программа, которая на основе моделирования физического эксперимента эффекта Талбота, позволяет шифровать и дешифровать информацию, представленную в

виде массива байт. Исходными данными для алгоритма являются шифруемая информация (например, текст, представленный в виде массива байт), а также изображение-контейнер, на которое будет нанесена зашифрованная информация. На выходе из алгоритма будет изображение-контейнер с нанесенной зашифрованной информацией. Для шифрования массива байт необходимо выполнить следующие шаги: 1) исходный массив разбивается на произвольное число блоков; 2) для каждого блока создается битовая матрица - дифракционная решетка со светлыми и темными отверстиями, на которую падает свет; 3) на произвольном дробном расстоянии Талбота берется сечение ковра Талбота. После этого блоки объединяются в несколько слоев, которые накладываются на изображение-контейнер, которое передается по сети. Преимуществом алгоритма является то, что шифрование дважды одной и той же информации даст разный результат (так как может варьироваться выбранное число «блоков», дробное расстояние Талбота).

Принцип Керкгоффса [8] гласит, что «Нужно, чтобы не требовалось сохранение системы в тайне; попадание системы в руки врага не должно причинять неудобств». Ключ состоит из количества и порядковых номеров блоков на каждом слое и дробных расстояний Талбота для каждого блока. Таким

образом, размер ключа в байтах будет вычисляться по формуле: 
$$K = 8 \sum_{s=1}^{k_s} (1 + 3b_s)$$
, где  $k_s$  - количество

слоев зашифрованной информации,  $b_s$  - количество блоков на  $s$ -ом слое.

Пример работы программы приведен на рис. 3,4. Послание Штирлицу из книги «Семнадцать мгновений весны» [10] зашифровано в исходном изображении, которое выступает в роли контейнера. Размер исходного изображения – 640x479 пикселей, размер на диске – 92 Кбайта. Объем зашифрованного текста равен 535 байта. Максимальное количество элементов в «блоках» равно 50. Преобразованное изображение-контейнер с зашифрованным текстом будет представлен на рис. 4. Для дешифрования пользователь задаёт программе изображение-контейнер и ключ и видит на экране дешифрованный текст.



Рис. 3. Исходное изображение-контейнер



Рис. 4. Контейнер с наложенной зашифрованной информацией

Внешне для человеческого глаза ничего не изменилось, что хорошо при передаче информации: незнающий человек не заподозрит передачу информации на таком изображении.

Оценим сложность предлагаемого алгоритма. Пусть на контейнер наложено  $k_s = 9$  слоев, максимально возможное количество блоков равно 50. Максимальное количество комбинаций, которое необходимо перебрать при подборе ключа равно  $2^{1272}$ . Если количество блоков оказалось меньше, например, 25 блоков. В этом случае длина ключа составит 672 бита. Время, которое необходимо будет затратить для вскрытия ключа [9], равно  $3 \cdot 10^{185}$  года. Полное время подбора ключа настолько велико, что даже с учетом развития современной техники, сложно будет его подобрать.

Проведенное тестирование показывает, что алгоритм быстро работает на малых и средних (до 500 Кбайт) объемах информации. Скорость алгоритма обуславливается компьютерным моделированием эффекта Талбота (построением сечения на дробном расстоянии) и скоростью наложением зашифрованной информации на изображение-контейнер. Эти два фактора оказывают непосредственное влияние на скорость шифрования, которая растёт линейно от объёма шифруемой информации. С учетом роста возможностей техники, при котором растёт скорость выполнения операций, не будет очень большим.

Заключение. На основании проведенного исследования физического эксперимента эффекта Талбота разработан алгоритм построения компьютерной модели эффекта Талбота. Разработана и исследована программа, реализующая симулятор эффекта Талбота в двумерном и трехмерном вариантах

[5]. В данной работе предложен и реализован алгоритм шифрования информации на основе построенного программного симулятора. Важной особенностью алгоритма является использование внешнего изображения-контейнера, что делает зрительно незаметным факт передачи зашифрованной информации. Предложенный алгоритм протестирован на различных объемах шифруемой информации.

#### Литература

1. Talbot H.F. Facts relating to optical science // *Philos. Mag.* 1836. No IV. 9. P. 401-407.
2. Lohman A.W., Knuppertz H., Jahns J. Fractional Montgomery effect: a self-imaging phenomenon // *J. Opt. Soc. Am. A.* 2005. Vol. 22, No. 8. P. 1500-1508.
3. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г. Дифракция Френеля на пропускающих решетках. Эффект Тальбота // Восьмая Всероссийская конференция: «Необратимые процессы в природе и технике»: труды в 3 частях. Часть III. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. С. 202-205
4. Щетинин Г.А., Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г. Компьютерная модель эффекта Талбота // Молодежный научно-технический вестник. Электрон. журн. МГТУ им. Н.Э. Баумана № 1. 2015. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/753130.html> (дата обращения 17.02.15)
5. Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г., Щетинин Г.А. Трехмерный программный симулятор физического эффекта эксперимента «эффект Талбота» // Восьмая Всероссийская конференция: «Необратимые процессы в природе и технике»: труды в 3 частях. Часть III. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. С. 226-229
6. ГОСТ 28147-89: Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Режим доступа: [http://rsdn.ru/article/crypto/gost28147\\_1.xml](http://rsdn.ru/article/crypto/gost28147_1.xml) (дата обращения 24.03.15)
7. Kerckhoffs A. *La Cryptographie Militaire* // R. Chapelot, 1883, p.64
8. Мельников В.П., Клейменов С.А., Петраков А.М. Информационная безопасность и защита информации. – Академия, 2012 – 336 с.
9. Романова Т.Н. Тестирование программного обеспечения. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003, 44 с.
10. Семенов Ю. Семнадцать мгновений весны. Междунар. отношения, 1986, с. 14.

УДК 517.958.52

### МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКА ОТКАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Юрков Н.К.  
*ПГУ, Пенза*

Аннотация. Рассмотрены существующие методы и средства контроля и диагностики электронных средств бортовой аппаратуры длительного функционирования. На основе математической модели оценки надежности электронных средств длительного функционирования были получены выражения для определения оценки максимального правдоподобия при условии наличия интервалов между проявившимися явными дефектами, на основе этого можно определять среднее время до появления очередного дефекта электронных средств длительного функционирования.

Ключевые слова: электронные средства, диагностика, математическая модель, печатная плата, латентные дефекты, программное обеспечение.

#### **Model for estimating the risk of failure of electronic means long-term performance. N.K. Yurkov**

Abstract. This paper discusses the existing methods and tools for monitoring and diagnosis of electronic on-board equipment long-term performance. On the basis of a mathematical model of evaluating the reliability of electronic means of long-term functioning of the expressions were obtained for the determination of the maximum likelihood estimate, subject to availability intervals Wink apparent defects on the basis of what is possible to determine the average time until the next defect electronic means long-term performance.

Keywords: electronic tools, diagnostics, mathematical model, the printed circuit board, latent defects in software.

**Введение.** Стремительный рост структурной сложности технических систем, рост их размерности, усложняющиеся условия эксплуатации влекут за собой рост требований по безотказности выполняемых аппаратурой функций. Возрастает роль методов и средств контроля и диагностики как технических средств, так и программного обеспечения.

Современные электронные средства (ЭС) бортовой аппаратуры длительного функционирования (ДФ) все больше и больше приобретают черты сложных систем с большим числом возможных дефектов, требующих быстрой локализации с целью предотвращения серьезных аварийных последствий. В связи с этим возрастает роль математического моделирования, разработки методов эффективного обнаружения дефектов, применимых для большого класса технических систем.

Рост размерности и структурной сложности ЭС ДФ опережает возможности существующих методов поддержания их в работоспособном состоянии за счет своевременного обнаружения дефектов. Необходима разработка новых эффективных моделей рисков возникновения отказов ЭС ДФ, состоящих из нескольких сотен и даже тысяч единиц, что облегчит процесс прогнозирования поведения сложных ЭС на длительный период их эксплуатации.

Обеспечение гарантированной безопасности функционирования ЭС ДФ за счет своевременного и оперативного предотвращения перехода штатных ситуаций в критические, чрезвычайные или аварийные является основой стратегии управления рисками. Стратегия основывается на своевременном обнаружении и устранении причин перехода работоспособного состояния объекта в неработоспособное на основе системного анализа многофакторных рисков нештатных ситуаций, достоверного оценивания ресурсов допустимого риска различных режимов функционирования ЭС ДФ и прогнозирования основных показателей живучести системы в течение заданного периода его эксплуатации. Необходима разработка модели оценивания функции риска, пригодной для анализа современных сложных технических систем.

Модель должна обеспечивать оценку максимального правдоподобия риска появления явных дефектов с учетом интервалов между их проявлениями, с тем, чтобы определять среднее время до появления очередного дефекта ЭС ДФ. Все это позволит своевременно обнаружить нештатную ситуацию, оценить ее степень и уровень риска, а также получить информацию о возможности ее предотвращения в пределах ресурса допустимого риска [1].

Следует отметить, что в системе управления безопасностью функционирования сложных систем длительного функционирования требования к количественным и качественным показателям исходной информации должны быть ситуационно динамическими и адаптивными, подстраиваемыми под реалии современной реализации, при которой необходима полнота и достоверность изначальной информации.

Физико-химические процессы, приводящие к отказам элементов и систем в целом, очень сложны. Их природа до сих пор не исследована достаточно полно. Число параметров, которые необходимо учитывать при построении математических моделей явлений старения, постепенного изменения свойств изделий и др., очень велико. Необходимы новые подходы к построению системы оценки безопасности сложных систем произвольной структуры, требуется серьезная доработка и развитие методов математической статистики, теории вероятностей, теории эксперимента и др.

Согласно предложенному в работе [2] информационному критерию безопасности безопасность достигает своего максимума только в том случае, когда все выполняемые элементарные операции (атомы), из которых состоит процесс как субъект безопасности, имеют минимальную вероятность сбоя, другими словами, находятся под постоянным контролем, что задается выбранной частотой контрольных операций.

**Модели латентных дефектов ЭС ДФ.** Многие латентные дефекты (внешне не проявляющиеся, скрытые) не удастся выявить традиционными оптическими методами [3]. В ходе эксплуатации ЭС ДФ необходимо контролировать множество дефектов, физика появления которых разнообразна. При этом следует иметь в виду, что основную информацию о состоянии объекта контроля человек получает непосредственно зрительным осмотром или путем визуализации различных физических эффектов, выявляющих неоднородности поверхности и объема объекта наблюдения. Большая часть признаков внешнего вида является основополагающей при оценке качества печатных плат. Более того, любой другой вид контроля в случае обнаружения дефекта подтверждается внешним осмотром поверхности или вскрытием печатных плат, позволяющим зрительно убедиться во внешних проявлениях дефектов [4].

Для контроля за наличием как явных, так и латентных дефектов, большинство из которых в процессе эксплуатации неизбежно приводит к отказу аппаратуры, широко применяются традиционные методы анализа отказов в печатных платах, которые включают электрическое тестирование, визуальный контроль и рентгеновский анализ. Эти методы позволяют выявить часть латентных дефектов, физика процессов которых формирует визуальные признаки, такие как заужение проводника, трещина или обрыв. Многие из перечисленных дефектов образуются в процессе изготовления печатной платы. Основным требованием к качеству фотошаблонов является недопустимость дефектов в виде пятен, разрывов, проколов и других дефектов на прозрачных и непрозрачных элементах изображения. Примеры некоторых дефектов топологии показаны на рис. 1, на котором изображен фрагмент печатной платы [5].

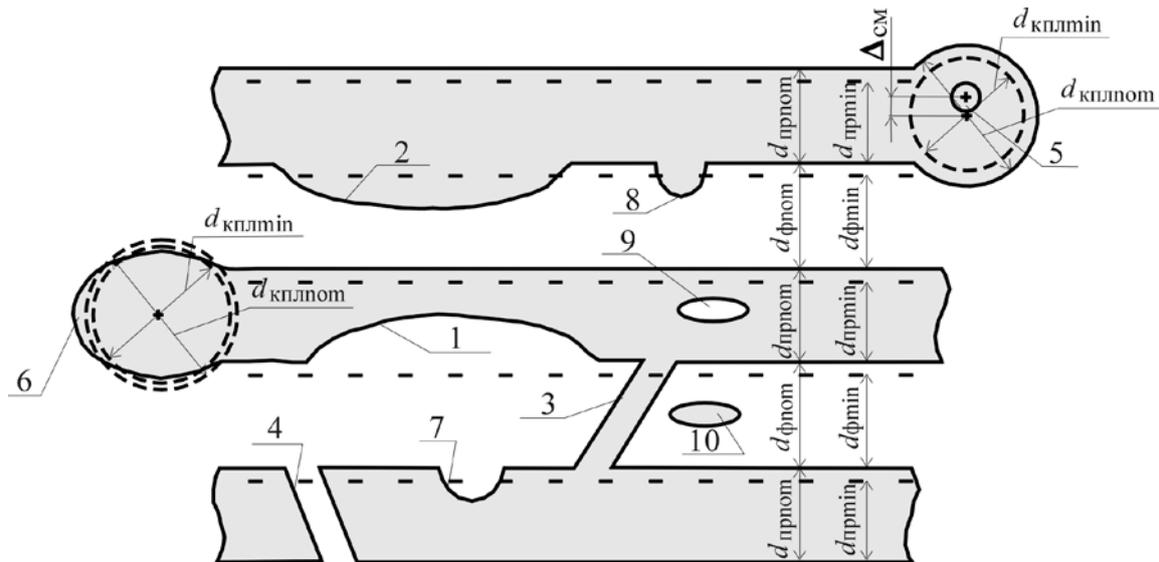


Рис. 1. Характерные дефекты печатных плат

Цифрами обозначены дефекты:

1). заужение проводника; 2). заужение фона; 3). перемычка; 4). трещина; 5). смещение центра контактного отверстия относительно центра контактной площадки; 6). нарушение формы контактной площадки; 7). вырыв; 8). выступ; 9). раковина; 10). вкрапление металла на основании печатной платы. Далее  $d_{\text{прmin}}$  - минимальная ширина проводника;  $d_{\text{прном}}$  - номинальная ширина проводника;  $d_{\text{фmin}}$  - минимальное расстояние между печатными проводниками;  $d_{\text{фном}}$  - номинальное расстояние между печатными проводниками;  $d_{\text{кпллmin}}$  - минимальный диаметр контактной площадки;  $d_{\text{кпллном}}$  - номинальный диаметр контактной площадки;  $\Delta_{\text{см}}$  - смещение центра контактного отверстия относительно центра контактной площадки.

Контроль параметров печатной платы позволяет выявить соответствие параметров ПП нормативным, после чего производится поиск мест потенциального отказа (латентных или скрытых дефектов). Обычно это бывают заужения печатных дорожек, трещины, смещения центров отверстий и ряд других параметров. Выявленные латентные дефекты локализируются, классифицируются и фиксируются в базе данных.

Далее для обнаруженных неявных дефектов необходимо создать модели их поведения во времени и определить вероятности безотказной работы печатной платы в течение заданного времени.

**Оценка надежности программного обеспечения.** Печатные платы, которые играют главенствующую роль в развитии дефектов, в превращении отказов в катастрофические, проходят не менее тщательную проверку (контроль и диагностику), во время которой отбраковываются малейшие отклонения от допусков. При этом в печатных платах наличествуют латентные (скрытые) дефекты, которые проявляют себя случайным образом и которые, подобно ПО, невозможно выявить на начальной стадии отладки.

Считаем возможным применить теорию надежности, разработанную для программного обеспечения, к оценке надежности сложных ЭС ДФ, в которых основные дефекты проявляются под действием внешних воздействий, причем, как указывалось выше, характер проявления столь же сложен, что и ошибки ПО.

Надежность программного обеспечения отличается от надежности ЭС ДФ следующим [6]:

- элементы ПО не стареют;
- число способов контроля ПО значительно больше числа способов контроля аппаратуры;
- в ПО значительно больше объектов для контроля, чем в аппаратуре;
- в ПО гораздо проще вносить исправления и дополнения, чем в аппаратуру, но это трудно делать корректно и безошибочно.

Сложные электронные системы, основанные на перепрограммируемых интегральных схемах, в которых все большая часть ошибок перекладывается на программное обеспечение, все в большей мере удовлетворяют указанным особенностям [7 - 10].

На основе вышесказанного будем определять количество дефектов, которые потенциально могут быть обнаружены на последующих этапах жизненного цикла ЭС ДФ. Обозначим  $B$  количество латентных дефектов.

Пусть  $P(t)$  вероятность того, что ни один латентный дефект не проявит себя (не переродится в явный) на временном интервале  $[0, t]$ . Тогда вероятность хотя бы одного явного отказа за этот период будет  $Q(t) = 1 - P(t)$ , и плотность вероятности выглядит так:

$$q(t) = dQ / dt = -dP(t) / dt .$$

Введем функцию риска  $R(t)$  как условную плотность вероятности отказа печатного узла в момент времени  $t$ , при условии, что до этого момента отказа не было:

$$R(t) = \lim[Q(t, t + \Delta t)] = -[1 / P(t)]dP(t) / dt . \quad (1)$$

Функция риска имеет размерность [1/время] и она будет использована для классификации основных распределений отказов. Распределения с возрастающей функцией риска соответствуют работе сложных ЭС ДФ, когда статистические характеристики надежности ухудшаются со временем.

Из выражения (1) следует, что  $dP(t) / P(t) = -R(t) / dt$ , и, следовательно,

$$\ln P(t) = -\int_0^t R(t)dt$$

или

$$P(t) = \exp\left\{-\int_0^t R(t)dt\right\} . \quad (2)$$

Равенство (2) позволит определить возможности построения моделей надежности ЭС ДФ. Интенсивность обнаружения явных дефектов (функция риска) вместе с вероятностью безотказной работы и количеством оставшихся латентных дефектов являются важнейшими показателями надежности ЭС ДФ.

**Математическая модель оценки надежности электронных средств длительного функционирования.** Одной из первых и простейших моделей являются модели, основанные на использовании функции риска, так называемая модель Джелинского-Моранды, которая основана на следующих предположениях:

1). Интенсивность обнаружения отказов  $R(t)$  пропорциональна текущему количеству дефектов, т.е. изначальному количеству латентных дефектов за вычетом количества дефектов, уже обнаруженных на данный момент;

2). Все дефекты равновероятны и не зависят друг от друга;

3). Все дефекты имеют одинаковую степень важности;

4). Время до следующего отказа распределено экспоненциально;

5). Исправление дефектов происходит без внесения в ЭС ДФ новых;

6).  $R(t) = const$  в промежутке между двумя соседними моментами обнаружения дефектов.

Согласно этим предположениям функция риска имеет вид

$$R(t) = K[B - (i - 1)] .$$

Здесь  $t$  это произвольный момент времени обнаружения  $(i - 1)$  и  $i$  - го дефектов;  $K$  - неизвестный коэффициент масштабирования;  $B$  - начальное количество оставшихся в ЭС ДФ дефектов (также неизвестное). Таким образом, если в течении времени  $t$  было обнаружено  $(i - 1)$  дефектов, это означает, что в ЭС ДФ еще остается необнаруженных дефектов  $B - (i - 1)$ . Полагая, что

$$X_i = t_i - t_{i-1}, i = \overline{1, n} ,$$

используя предпосылку (6), а также равенство (2), можно заключить, что все  $X_i$  имеют экспоненциальное распределение

$$P(X_i) = \exp\{-K[B - (i - 1)]X_i\} ,$$

и плотность вероятности отказа, соответственно, равна

$$q(X_i) = K[B - (i - 1)]\exp\{-K[B - (i - 1)]X_i\} .$$

Тогда функцию правдоподобия можно записать как

$$L(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n q(X_i) \quad (3)$$

или, переходя к логарифму функции правдоподобия, имеем

$$\ln L(X_1, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n [\ln(K(B-i+1) - K(B-i+1)X_i)]. \quad (4)$$

Максимум функции правдоподобия можно найти, используя следующие условия:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial B} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{B-i+1} - KX_i \right] = 0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial K} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{K} - (B-i+1)X_i \right] = 0. \quad (6)$$

Из выражения (5) получается оценка максимального правдоподобия для  $K$

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B} - 1 + i)X_i} = \frac{n}{(\hat{B} + 1) \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n iX_i}. \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в (6), находим нелинейное уравнение для вычисления  $\hat{B}$  - оценки максимального правдоподобия для  $B$

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{\hat{B} - i + 1} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i}{(\hat{B} + 1) \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n iX_i}. \quad (8)$$

Это уравнение можно упростить перед тем, как искать его решение, если записать его с использованием следующих обозначений

$$f_n(\hat{B} + 1) = g_n(\hat{B} + 1, A), \quad (9)$$

где

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}; \quad g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}; \quad m = \hat{B} + 1; \quad A = \frac{\sum_{i=1}^n iX_i}{\sum_{i=1}^n X_i}.$$

В таком виде полученная модель оценивания риска пригодна для решения поставленных задач. Так как физический имеют смысл лишь целочисленные значения  $\hat{B}$ , функции из выражения (9) справедливы только для целочисленных аргументов. Более того,  $m \geq n + 1$ , поскольку  $n$  дефектов ЭС ДФ уже обнаружено. Таким образом, оценка максимального правдоподобия для  $B$  получена с помощью вычисления начальных значений функций  $f_n(m)$  и  $g_n(m)$  для  $m = n + 1, n + 2, \dots$ , и анализа разницы  $|f_n(m) - g_n(m)|$ .

Поскольку правая и левая части выражения (9) одинаково монотонны, это порождает проблему единственности решения, а также проблему его существования. Конечное решение  $\hat{B}$  в области  $\hat{B} \geq n$  существует тогда и только тогда, когда выполняется неравенство

$$\frac{\sum_{i=1}^n (i-1)X_i}{\sum_{i=1}^n (i-1)} > \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (10).$$

В противном случае оценка максимального правдоподобия будет  $\hat{B} = \infty$ . Условие (10) можно переписать в более удобном виде

$$A > (n+1)/2, \quad (11)$$

где  $A$  - то же самое выражение, что и в формуле (9). Необходимо отметить, что  $A$  является интегральной характеристикой  $n$  выявленных в ЭС ДФ дефектов за время существования и представляет (в стратегическом смысле) набор интервалов  $X_i$  между проявившимися дефектами.

**Заключение.** Таким образом, на основе предположения о сходстве статистических характеристик ошибок программного обеспечения и латентных дефектов печатных плат, определяемых на стадии выходного контроля их производства, были получены выражения для определения оценки максимального правдоподобия при условии наличия интервалов между проявившимися явными дефектами, на основе чего можно определять среднее время до появления очередного дефекта ЭС ДФ.

#### Литература.

1. Панкратова, Н. Д. Системный анализ в динамике диагностирования сложных технических систем/ Н. Д. Панкратова// Системні дослідження та інформаційні технології. 2008. - № 1. – С. 33 – 49.
2. Юрков, Н. К. Безопасность сложных технических систем / Н. К. Юрков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – №1. – С. 129 – 134.
3. Хилман, К. Анализ физики отказов/ К. Хилман // Печатный монтаж, – № 5, – 2007, – С. 6 – 8.
4. Медведев, А. М. Контроль печатных плат по признакам внешнего вида / А. М. Медведев // Технологии в электронной промышленности, – № 3, – 2005, – С. 34 – 39.
5. Алгоритм выявления латентных технологических дефектов печатных плат методом оптического контроля / Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, И. В. Ханин, А. В. Лысенко, В. Б. Алмаметов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. – № 3(27). – С. 105 – 114.
6. Кирьянчиков, В. А. Качество и надежность программного обеспечения: Конспект лекций / В. А. Кирьянчиков, Э. А. Опалева // СПб.: Изд-во ЛЭТИ. – 2002. – 85 с.
7. Ch., Ali Asad. Muhammad Irfan Ullah, Muhammad Jaffar-Ur Rechman An approach for software reliability model selection. – IEEE Computer Society Press, – 2004. – 243 p.
8. Shooman, M. L. Operational Testing and Software Reliability Estimation During Program Developments. – IEEE Computer Society, – 1973. – p. 174 – 179.
9. Coutinho J. deS. Software Reliability Growth. – IEEE Symposium on Computer Software Reliability, – 1973. – p. 234 –238.
10. Musa J. D., Okumoto, K. Software Reliability Models: Concepts, Classification, Comparisons, and Practice. – Electronic Systems Effectiveness and Life Cycle Costing. – 2000. – 278 p.

### СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Лышов С.М., Королев П.С., Иванов О.А., Панасик Д.С.  
Москва, НИУ ВШЭ

В статье описывается структура комплекса, осуществляющего вибродиагностику скрытых механических дефектов в конструктивных элементах электронных средств. Диагностический комплекс реализован на базе реконфигурируемого инструмента генерации и регистрации сигналов MyRio. С целью автоматизации разработана структура программного комплекса, реализованная на языке LabView.

**The structure of the automated system for diagnosing defects structures for electronic equipment.  
Lyshov S. M., Korolev P. S., Ivanov O. A., Panasik D. S.**

The article describes the structure of the complex, carrying the vibration of hidden mechanical defects in the structural parts of electronic means. The diagnostic complex based on the reconfigurable tool of generation and reception of signals MyRio. To automate the structure of the software system, implemented in the language LabView.

Для апробации и дальнейшего развития разработанного способа диагностирования печатных узлов [1] в герметичной конструкции возникла необходимость в создании автоматизированного диагностического комплекса. Аппаратная часть комплекса должна быть максимально компактной, соответствовать последним тенденциям развития электроники.

Поставленная задача выполнена на основе универсального устройства генерации и обработки сигналов MyRio, производства National Instruments. Обладающий мощным процессором для обработки регистрируемого сигнала и конвертирования полученного в амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) с последующей передачей на персональный компьютер для сравнения с промоделированными характеристиками из базы неисправностей (рис.1).

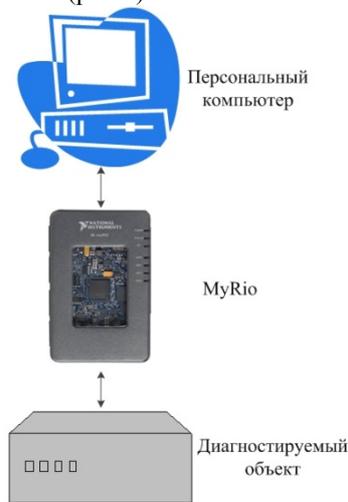


Рисунок 1 – Структурная схема диагностического комплекса

Предложенная структура взаимодействия позволяет максимально легко осуществлять диагностику электронного средства как в лабораторных условиях, при выходном контроле на производстве, так и непосредственно во время эксплуатации изделия. Возможность удаленного соединения с MyRio по каналу wifi существенно увеличивает возможности применения данного устройства.

Устройство MyRio программируется на языке LabView, который обладает интуитивно понятным интерфейсом с возможностью постоянного совершенствования и отладки структуры модулей взаимодействия.

Структура программной части автоматизированного комплекса состоит из представленная на рис.2:

База данных неисправностей, в которой находятся АЧХ промоделированных состояний диагностируемого объекта. Моделирование АЧХ выполняется в любом автоматизированном комплексе, например, ANSYS, SolidWorksSimulation и др.

Управление процессом диагностирования осуществляется оператором персонального компьютера. Система управления включает в себя:

- модуль интерпретации, выполняющий покомандное выполнение исходного кода;
- модуль взаимодействия с базой данных, осуществляющий приведение АЧХ к общей частотной сетке с последующей передачей в модуль расчета;
- модуль расчета, выполняющий аппроксимацию и сравнение АЧХ, полученной с универсального комплекса MyRio и модуля взаимодействия с БД. Процесс сравнения выявляет наличие дефекта диагностируемого блока.

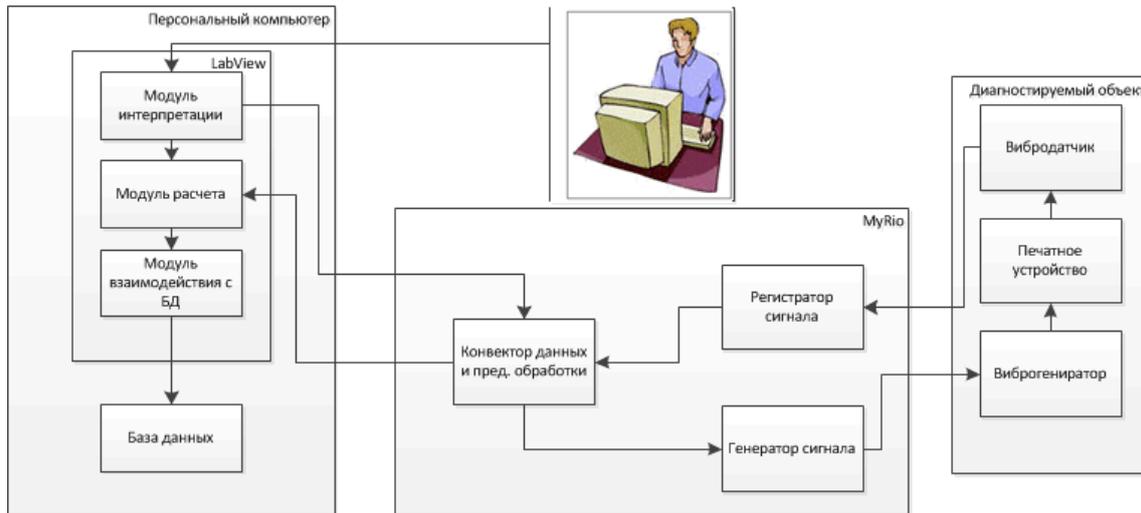


Рисунок 2 - Блок схема структуры программного комплекса

Универсальное устройство MyRio включает в себя следующие модули:

- модуль конвертирования данных и предварительной обработки, выполняющий функцию создания управляющего сигнала на генераторе и конвертирования регистрируемого сигнала для создания АЧХ диагностируемого объекта;
- модуль регистрации сигнала выполняет функцию фильтрацию и усреднения регистрируемого сигнала с вибродатчика;
- модуль генерации сигнала, в зависимости от подключенного виброгенератора задает соответствующие параметры сигнала.

Процесс работы представленного комплекса состоит из следующих этапов.

1. Выбор частотного диапазона генерации и дискретизацию сигнала на виброэмуляторе в программе диагностирования, оператором, с последующим запуском диагностирования.
2. В начале диагностики модуль интерпретации посылает последовательный код на универсальное устройство MyRio, в которое модуль предварительной обработки дает команду модулю генерации для начала генерации сигнала для виброгенераторе с заданными параметрами опетаора.
3. В момент генерации сигнала на модуль регистрации приходит команда на обработку регистрируемого сигнала с вибродатчика и передачей обработанного сигнала на конвертора данных.
4. В модуле «Конвертор данных» происходит регистрация сигнала с последующим создания на его основе АЧХ.
5. Модуль предварительной обработки сформированную АЧХ передает на модуль расчета, где происходит сравнение по критерию наименьших квадратов с АЧХ базы неисправности. Выявленная неисправность передается через модуль интерпретации оператору в виде результата проведенной диагностики.

### Литература

1. Способ вибродиагностики печатных узлов. Заявка № 2013157756/28(089953). заявл. 25.12.13; опубл. 16.06.15,
2. Иванов И.А., Увайсов С.У., Кошелев Н.А. Методика обеспечения диагностируемости электронных средств космических аппаратов по ранговому критерию на ранних этапах проектирования // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 1. С. 60-62.
3. Лышов С.М., Иванов И.А., Увайсов С.У. Экспериментальные исследования возможности вибродиагностики аппаратуры встроенными источниками колебаний // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции / Отв. ред.: И.А. Иванов; под общ. ред.: С.У. Увайсов. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. С. 272-274.
4. Лышов С. М., Иванов И. А., Увайсов С. У. Исследование возможностей применения эмуляторов вибрационных воздействий для обнаружения латентных дефектов в аппаратуре // В кн.: Инновационные информационные технологии. Материалы международной научно-практической конференции. Часть 3// Innovative information technologies: Materials of The International Scientific-Practical Conference. Part 3 / Отв. ред.: И. А. Иванов; науч. ред.: С. У. Увайсов. Т. 3: Innovative information technologies in industry. М. : МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 544-548.

5. Лышов С. М., Иванов И. А., Увайсов С. У. Моделирование механических характеристик конструкции бортовой аппаратуры // В кн.: Надежность и качество - 2013: труды Международного симпозиума Т. 2. Пенза : Издательство ПГУ, 2013. С. 379-386.

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПЛОСКИХ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕНН

Шпак А.В., Дементьев А.Н., Трефилов Д.Н., Михнюк С.П.  
ФГУП "ЦНИИ Машиностроения", ФГУП "Космическая связь", ФГУП "ЦНИРТИ им академика А.И. Берга"

Рассмотрен численный подход к анализу плоских спиральных антенн, использующий кусочно-постоянные базисные функции для тока и метод наводимых ЭДС для формирования СЛАУ.

### **Numerical methods of analysis of planar spiral antennas. Shpak A.B., Dementiev A.N., Trefilov D.N., Mikhnyuk S.P.**

Considered a numerical approach to the analysis of planar spiral antennas using piecewise constant basis functions for currents and method of induced EMF for the formation of the system of linear algebraic equations

Для проектирования СВЧ устройств и антенн используются вычислительные пакеты Microwave Office, Microwave Studio, HFSS, FEKO [1-3] и другие, но ограничения, принятые в них, в технических описаниях не документированы, что не гарантирует достоверности получаемых результатов. Модули электромагнитного моделирования этих средств основаны на методе моментов решения интегрального уравнения для наведенных токов. Решение интегрального уравнения позволяет определить ток на спиральных плечах антенны.

В области высоких частот полная математическая численная модель спиральной антенны при использовании принципа зеркальных изображений будет состоять из системы двух однотипных уравнений, первое из которых определяет ток на проводниках спирали а второе описывает влияние экрана на излучение антенны. В области низких частот полная математическая модель состоит из системы трех интегральных уравнений. Первое уравнение записано выше. Второе уравнение аналогичного вида описывает ток, наведенный на кромке резонатора. Третье уравнение учитывает влияние резонатора с реактивным входным импедансом.

Существенным недостатком метода моментов для анализа спиральных антенн является необходимость разбиения проводников антенны на отрезки длиной не более  $\lambda/8$  для наименьшей рабочей длины волны. Это приводит к значительному росту числа ячеек разбиения при удалении рассматриваемого участка антенны от центра спирали. Общее число ячеек разбиения, а значит и порядок системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), к решению которой сводится задача по определению распределения тока на антенне, составляет несколько тысяч.

Рассмотрим другой подход к определению тока на проводниках спиральной антенны. Для определения токов на вибраторных антеннах используют метод наводимых ЭДС. Метод применим в случае известного закона распределения тока на проводниках, определяемого только формой проводника. Комплексная амплитуда тока на проводнике может изменяться под воздействием сторонних или наводимых ЭДС. Главное допущение метода наводимых ЭДС выполняется в численных методах расчета антенн, реализующих метод моментов, так как форма тока определяется видом выбранных базисных функций.

Рассмотрим первоначально одну изолированную ячейку проводника, содержащую фрагмент проводника провода излучателя антенны. Под воздействием ЭДС на нем создается первичный ток и излучаемое электромагнитное поле. Отдельные элементы взаимодействуют через создаваемые ими поля, что приводит к появлению наведенных ЭДС, соотношение между ними можно сопоставить с собственным импедансом излучателя, образованного фрагментом проводника. Выделим две ячейки излучателя, содержащие два фрагмента проводников, произвольно расположенных друг относительно друга. Наведенные импедансы имеют составляющие, которые вычисляют как

$$Z_{ij}^i = -\frac{1}{I_i I_i^*} \int_{l_i} I_i^* \vec{E}_{ji} d\vec{l}_i,$$

где  $I_i$  – ток на  $i$ -ом излучателе,  $\vec{E}_{ji}$  – напряженность вторичного электрического поля, создаваемая  $j$ -ым излучателем на  $i$ -ом излучателе,  $d\vec{l}$  – вектор, задающий ориентацию  $i$ -ого излучателя, имеющего длину  $l_i$ .

Введение наведенного сопротивления эквивалентно наложению граничных условий, поэтому в такой постановке метод наводимых ЭДС эквивалентен методу моментов. При учете взаимного влияния фрагментов проводников токи на всех ячейках спиральных излучателей можно получить из уравнения Кирхгофа в виде матричного уравнения

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_N \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ Z_{N1} & \dots & Z_{NN} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_1 \\ \vdots \\ I_N \end{pmatrix},$$

где в левой части стоит матрица ЭДС, создаваемых внешним источником в точках питания на отдельных фрагментах проводников, а с правой стороны – матрица искомых токов.

Если используются кусочно-постоянные базисные функции для токов излучателей, образованных отдельными фрагментами сетки, то поле излучателя, имеет вид поля элементарного электрического излучателя.

Преобразуем выражение для электрического поля элементарного излучателя к удобному виду. Для этого воспользуемся обозначениями, показанными на рис



Рис. Элементарный излучатель в плоскости цилиндрических и декартовых координат

При вычислении тангенциальных составляющих напряженности электрического поля определяются составляющие поля в декартовых координатах, затем полученные соотношения пересчитывают в тангенциальные составляющие для элементарного излучателя в точке наблюдения. Это связано с тем, что ориентация единичных азимутальных ортов в точках источника и наблюдения различаются, для переноса значений рассчитанного поля приходится пользоваться промежуточными декартовыми координатами.

Выражение для поля в полярных координатах примет вид

$$\dot{\vec{E}}_{ij} = \frac{I_j dl_j k^2}{4\pi\omega\epsilon_0\epsilon} \frac{e^{-jkr_{ij}}}{r_{ij}} \left[ \left( j + \frac{1}{kr_{ij}} - \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \sin(\varphi - \Phi) \vec{\rho}_0 + 2 \left( \frac{1}{kr_{ij}} - \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \cos(\varphi - \Phi) \vec{r}_0 \right],$$

а в декартовых координатах будет иметь вид

$$\begin{aligned} \dot{\vec{E}}_{ij} = & \frac{I_j dl_j k^2}{4\pi\omega\epsilon_0\epsilon} \frac{e^{-jkr_{ij}}}{r_{ij}} \left[ \left( -j - \frac{1}{kr_{ij}} + \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \sin^2(\varphi - \Phi) + 2 \left( \frac{1}{kr_{ij}} - \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \cos^2(\varphi - \Phi) \right] \vec{x}_0 + \\ & + \left[ \left( j + \frac{1}{kr_{ij}} - \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \sin(\varphi - \Phi) \cos(\varphi - \Phi) + 2 \left( \frac{1}{kr_{ij}} - \frac{j}{(kr_{ij})^2} \right) \sin(\varphi - \Phi) \cos(\varphi - \Phi) \right] \vec{y}_0. \end{aligned}$$

Уравнение, описывающее спиральный проводник в полярных координатах, имеет вид

$$r = a\varphi' + b = a[2\pi(n-1) + \varphi] + b,$$

где  $\varphi'$  – абсолютная азимутальная координата,  $n$  – номер витка спирали,  $\varphi$  – азимутальная координата, приведенная на интервал  $[0, 2\pi)$ . Для точки источника, обозначенной выше индексом  $j$  угол ориентации элементарного излучателя равен  $\Phi_j = \varphi_j + \pi/2$ . Для точки наблюдения, обозначенной выше индексом  $i$ , угол ориентации элементарного излучателя равен  $\Phi_i = \varphi_i + \pi/2$ . Угол между направлениями ориентации элементарных излучателей, расположенных в точках источника и наблюдения, равен  $\varphi_{ij} = \varphi_i - \varphi_j$ . Расстояние между точками источника и наблюдения равно

$$r_{ij} = \sqrt{(r_i \cos \varphi_i - r_j \cos \varphi_j)^2 + (r_i \sin \varphi_i - r_j \sin \varphi_j)^2},$$

где

$$r_i = a[2\pi(n_i - 1) + \varphi_i] + b, \quad r_j = a[2\pi(n_j - 1) + \varphi_j] + b.$$

Предлагаемый подход позволяет существенно упростить алгоритм нахождения токов на спиральном излучателе, позволяет применить более точную физическую модель для поверхности плоской спиральной антенны, и позволяет уменьшить объем вычислений без введения понятий быстрого метода моментов. Отпадает необходимость введения в рассмотрение интегральных уравнений, поскольку в предлагаемом методе при численной реализации сразу выполняется схема решения, аналогичная методу моментов для решения интегрального уравнения для токов на спиральных излучателях.

Объем вычислений уменьшается из-за того, что метод позволяет ввести упрощенные формулы для поля излучателей, входящих в ближнюю ( $kr_{ij} \ll 1$ ) и в дальнюю зону поля ( $kr_{ij} \gg 1$ ). Для учета влияния полей излучателей, находящихся в дальней зоне при выполнении условия можно группировать излучатели, учитывая их общее поле при расчете взаимных сопротивлений. В эквивалентной схеме цепи излучателя при этом отдельные импедансы образуют суммарный импеданс, а матрица импедансов приобретает блочную структуру, так же как в быстром методе моментов.

#### Литература

1. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 496 с.
2. Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д. Анализ и оптимизация трехмерных СВЧ структур с помощью HFSS. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 208 с.
3. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет излучающих структур с помощью FEKO. – М.: Родник, 2008. – 246 с.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМЕР МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА

Романов А.А., Дементьев А.Н., Трефилов Н.А., Викторов А.С., Копсяев Д.А.  
МИРЭА, г. Москва

Рассмотрен метод проектирования камер СВЧ нагрева. Приведены ссылки на результаты моделирования для различных применений микроволнового нагрева.

**Simulation of chambers microwave heating. Romanov A.A., Dementyev A.N., Trefilov N.A., Viktorov A.S., Kopsyaev D.A.**

A method of designing microwave heating chamber. Reference is made to the results, you are modeling for different applications of microwave heating.

Принцип микроволнового нагрева диэлектрических сред активно используется при создании новых технологий и промышленного оборудования за рубежом и в России с 70-х годов прошлого века [1,5]. Сам физический процесс нагрева и опыт эксплуатации установок показывает, что микроволновый нагрев является самым эффективным по скорости, по возможностям управления режимами, по сравнению с другими. Наиболее эффективными существующими промышленными установками и технологиями микроволнового нагрева являются аппараты вулканизации резины, установки сушки различных материалов и изделий, печи сушки и спекания керамических изделий, технологии получения нанокерамики, технологии пробоподготовки.

При нагреве полубесконечной среды однородным по поверхности СВЧ -электромагнитным полем объемная плотность мощности нагрева определяется выражением [1-3]

$$P = \frac{1}{2} E_0^2 \exp(-2k_0 z \sqrt{\epsilon \mu \sqrt{1 + tg^2 \delta} \sin^2 \frac{\delta}{2}}), \quad (1)$$

где  $E_0$  - амплитуда напряженности электрического поля на поверхности среды,  $z$  - удаление от границы среды.

СВЧ нагрев осуществляется неравномерно по глубине среды, величина неравномерности возрастает при увеличении толщины среды и при увеличении тангенса угла диэлектрических потерь. Для обеспечения равномерного поля температур используют специально подобранный временной график нагрева и уменьшают толщину обрабатываемых изделий, для получения двухстороннего нагрева.

Плотность мощности электромагнитного поля, переносимая волной внутри среды, уменьшается по мере удаления от границы. Распределение температуры по глубине среды при СВЧ нагреве удовлетворяет уравнению теплопроводности при поглощении излучения по закону Бугера, имеющему вид [4]

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} + \mathfrak{I} \frac{2\alpha}{c\gamma} \exp(-2\alpha z), \quad (2)$$

с граничными условиями второго рода  $\frac{\partial \vartheta}{\partial z}(0, t) = \frac{\partial \vartheta}{\partial z}(l, t) = 0$ , где  $\vartheta$  - избыточная температура,  $\mathfrak{I}$  - облученность внутри среды,  $a$  - коэффициент температуропроводности среды,  $c$  - удельная теплоемкость среды,  $\gamma$  - удельный вес среды,  $l$  - толщина нагреваемого слоя.

$$\vartheta(z, t) = T^0(z, t) - T_0^0, \quad \mathfrak{I} = \frac{P}{S}. \quad (3)$$

Решение уравнения (2) зависит от вида временной функции облученности, при СВЧ нагреве обычно применяются прямоугольные функции, то есть периодический нагрев с постоянной мощностью, для них решения уравнения для отрезков времени  $t < l$  и  $t > l$  имеют следующий вид, приведенный, например, в [4].

Микроволновый нагрев объектов по соображениям безопасности обслуживающего персонала, экологичности и уменьшения потерь СВЧ мощности выполняется в экранированных камерах нагрева. При полном отсутствии потерь в камере нагрева электромагнитное поле в ней может существовать только на резонансных частотах [2,3]. При наличии потерь в камере, то есть при конечной добротности камеры нагрева, в ней могут существовать многие виды колебаний одновременно. Полное поле в камере будет представляться в виде суперпозиции полей разных типов волн с различными амплитудами. Полоса частот, в пределах которой могут эффективно возбуждаться колебания какого либо типа определяется соотношением

$$\Delta f = \frac{\omega_p}{2\pi Q_n}, \quad (4)$$

где  $Q_n$  - нагруженная добротность камеры СВЧ нагрева для колебания данного типа.

Возбуждение электромагнитного поля в камере СВЧ нагрева обычно производится при помощи одного или нескольких прямоугольных волноводов, присоединенных к стенкам камеры [6,7]. Через волноводы мощность от СВЧ генераторов поступает внутрь камеры нагрева. В месте ввода волновода в камеру нагрева со стороны волновода действует электромагнитное поле волновода, а со стороны камеры действует суперпозиция волн камеры. Тангенциальные составляющие напряженностей электрического и магнитного полей в месте раскрытия волновода должны удовлетворять граничным условиям в каждой точке поверхности раскрытия.

Пусть поверхность раскрытия волновода разделена сеткой на  $q$  элементов. Граничные условия для тангенциальных составляющих векторов поля должны выполняться на каждом элементе, в частности в его центре, учитывая выражения для составляющих поля стоячих волн в камере можно получить систему уравнений вида [2,3]

$$F_r = \beta_{10} C_0 \sin\left(\frac{\pi x_r}{ab}\right) \exp(-j\beta_{10} z_r) - \sum_{i=1}^q \left( jC_i \frac{p\pi^2}{la} \sin\left(\frac{m\pi x_r}{a}\right) \cos\left(\frac{p\pi z_r}{l}\right) \right);$$

$$L_r = -\omega_g \mu_0 C_0 \sin\left(\frac{\pi x_r}{ab}\right) \exp(-j\beta_{10} z_r) - jA_i \cos\left(\frac{m\pi x_r}{a}\right) \sin\left(\frac{p\pi z_r}{l}\right), \quad (5)$$

где  $r$  принимает все значения от 1 до  $q$ ,  $x_r$ ,  $z_r$  берутся в центрах соответствующих элементов.

Эти выражения при функциях  $F_n$ ,  $L_n$  равных нулю образуют систему комплексных линейных уравнений для нахождения амплитудных коэффициентов  $C_i$ ,  $A_i$  различных типов волн, которые могут возбудиться в камере нагрева. Но с точки зрения электродинамики система (6) является приближенной. Поля со всеми возможными значениями  $C_i$ ,  $A_i$ ,  $m, n, p$  образуют полный спектр собственных функций камеры, и в разложении (6) при строгом подходе необходимо учитывать бесконечную суперпозицию волн в камере. Но значимые амплитуды волн будут наблюдаться только при выполнении соотношения (5). Решать систему (6) лучше методами, не ориентированными на поиск строгого решения, например, используя методы многомерной оптимизации.

Рассмотренные особенности описания электромагнитного поля в камерах со стоячей волной имеют место, если в камере нагрева имеется слабое поглощение поля, и электромагнитные волны совершают многократные переотражения от стенок камеры. Для оценки величины добротности камеры, при которой такое описание еще остается адекватным введем модель, при которой возможно образование стоячих волн. Предположим, что стенка камеры, на которой находится возбуждающий волновод, является идеально поглощающей, а все остальные – идеально отражающие. При этом в камере возможно образование стоячей волны за счет интерференции поля, излучаемого волноводом и поля, отраженного противоположной стенкой камеры. Предположим, что за период колебания в камеру поступает энергия  $W_T$ . Тогда запасенная в камере энергия равна  $W_{зан} = 2W_T l / \lambda$ , а энергия потерь за период колебаний будет равна  $W_T$ . Поэтому добротность такой камеры будет примерно равна  $Q \approx 2l / \lambda$ . При подобном или меньшем значении добротности рассмотренное представление поля в камере является не достоверным из-за несоответствия физической модели.

Рассмотренный подход позволил получить положительные результаты по ряду применений СВЧ нагрева в промышленных технологиях, например для высокотемпературного спекания керамики, спекания стеклогерметика автомобильных свечей зажигания [8], технологии бакелизации шлифовальных кругов [9-11], технологии вспенивания и формования гранул пенополистирола [12] и ряду других.

#### Литература

1. Архангельский Ю.С., Девяткин И.И. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов. Саратов: Саратов. гос. ун-т, 1983. 140 с.
2. Федоров Н.Н. Основы электродинамики: Уч. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1980.- 399 с.
3. Марков Г.Т., Чаплин А.Ф. Возбуждение электромагнитных волн. – М.-Л.: Энергия, 1967.
4. Григорьев Б.А., Нужный В.А., Шибанов Б.В. Таблицы для расчета нестационарных температур плоских тел при нагреве излучениями. – М.: Наука, 1971. – с. 708.
5. Dielektrische Erwärmung keramischer Materialien/ Bohnke H./Sprechaal. – 1990. - 123, №11/ - с.1125 –1128.
6. Трефилов Н.А., Шпак А.В. Разработка технологий микроволнового нагрева Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем // Сборник трудов МНПК "Радиоинфоком-2013№, часть1. - М.:МГТУ МИРЭА, 2013 180-184
7. Трефилов Н.А. Разработка комплекса аппаратуры для многофункциональных быстродействующих систем микроволновой сушки сельхозпродукции и лесоматериалов // Материалы ВНТК "Высшая школа России: Конверсия и приоритетные технологии". - М.: МАИ, 1996.
8. Пищулин К.Н., Трефилов Н.А., Дмитриенко Г.В., Капустин А.И. Способ изготовления сердечника свечи зажигания двигателя внутреннего сгорания // Патент РФ № 2187869.
9. Михайлин С.М., Веткасов Н.И., Трефилов Н.А., Капустин А.И., Жданов С.В.Способ изготовления абразивного инструмента на бакелитовой связке ( Бронзовая медаль 60-й международной выставки «Идеи, изобретения, инновации» - «IENA-2008») // патент РФ № 2294825.
10. Капустин А.И., Веткасов Н.И., Трефилов Н.А., Михайлин С.М., Жданов С.В., Худобин Л.В. Способ термообработки полуфабрикатов абразивных инструментов на органических терморезистивных связках // патент РФ № 2351696.
11. Михайлин С.М., Худобин Л.В. Веткасов Н.И., Капустин А.И., Жданов С.В., Трефилов Н.А. Способ термообработки полуфабрикатов абразивных инструментов на органических терморезистивных связках// патент РФ №2349688.
12. Капустин А.И., Золотовский И.О., Трефилов Н.А. Микроволновый способ вспенивания гранул пенополистирола// патент РФ №2446046.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОПОЛОСКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ В СРЕДЕ CSTMWS

Козловский И.Б., Свабышев С.В., Николаева В.А., Колесников С.М., Ершов В.Ю.  
Москва, МИРЭА

В данной работе рассматривается проектирование микрополоскового излучателя с торцевым подключением к коаксиальному кабелю.

**Design and optimization of microstrip radiator with CST MWS. Kozlowski I.B., Svabyshev S.V., Nicolaeva V.A., Kolesnikov S.M., Ershov V.Y.**

In this paper we consider design of strip radiator with the end connection to coaxial cable.

Первый шаг проектирования – выбор исходных параметров.

Центральная частота рабочей полосы  $f = 2,5$  ГГц, длина волны  $\lambda_0 = 0,12$  м, материалом подложки выбран диэлектрик ( $\epsilon = 2,5$ ), толщина подложки  $h = 1,016$  мм, толщина излучающей пластины  $f = 0,1$  мм. Радиус штыря  $\rho$  выбран равным 1,4 мм, диаметр коаксиального кабеля 10 мм, волновое сопротивление кабеля  $W = 50$  Ом

Второй шаг проектирования – расчет основных размеров излучателя.

Обычно этот расчет производится по соотношениям, даваемым теорией [1].

$$\text{Длина квази Т-волны: } \lambda_t = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon}} \quad \lambda_t = 0,076 \text{ м}$$

$$\text{Коэффициент фазы квази Т-волны: } \beta = \frac{2\pi}{\lambda_t} \quad \beta = 82,79$$

$$\text{Поперечная длина излучающей пластины: } a = 40 \text{ мм}$$

$$\text{Продольная длина излучающей пластины: } b^* = 0,48 \cdot \lambda_t \quad b^* = 36,4 \text{ мм}$$

$$\text{Смещение штыря по оси Y: } y = \frac{\arcsin \sqrt{2 \cdot W \cdot G_a}}{\beta} = 6,7 \text{ мм, где } G_a = \frac{\pi a}{\lambda_0} \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_e}{\mu_e}} = 0,0028$$

$$\text{Входное сопротивление излучателя: } Z_s = \left( \frac{1}{2 \cdot G_a} \right) \cdot \sin(\beta \cdot y)^2 \quad Z_s = 50 \text{ Ом}$$

Следующий этап - оценка электрических характеристик полученного устройства. Размеры устройства, полученные по теоретическим формулам, используем для формирования модели данного излучателя в среде CSTMWS. Теоретические методы расчета электродинамических систем не дают точного решения для большинства задач. Результат моделирования нашего излучателя показывает смещение его резонансной частоты от ожидаемого уровня 2,5 ГГц в сторону низких частот (рис.1).

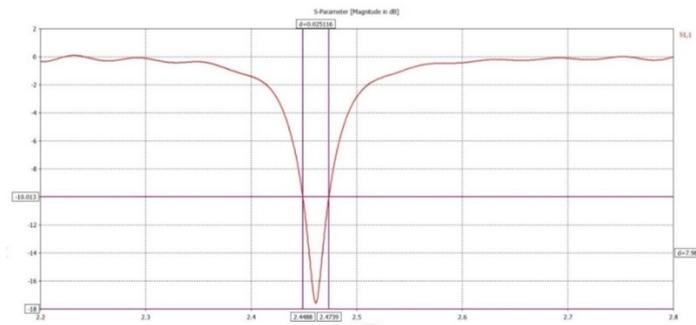


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика в дБ

Ликвидируем это смещение путем изменения геометрических размеров излучателя, а именно продольной длины излучающей пластины (введем параметр  $b = b^*/2$ ). Продemonстрируем процесс поиска средствами пакета CSTMWS оптимального значения параметра  $b$ , то есть такого значения, при котором пик резонансной кривой амплитудно-частотной характеристики приходился бы точно на частоту 2,5 ГГц.

Поиск  $b_{\text{опт}}$  будем проводить в два этапа. На первом этапе с помощью специального режима параметризации [2] получим серию амплитудно-частотных характеристик для ряда значений параметра  $b$  на интервале от 17,5 мм до 18,5 мм с шагом 0,1 мм. Это делается для того, чтобы найти такие два близко лежащих значения параметра  $b_1$  и  $b_2$ , что интервал  $(b_1, b_2)$  содержит искомое значение  $b_{\text{опт}}$ . Для этого в окне NewParameter создаем искомый параметр (рис. 2) и присваиваем ему имя  $b$  и первоначальное значение.

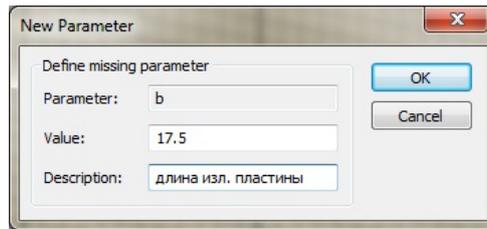
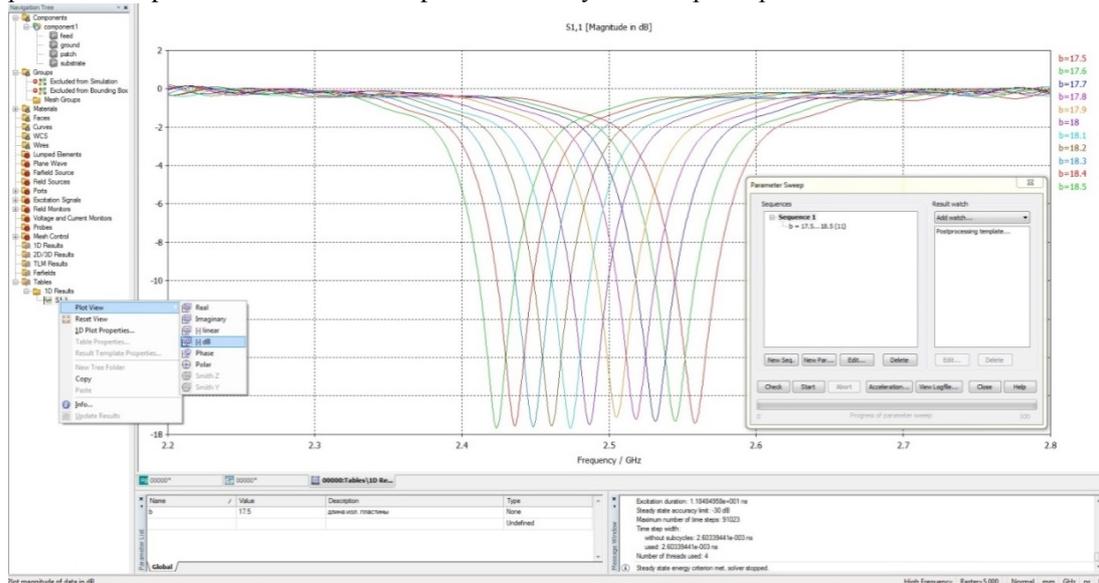


Рис. 2. Окно создания искомого параметра

Далее выбираем опцию ParameterSweep. Задаем нижнюю (From) и верхнюю (To) границы изменения параметра, а также количество выборок (Samples).

Далее задаем цель параметризации в поле со списком Resultwatch. В открывшемся окне выбираем цель S-parameters и подцель S-parameter. Запускаем параметрический анализ.

Рис.3. График модуля коэффициента передачи для серии величин параметра  $b$  по окончании режима параметризации

На рис.3 видно, что наиболее близкими к частоте 2,5 ГГц являются кривые, полученные для значений параметра  $b = 18,0$  и  $b = 17,9$ .

Дальнейшее уточнение значение параметра “ $b$ ” произведем с помощью специального встроенного режима оптимизации [3], являющегося одним из главных преимуществ CST Microwave Studio.

Чтобы использовать оптимизатор, в главном меню выбираем команду Solve ->Optimize. Проверяем желаемые параметры для оптимизации в закладке Parameters (отмечаем параметр “ $b$ ”). Затем определяем минимальное (17,8) и максимальное (18,1) значения для этого параметра в течение оптимизации. Задаем точность проведения оптимизации (0,0001).

Далее определяем цель оптимизации, нажимая на закладку Goals. Выбираем Addnewgoal. В открывшемся диалоговом окне выбираем величину S-параметра в dB для оптимизации, щелкая на ввод Mag. (dB) в рамке Type, выбираем оператор movemin в рамке Conditions и устанавливаем частоту, к которой должен быть перемещен минимум (2,5 ГГц). Запускаем процедуру оптимизации нажатием кнопки Start.

Одна из показанных кривых (при  $b = 17,9389$ ) имеет минимум точно на частоте 2,5 ГГц, что и было целью всей процедуры оптимизации.

В предложенной статье рассматривается метод применения новых возможностей пакета CSTMWS позволяющего усовершенствовать вновь спроектированного радиотехнического устройства, минуя стадию практической реализации этого устройства.

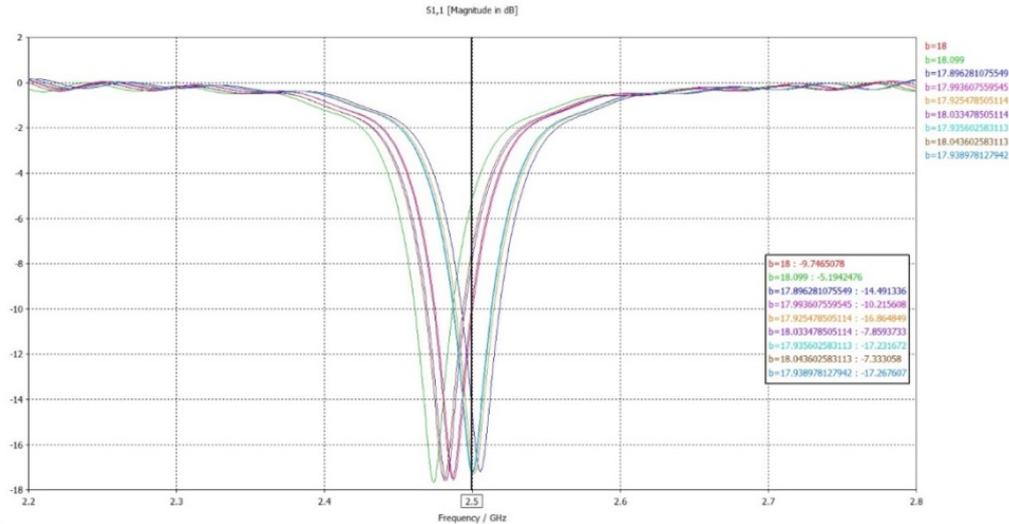


Рис. 4. График модуля коэффициента передачи по окончанию режима оптимизации

### Литература

1. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение волн. -М.: Наука, 1989. - 544 с.
2. Торбачев А.П., Ермаков Е.А. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР «CSTMicrowaveStudio»: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. - 88 с.
3. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CSTMicrowaveStudio. – М. Издательство МЭИ, 2010, 160 стр.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ РАДИОВОЛН ОТ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шпак А.В., Викторов А.С., Трефилов Д.Н., Шубин В.А.

*АО "космические новации", ФГУП "Космическая связь", ФГУП "ЦНИРТИ им академика А.И. Берга"*

Рассмотрены физические процессы при космическом радиолокационном мониторинге влажности земной поверхности

**Modeling of the reflection of radio waves from a rough ground surface. Shpak A.V., Viktorov A.S., Trefilov D.N., Shubin V.A.**

Investigation of the physical processes in space radar monitoring of humidity of the earth's surface

Измерение влажности почвы важно для гидрологии, прогнозирования изменения климата и сельского хозяйства. Влажность почвы определяется с использованием пассивных инфракрасных и микроволновых радиометров и активных авиационных и спутниковых РЛС [1-2].

Радарная космическая съемка в настоящее время выполняется в сверхвысокочастотной (СВЧ) области радиоволн, подразделяемой на Х-, С- и L-диапазоны. Для измерений также используются частоты Р и УНФ диапазонов. Использование РЛС предполагает измерение отраженного от поверхности земли электромагнитного излучения, создаваемого антенной РЛС. При облучении участка земной поверхности, расположенного под спутником, измеряется зеркально отраженная волна, но для всех остальных участков земли измерение возможно только за счет рассеянных от неровной поверхности волн. Статистические характеристики неровностей земной поверхности в значительной степени определяются особенностями ландшафта (равнина, горная местность, водная поверхность), наличием растительности (травяной покров, кустарники и лес) и определяются из данных оптико-электронного наблюдения, которое выполняется одновременно с радарными измерениями. Для выделения информации о влажности поверхностного слоя земли используются измерения в широкой полосе частот и на различных поляризациях, как по амплитудной, так и по фазовой составляющим.

Для зеркального отражения вертикально падающей радиоволны при в первом приближении можно использовать представление неровной, покрытой растительностью и неравномерно увлажненной по глубине земной поверхности в виде плоскостройной среды, толщина каждого слоя которой составляет

примерно  $\lambda/10$  [3]. Диэлектрическая проницаемость каждого слоя может быть определена по формуле Лихтенекера для двухфазной смеси химически не взаимодействующих веществ

$$\dot{\epsilon}_{\Sigma} = \dot{\epsilon}_1^y \cdot \dot{\epsilon}_2^{1-y},$$

где  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  – комплексные диэлектрические проницаемости компонентов смеси,  $y$  – объемной содержание первого компонента смеси.

В качестве компонентов берутся воздух и растительность, воздух и почва земной поверхности или сухая и влажная почва. Процентное содержание определяется густотой растительности или профилем поверхности земли. Такая модель дает приемлемые результаты при использовании достаточно больших длин волн.

Для наклонного падения радиоволн эта модель не подходит, так как не может предсказать параметры волн рассеянных в обратном направлении. Для описания рассеянных волн в СВЧ диапазоне применяются метод Кирхгофа, если неровности поверхности являются пологими и средняя длина неровностей существенно превосходит длину радиоволны, создаваемой РЛС, и метод малых возмущений, при наличии малых неровностей с малой протяженностью [4]. Второй способ описания более приемлем для систем космического мониторинга влажности земной поверхности. При этом модель земной поверхности представляется в виде многослойной среды с неровными границами отдельных слоев, как показано на рис. 1

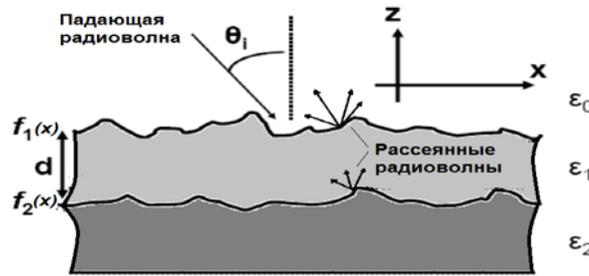


Рис. 1 Геометрия модели земной поверхности

десь  $f_i$  – нормализованные случайные функции, описывающие статистически неровные границы раздела. Информация о влажности каждого слоя переносится к антенне РЛС рассеянными волнами.

При электродинамическом описании задачи рассеяния падающая волна представляется как плоская волна параллельной (вертикальной) или поперечной (горизонтальной) поляризации, а рассеянные волны представляются в виде разложения в спектр плоских волн, двигающихся во всевозможных направлениях. Суперпозиция всех волн на границах раздела удовлетворяет специальным статистическим граничным условиям, зависящим от неровностей поверхностей [4-6]. Комплексные амплитуды напряженностей электрических рассеянных полей в каждой области на рис. 1 можно представить в виде

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_0 &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}_{\perp} \left\{ \left[ A_h^+(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{h}(k_{0z}) + A_v^+(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{v}(k_{0z}) \right] e^{ik_{0z}z} \right. \\ &\quad \left. + \left[ A_h^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{h}(-k_{0z}) + A_v^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{v}(-k_{0z}) \right] e^{-ik_{0z}z} \right\} e^{i\mathbf{k}_{\perp} \cdot \mathbf{r}_{\perp}}, \\ \mathbf{E}_1 &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}_{\perp} \left\{ \left[ B_h^+(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{h}(k_{1z}) + B_v^+(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{v}(k_{1z}) \right] e^{ik_{1z}z} \right. \\ &\quad \left. + \left[ B_h^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{h}(-k_{1z}) + B_v^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{v}(-k_{1z}) \right] e^{-ik_{1z}z} \right\} e^{i\mathbf{k}_{\perp} \cdot \mathbf{r}_{\perp}}, \\ \mathbf{E}_2 &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}_{\perp} \left\{ \left[ C_h^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{h}(-k_{2z}) + C_v^-(\mathbf{k}_{\perp}) \hat{v}(-k_{2z}) \right] e^{-ik_{2z}z} \right\} e^{i\mathbf{k}_{\perp} \cdot \mathbf{r}_{\perp}}, \end{aligned}$$

где  $\mathbf{k}_{\perp} = \mathbf{k}_x + \mathbf{k}_y$  – волновые вектора, индексы относятся к номеру среды,  $A^+$ ,  $B^+$ ,  $C^-$  – неизвестные амплитуды спектра рассеянных плоских волн в разных средах, обозначения  $v, h$  относятся к вертикальной и горизонтальной поляризациям, "крыша" над ними является обозначением единичного вектора.

Комплексная амплитуда падающей волны  $A^-$  является известной. Комплексные амплитуды напряженностей магнитных рассеянных полей образуют правые тройки с записанными векторами напряженностей электрических полей.

Наложение статистических граничных условий, например на первой границе раздела, приводят к уравнениям вида

$$\sum_{\omega=0}^{\infty} \sum_{\omega'=0}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{r} \mathbf{k}^T \frac{w_i}{(\gamma(\mathbf{k}^T) \alpha_{+(w)}^i + \beta(\mathbf{k}^{0z}, f_1) \alpha_{+(w)}^i)} \frac{(\omega - \omega')_i}{(i \mathbf{k}^{0z} \mathbf{k}^T(x, \mathbf{r}))_{\omega - \omega'}} \epsilon_{i \mathbf{k}^T \cdot \mathbf{r}} \xi_{\omega} +$$

$$\left( \mathcal{A}(\mathbf{k}_{\perp}^i) E_o^h + \mathcal{B}(-k_{0z}^i, f_1) E_o^v \right) e^{i \mathbf{k}_{\perp}^i \cdot \mathbf{r}_{\perp}} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-i k_{0z}^i f_1(x, y))^m}{m!} \xi^m =$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^m \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}_{\perp} \frac{(\mathcal{A}(\mathbf{k}_{\perp}) b_h^{+(n)} + \mathcal{B}(k_{1z}, f_1) b_v^{+(n)})}{n!} \frac{(i k_{1z} f_1(x, y))^{m-n}}{(m-n)!} e^{i \mathbf{k}_{\perp} \cdot \mathbf{r}_{\perp}} \xi^m +$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^m \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}_{\perp} \frac{(\mathcal{A}(\mathbf{k}_{\perp}) b_h^{-(n)} + \mathcal{B}(-k_{1z}, f_1) b_v^{-(n)})}{n!} \frac{(-i k_{1z} f_1(x, y))^{m-n}}{(m-n)!} e^{i \mathbf{k}_{\perp} \cdot \mathbf{r}_{\perp}} \xi^m$$

Здесь  $\xi$  – дисперсия неровностей границы раздела.

Преобразование и решение систем уравнений на каждой границе раздела Позволяет найти комплексную амплитуду волны, рассеянной в обратном направлении. Радиолокационные измерения отраженных волн в диапазоне частот с использованием обработки методами дифференциальной фурье-спектроскопии позволяет восстановить профиль изменения влажности в поверхностном слое почвы и общее влагосодержание поверхностного слоя.

Толщина слоя, в пределах которого производится оценка влажности составляет величину порядка  $\lambda$ . поэтому является различной для разных диапазонов радиолокационного зондирования. Погрешность измерений позволяет выполнить 10 урвневую градацию влагосодержания почв.

#### Литература

1. P.C. Dubois, J.J. Van Zyl, and E.T. Engman, "Measuring Soil Moisture With Imaging Radar," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 33, no.4, pp. 915-926, July 1995.
2. Z. Xiwu, P.R. Houser, J.P. Walker, and W.T. Crow. A Method for Retrieving High-Resolution Surface Soil Moisture From Hydros L-Band Radiometer and Radar Observations," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, no. 6, pp. 1534-1544, June 2006.
3. Лобанов Б.С., Нефедов В.И., Трефилов Н.А. Прикладная электродинамика. – М.: МГТУ МИРЭА, 2011. – с. 132.
4. Басс Ф.Г., Фукс И.М. Рассеяние волн на статистически неровной поверхности. М.: «Наука», 1972, 424с.
5. А. Исимару. Распространение и рассеяние волн в случайно неоднородных средах. М.: «Мир», 1981, т.2, с.280.
6. K.F. Warnick and W. C. Chew. Numerical Simulation Methods for Rough Surface Scattering," Waves in Random Media, vol. 11, no. 1, pp. 1-30, January 2001.

#### ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Викторов А.С., Трефилов Д.Н., Дементьев А.Н., Шубин В.А., Романов А.А.

АО "Космические новации", ФГУП "Космическая связь", ФГУП "ЦНИРТИ им академика А.И. Берга"

Рассматривается структура систем космического мониторинга оценки влажности земной поверхности. Приведены аналитические соотношения, применяемые при обработке информации.

**The use of satellite monitoring to assess the moisture status of the earth's surface. Viktorov A.S., Trefilov D.N., Dementyev A.N., Shubin V.A., Romanov A.A.**

The structure of systems of space monitoring moisture estimates of the earth's surface. Shows the analytical relations used in the processing of information

Знание влажности почвы важно для гидрологии, прогнозирования изменения климата и сельского хозяйства. Измерение содержания влаги в почве может спрогнозировать потенциальную

опасность наводнений, узнать энергетический баланс между землей и атмосферой. Влажность почвы определяется с использованием пассивных инфракрасных и микроволновых радиометров и активных спутниковых РЛС [1–4]. В настоящее время также для мониторинга земной поверхности и атмосферы используются сигналы космических навигационных систем. Глобальная навигационная спутниковая система, включающая Глобальную Систему Позicionирования (GPS) в США, отечественную систему ГЛОНАСС, европейскую Галилео и китайскую КОМПАСС, может быть использована как высокоточный, непрерывный, всепогодный инструмент, работающий в микроволновом диапазоне с пренебрежимо малой задержкой по времени, с сигналами, проходящими сквозь земную атмосферу. Отраженный от земной поверхности сигнал навигационной системы аналогичен зондирующему сигналу РЛС, отраженному от поверхности земли или океана. Основные отличия зависят от различия диэлектрической проницаемости, неровности поверхности и возможности наличия растительного покрова.

Радарная космическая съемка в настоящее время выполняется в сверхвысокочастотной (СВЧ) области радиоволн, подразделяемой на X-, C- и L-диапазоны, как показано в таблице. В ближайшее время также планируется запуск космического радиолокатора Р-диапазона (BIOMASS, Европейское космическое агентство – ESA).

Название спутника	Диапазон длин волн	Год запуска	Разрешение на поверхности
RISAT-1 (Индия)	C	2012	3–15
Sentinel – 1 (ЕС)	C	2013, 2015	5–20
SAOCOM – 1 (Аргентина, Италия)	L	2013, 2015	5
ALOS – 2 (Япония)	L	2013	3–15
COSMO–SkyMed (Италия)	X	2015	1–15
RADARSAT (Канада)	C	2014, 2015	1–100
BIOMASS (ЕС)	P	2015	50
NovaSAR – S (Англия)	S	2015	6–30
SMAP (США)	X	2015	
Метеор – М (Россия)	X	2014	

В качестве бортовых антенн космических систем мониторинга земной поверхности применяются разворачиваемые зеркальные антенны и антенны с синтезированной апертурой (АСА).

На рис.1 показан внешний вид спутника SMAP с разворачиваемой антенной, с диаметром зеркала 6 м., позволяющей измерять влажность земной поверхности на глубине до 5 см.

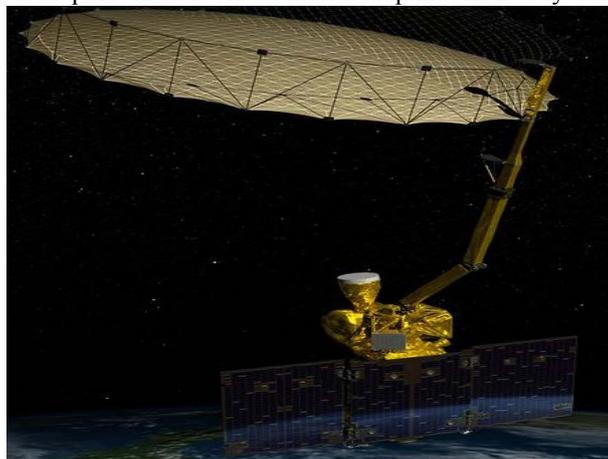


Рис. 1

АСА дистанционного зондирования Земли, работают в диапазонах частот, традиционно не используемых в космической радиолокации. Это АСА, работающие в верхней части сантиметрового диапазона и диапазона миллиметровых волн (X, Ku, K), а также АСА, работающие в верхней части дециметрового диапазона и диапазона метровых волн (P, UHF, VHF) [3–4]. Использование диапазонов P, UHF, VHF особенно интересно, поскольку радиолокационные изображения в этих диапазонах несут в себе информацию о распределении коэффициента отражения в толще земной поверхности, при этом глубина проникновения в VHF диапазоне может достигать нескольких метров. Кроме того, использование низкочастотных диапазонов связано с высокой эффективностью применения АСА для картографирования влажности растительных покровов земной поверхности.

К сожалению, размещение этих систем в космосе сопровождается рядом сложных технических проблем. Одной из основных при этом является потеря когерентности РСА, вследствие эффектов

распространения радиоволн рассматриваемых диапазонов через атмосферу Земли. Эти эффекты приводят к значительному снижению потенциального пространственного разрешения этих систем, геометрическим и поляризационным искажениям [4].

На основе анализа эффектов распространения сигнала РСА в атмосфере Земли в [3] получены общие выражения, описывающие отраженный сигнал космической РСА. В отсутствие аддитивных шумов отраженный сигнал поступающий на вход приемника с АСА можно записать в виде

$$\dot{S}(t, kT) = \iint \dot{K}_A(kT, \theta, \sigma) \dot{K}_R(t - \Delta t(kT - \theta, \sigma)) \dot{\Gamma}(\theta, \sigma) f_R(\sigma) f_A(kT - \theta, \sigma) d\theta d\sigma,$$

где

$$\dot{K}_R(t) = \int_{-\Delta\omega}^{\Delta\omega} \dot{h}(j\omega) \dot{K}_{RE}(j\omega) \dot{K}_h(j\omega) \dot{K}_{AT}(j\omega) e^{j\omega t} d\omega,$$

$$\dot{K}_A(kT, \theta, \sigma) = e^{j\omega_0 \Delta t(kT - \theta\sigma)} e^{j\omega_0 \delta(kT, \theta, \sigma)}.$$

В этом выражении:  $\dot{\Gamma}(\theta, \sigma)$  – коэффициент отражения подстилающей поверхности;  $\dot{h}(j\omega)$  – комплексная огибающая зондирующего сигнала;  $\dot{K}_{RE}(j\omega)$  – описывает регулярную составляющую рефракции зондирующего сигнала в атмосфере;  $\dot{K}_h(j\omega)$  – передаточная характеристика аппаратного тракта;  $\Delta t(kT - \theta\sigma)$  – регулярная составляющая временного запаздывания сигнала в атмосфере;  $\delta(kT, \theta, \sigma)$  флуктуационная составляющая временного запаздывания сигнала в турбулентной атмосфере;  $t, kT$ , – координаты (задержка, номер зондирующего сигнала);  $\theta, \sigma$ , – временные координаты элемента подстилающей поверхности (азимут, дальность);  $f_R$  и  $f_A$  – вещественные функции, описывающие модуляцию отраженного сигнала диаграммой направленности АСА.

Коэффициент отражения подстилающей земной поверхности может определяться при использовании модели слоистой среды. Для определения коэффициента отражения от плоскостроистой среды содержащей более одного слоя диэлектрика чаще всего используется матричный подход, описанный в [5].

Влажность каждого слоя почвы влияет на величину комплексной диэлектрической проницаемости. Обработка принятого сигнала методами дифференциальной фурье-спектроскопии позволяет определить величину влажности.

#### Литература

1. Кондратьев К. Я. и др. Космическая дистанционная индикация акваторий и водосборов (микроволновые методы) / Мелентьев В.В., Назаркин В.А. – Л.: Гидрометеоиздат, 1992. – 248 с.
2. Armand, N.A. and V.M. Polyakov. Radio Propagation and Remote Sensing of the Environment. New York, CRC Press, 2005, 440 p.
3. Mancini, M., Hoeben, R., Troch, P.A. Multifrequency Radar Observations of Bare Surface Soil Moisture Content: A Laboratory Experiment. Water Resources Research, 35(6): 1827–1838, 1996.
4. Ulaby, F., Dubois, P., Van, J. Radar mapping of surface soil moisture. Journal of Hydrology, 184: 57–84, 1996.
5. Лобанов Б.С., Нефедов В.И., Трефилов Н.А. Прикладная электродинамика. – М.: МИРЭА, 2011. 132 с.

#### МЕТОДЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И АГРЕГИРОВАНИЯ КОНТЕНТА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Горюнова В.В., Горюнова Т.И.  
Пенза, ПензГТУ

В статье рассматриваются онтологические методы структуризации информации, исследуются инструменты агрегирования информации. Дается описание структуры запроса.

**Method of systematization and aggregation of content in infocommunication system. Goryunova V.V. Goryunova T.I., Penza, PenzGTU**

The article deals with ontological methods of structuring information, researched information aggregation tools (syndication). We describe the structure of the query.

Рост объема контента ведет к более равномерному распределению инфор-мационных ресурсов – большинство организаций получает возможность хранить и обрабатывать информацию локально, используя собственные базы данных и хранилища информации с применением метаданных и онтологий [1-2].

С другой стороны, наблюдается локализация информации, которая приводит к рассредоточению контента, что усложняет его поиск, обработку и доставку конечному пользователю. Поэтому требуется совершенствование методов поиска информации в интернете и исследование комфортных для массовых пользователей инструментов агрегирования информации (syndication). Новые поисковые методы берут на себя дополнительные функции контекстуализации и логической обработки найденной информации [3]. Последние разработки поисковых программ (Powerset, Medstory, Riya и им подобные) используют экспертные системы и методы искусственного интеллекта для категоризации пользователей, формализации их стереотипных запросов и адаптации способов представления найденной информации к пожеланиям пользователя.

В частности, структура запроса ( $U$ ) по контексту может быть описана следующим образом :

$$U = \{K, A, D, R, P_r\}, \quad (1)$$

где  $S$  – словарь терминов предметной области,  $K$  – множество классов;  $A$  – множество атрибутов классов;  $D$  – множество доменов (областей допустимых значений) атрибутов,  $R$  – множество ограничений:

$$R = R^I \cup R^{II} \cup R^{III} \cup R^{IV} \cup R^V \cup R^{VI}, \quad (2)$$

в которое входят следующие ограничения:

$$R^I = \{r^I\}, kr^I a; k \in K, a \in A - \text{описывают принадлежность атрибутов классам};$$

$$R^{II} = \{r^{II}\}, (kr^I a)r^{II} d; k \in K, a \in A, d \in D - \text{описывают принадлежность доменов атрибутам};$$

$R^{III} = \{r^{III}\}, k' r^{III} k''; k', k'' \in K - \text{задают совместимость классов (структурные ограничения совместимости классов)};$

$R^{IV} = \{r^{IV}\}, k' r^{IV} k''; k' \in O, k'' \in O, k' \neq k'' - \text{описывают иерархические связи между классами (иерархические структурные ограничения) и включают в себя два типа отношений: 1) «быть экземпляром» (определяют таксономию классов); 2) «быть частью» (определяют иерархию классов)};$

$R^V = \{r^V\}, k' r^V k'', k', k'' \in K - \text{описывают ассоциативные связи между классами (структурные ограничения одного уровня)};$

$$P_r = \{r^{VI}\}, r^{VI} = f(\{k\}, \{k, a\}) = True \vee False, \quad |\{k\}| \geq 0, \quad |\{k\}| \geq 0, \quad k \in K,$$

$a \in A$  функциональные ограничения, которые описывают функциональные отношения между классами и атрибутами.

Помимо поиска информации, в распределенных хранилищах данных актуальной задачей обработки контента является его агрегирование, особенно в условиях большого объема и быстрого изменения обрабатываемой информации. В отношении агрегирования контента можно выделить два основных тренда технологического развития, направленные на повышение эффективности сбора информации:

Первый тренд основан на использовании программных средств распознавания и доставки требуемой информации пользователю контента. К таким средствам можно причислить специализированные программы-агенты, предназначенные для автономного выполнения функций от лица пользователей.

В основе второго тренда развития лежит разработка и широкое распространение стандартов для предоставления и использования динамического контента. Примером такой технологии является RSS<sup>6</sup>

Эта задача решается наиболее эффективно, если контент хранится в систематизированной форме, для чего и разрабатываются классификационные программные средства. С появлением XML-стандарта этот класс систем развивается ускоренными темпами. Стандарт XML позволяет разметить документ таким образом, что его содержание (семантика) становится доступным программам-приложениям без непосредственного участия пользователя.

Большой объем накопленного контента и ускорение темпов его создания, делают необходимым процесс систематизации контента. Кроме того, появление новых компьютерных платформ, в частности мобильных, привносит дополнительные требования к предоставлению контента. В последние годы сформировался сектор рынка информационных систем, получивших собирательное название CMS (Content Management Systems – системы по управлению контентом). Основной функцией CMS является обеспечение быстрого доступа к хранимой информации с целью ее использования в бизнес-процессах предприятий. Особенно полезны DOM-схемы в контексте web-страниц, из которых зачастую приходится выбирать отдельные компоненты, напрямую относящиеся к запросу пользователя.

**Заключение.** Концепция тотальной систематизации web-контента известна сегодня как «Семантическая Сеть». Она базируется на разнообразных онтологиях предметных областей, которые определяют соответствующую терминологию и описывают взаимосвязи между различными компонентами (таксономии). Число создаваемых в различных областях знания онтологий постоянно увеличивается, что способствует распространению программных средств, предназначенных для систематизации контента.

### **Литература**

1. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // *Фундаментальные исследования*. — 2013 — №11-9 — С. 67-73.
2. Горюнова В.В. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // *Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий*. — 2011. — № 1. — С. 300-303.
3. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жилиев П.С. Многоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // *Современные наукоемкие технологии*. — 2014 — №5-1 — С. 122-122.

### **ПРОФИЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СТРУКТУРЕ КОНТЕНТ-ЗАПРОСОВ**

Горюнова В.В., Горюнова Т.И., \*Молодцова Ю.В., \*Шубин И.И.  
*Пенза, ПензГТУ, \*Москва, АГПС МЧС*

В статье рассматриваются вопросы создания запросов по контенту модели профиля пользователя. Приводятся расчётные зависимости оценки неопределённости результатов выполнения запроса

#### **User profile structure of the content request. Goryunova V.V., Goryunova T.I., \* Molodtsova Y.V., \* Shubin I.I.**

The article deals with the creation of query to the content model of the user's profile. We present the calculated depending on the results of estimation uncertainty query

Так как профиль пользователя разрабатывается для определённых предметных областей, контент пользователя содержит атрибуты, типы которых перечислены ниже:

- 1) для определения задач, в решении которых пользователь компетентен в данный момент времени, предлагается использовать атрибут «роль»;
- 2) для обеспечения конфиденциальности некоторых знаний в системе предложен атрибут «уровень доступа», определяющий ту информацию и знания, к которым данный пользователь имеет доступ;
- 3) для работы с группами пользователей предложен атрибут «группа», который определяет принадлежность пользователя к той или иной группе на основе пользовательских предпочтений;
- 4) для определения потенциальных возможностей пользователя предложен атрибут «оборудование», который определяет окружение пользователя относительно аппаратного и программного обеспечения;
- 5) для возможности запретить просмотр профиля пользователя другими пользователями системы предложен атрибут «видимость профиля», с помощью которого пользователь может сделать свой профиль невидимым для других;
- 6) системе управления знаниями может потребоваться информация о том, где находится пользователь в данный момент времени, для этой цели предложен атрибут «местоположение пользователя», содержащий в себе информацию о текущем географическом положении пользователя;

7) для определения, может ли в данный момент пользователь решать задачу, предложен атрибут «Часовой пояс», определяющий как скоро у пользователя начнется рабочий день.

При создании модели контент-запроса должны быть учтены предпочтения пользователя. Для этих целей были предложены атрибуты: «Классы», соответствующие классам модульной структуры; «атрибуты классов», соответствующие атрибутам модульной структуры; и «значения атрибутов», соответствующие значениям модульной структуры [2].

Для последующего анализа информации о пользователе предлагается хранить в профиле пользователя все его запросы, сформированные на основе их контексты, а также информацию, характеризующую пользователя на момент инициализации запроса (контексты пользователя). Информационная модель профиля пользователя системы управления знаниями содержит следующие элементы [3]:

1. «Контекст пользователя» – информация о пользователе 1) персональная; 2) системная информация; 3) контактная (обратная связь); 4) предпочтения пользователя.

2. «История запросов» – все запросы пользователя, связанные этих запросов [3]), а также контекст пользователя на момент инициализации его запроса.

Представленный метод модульной структурной кластеризации позволяет:

1) группировать пользователей системы управления знаниями на основе их предпочтений;

2) выявлять предпочтения пользователей системы управления знаниями.

Общая схема метода группировки запросов может быть описана тремя шагами. На первом шаге по запросам пользователей на основе контекстов, соответствующих этим запросам, строится словарь, связывающий эти элементы. В качестве модели предложено использовать взвешенный граф. На втором шаге, выполняются преобразования этой модели, позволяющие установить связи между каждой парой запросов. На третьем шаге производится содержательная интерпретация полученного преобразования на предметную область, т.е. строятся группы классов запросов.

Понятия меры неопределенности и меры информации используются для оценки неопределенности результатов выполнения запроса в процессе обучения экспертом системы семантического поиска.

Пусть  $vp$  – вероятность того, что очередной документ будет признан системой релевантным запросу;  $dp$  – документ на самом деле является релевантным запросу (признан пользователем);  $N$  – общее количество документов. Тогда количество информации о том, является ли очередной документ входного потока релевантным или нет, содержащееся в среднем в одном сообщении о том, каким признан данный документ на основании  $N$  предыдущих документов вычисляется [3]:

$$I(vp, dp) = H(vp) - H(vp|dp) = H(dp) - H(dp|vp), \quad (1)$$

$$\text{где } H(vp) = -(w \log_2 w + (1 - w) \log_2 (1 - w));$$

$$H(dp) = -(\lambda \log_2 \lambda + (1 - \lambda) \log_2 (1 - \lambda));$$

$$H(vp|dp) = -\lambda(P \log_2 P + (1 - P) \log_2 (1 - P)) - (1 - \lambda)(w_2 \log_2 w_2 + (1 - w_2) \log_2 (1 - w_2));$$

$$H(dp|vp) = -w(R \log_2 R + (1 - R) \log_2 (1 - R)) - (1 - w)(\lambda_2 \log_2 \lambda_2 + (1 - \lambda_2) \log_2 (1 - \lambda_2))$$

$H(vp)$  – неопределенность того, что документ будет признан системой релевантным;

$H(dp)$  – неопределенность того, что документ будет признан пользователем релевантным;

$H(vp|dp)$  – неопределенность того, что документ, признанный пользователем релевантным будет признан системой релевантным;

$H(dp|vp)$  – неопределенность того, что документ признан пользователем релевантным, если он признан системой релевантным.

#### Литература

1. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. — 2013 — №11-9 — С. 67-73.

2. Горюнова В.В. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. — 2011. — № 1. — С. 300-303.

3. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жилиев П.С. Многоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // Современные наукоемкие технологии. — 2014 — №5-1 — С. 122-122.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОТРАЖЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ТОНКОЙ ГРАДИЕНТНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЕ

Бростилов С.А., Бростилова Т.Ю., Бекбаулиев А.О.

Ключевые слова: полное внутреннее отражение, туннельный эффект, световая волна, пластина  
Рассмотрены вопросы моделирования процессов отражения, распространения волн в тонкой градиентной диэлектрической пластине.

### Simulation of the process of reflection and propagation of electromagnetic waves in a thin dielectric plate gradient

Keywords: total internal reflection, tunneling effect, the light wave, the plate

The problems of simulation of reflection of wave propagation in a thin gauge of the dielectric plate

Как известно, *полное внутреннее отражение* (ПВО) при переходе света через границу из оптически более плотной в менее плотную среду является фундаментальным явлением волновой физики [1] и было описано ещё в начале XVII в. И. Кеплером.

Эффект ПВО был с успехом применён во многих прикладных областях оптики (рефрактометры, призмы и т.д.), однако, подробное теоретическое исследование на основе электромагнитной теории света было проведено лишь в начале прошлого века А.А. Эйхенвальдом [2].

Данное исследование показало, что электрическое и магнитное поля падающей волны не обрываются на границе двух сред, а проникают во вторую среду. По мере углубления во вторую среду они быстро убывают по экспоненциальному закону, но не вследствие поглощения света, т.к. обе среды являются вполне прозрачными, а из-за постепенного отражения во второй среде.

Таким образом, движение энергии на границе сред при ПВО происходит так, что в среднем поток энергии, проникающий из первой среды во вторую, равен обратному потоку, причём места входа и выхода прямого и обратного потоков несколько смещены друг относительно друга вдоль границы раздела. В результате имеется движение энергии вдоль границы раздела с выходом обратно в первую среду. Во второй среде сколько-нибудь заметное поле захватывает лишь тонкий слой с толщиной, сравнимой с длиной световой волны и зависящей от угла падения и показателя преломления.

Заход электромагнитной волны во вторую среду наблюдался экспериментально в опыте Шеффера-Гросса, Квинке, а так же в наиболее наглядном эксперименте с флуоресцентной жидкостью Л.И. Мандельштама и П.Селени [1].

Квинке осуществил опыт со световыми волнами и двумя стеклянными призмами, через воздушный зазор между которыми свет частично проникал из первой призмы во вторую и распространялся дальше в ней по обычным законам. Эффект проникновения света через непрозрачный барьер (воздушный зазор) позже был назван *нарушением полного внутреннего отражения* (НПВО).

Возникновение и развитие оптоволоконных средств передачи светового сигнала, а так же нелинейной оптики сделали явление ПВО ещё более мощным и гибким инструментом, и стимулировало более глубокое изучение распространения волн в сильно и слабо неоднородных средах, в частности, в средах с индуцированной неоднородностью [3].

С другой стороны, эквивалентность математических моделей НПВО и процесса туннелирования квантовой частицы через потенциальный барьер подняло множество фундаментальных вопросов [4], важных как с точки зрения теории, так и практики.

В сочетании с развитием нанотехнологии тонких градиентных плёнок [5] появилась возможность экспериментального исследования и практического применения градиентных диэлектрических плёнок [6].

В связи с этим становятся актуальными разработки новых приборов и датчиков с применением градиентных материалов, принцип действия которых основан на эффектах ПВО и НПВО.

Геометрические построения к решению поставленной задачи представлены на рисунке 1.

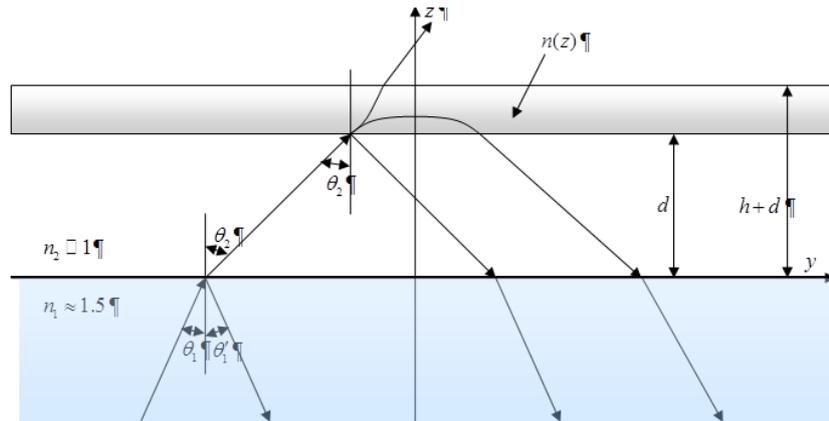


Рисунок 1

Для упрощения выкладок в данной работе будем рассматривать монохроматическую электромагнитную волну без учёта её поляризации с использованием вспомогательной функции  $\Psi$  [4]. Вопросы, связанные с поляризацией волны, будут разобраны ниже.

Вначале рассмотрим процесс распространения для преломлённой волны.

На границе сред  $n_1$  (стекло) и  $n_2$  (воздух, вакуум) происходит отражение и преломление падающей плоской волны по классическим законам, описываемым формулами Снеллиуса

$$\theta_1 = \theta_1', \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2.$$

Угол  $\theta_1$  определяется условиями конструкции чувствительного элемента датчика, который требуется определить с помощью отдельного анализа и дополнительных расчётов. В этом случае преломлённая волна может быть описана плоской волной  $\Psi = \Psi_2 e^{i(k_2 y + k_2 z - \omega t)}$ , чей фронт распространяется под углом  $\theta_2$  относительно нормали к поверхности раздела сред.

Если  $\theta_1 = \theta_{\text{ед}}$ , где  $\theta_{\text{ед}} = \arcsin(n_2/n_1)$ , то  $\theta_2 = \pi/2$  и на границе сред происходит ПВО. Однако решение для вспомогательной функции преломлённой волны существует и имеет следующий вид [2-4]

$$\Psi = \Psi_0 e^{-\frac{z}{z_0} + i(k_y y - \omega t)},$$

где  $z_0 = m \cdot \lambda$  – характерный размер в несколько длин волн (чаще всего  $m = 1$  или  $2$ ).

В случае  $\theta_1 > \theta_{\text{ед}}$  решение для преломлённой волны отсутствует.

Стоит отметить, что при  $\theta_1 \approx \theta_{\text{ед}}$  решение для преломлённой волны в виде поверхностной волны всё-таки существует, но в этом случае  $z_0 < z_{0\text{ед}}$ , т.е. поле выходит во вторую среду на меньшее расстояние.

С другой стороны, при  $\theta_1 < \theta_{\text{ед}}$  преломлённая по классическим законам волна полностью попадает в градиентную диэлектрическую пластину, а при  $\theta_1 = \theta_{\text{ед}}$  – частично «заходит» в пластину при  $d \sim z_0$ .

Так как градиентная пластина представляет собой сильно оптически неоднородную среду, то возможно нарушение эвристического критерия применимости приближения геометрической оптики [7]

$$a_f \left| \frac{\vec{\nabla}_\perp n}{n} \right| \ll 1,$$

где  $a_f$  – максимальное сечение френелевского объёма,  $n$  – коэффициент преломления среды,  $\vec{\nabla}_\perp = \vec{\nabla} - \mathbf{r}(\mathbf{r}\vec{\nabla})$  – оператор дифференцирования в направлении, перпендикулярном лучу. В этом случае необходимо применение электромагнитной теории Максвелла, которая приводит к следующему волновому уравнению в декартовой систем

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} - \frac{n^2(z)}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

и в общем случае

$$\Delta \Psi - \frac{n^2(z)}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = 0.$$

В силу геометрии задачи (так как  $n = n(z)$ ) и диэлектрических свойств градиентной пластины, будем искать решение (1) в виде

$$\Psi = \Psi(z) e^{i(k_y y - \omega t)}. \quad (2)$$

Подстановка (2) в (1) преобразует его к обыкновенному дифференциальному уравнению вида

$$\frac{d^2 \Psi}{dz^2} + \left( \frac{n^2(z) \omega^2}{c^2} - k_y^2 \right) \Psi = 0, \quad (3)$$

с краевыми условиями, определяемыми исходя из поляризации волны.

В общем случае уравнение (3) аналитически не разрешимо, однако для специального вида функций  $n(z)$  можно получить точные решения. Несколько таких случаев рассмотрено в [4]. Приближённое решение (3) в общем случае можно получить с помощью метода ВКБ [8].

Реально получаемые структуры в виде градиентных и наноградиентных плёнок, по терминологии [5], с профилями коэффициента преломления  $n(z)$  в виде:

- а) плавной (линейной или степенной) функции;
- б) кусочно-плавной функции (многослойные структуры);
- в) волнистой функции (например, синусоида с постоянной или переменной амплитудой);
- г) вогнутой функции (наноградиентная плёнка/покрытие).

Стоит отметить так же наличие многослойных структур с профилем в виде кусочно-постоянной функции (просветляющие покрытия), многомерных вариантов градиентных и наноградиентных структур, а так же покрытия на основе фотонных кристаллов и композитные фотонные метапокрытия, содержащие наноразмерные включения с индуцированной электромагнитной реакцией [5].

Эвристический критерий применимости приближения геометрической оптики может нарушаться для наноградиентных плёнок или покрытий на пластинах, т.к. в этом случае значительные изменения коэффициента преломления (диэлектрических свойств) происходят на масштабах меньше и даже много меньше длины волны падающего света [5]. Для градиентных пластин и покрытий в большинстве случаев применима геометрическая оптика, в частности, уравнение для эйконала [7].

В случае а) для линейной функции  $n(z)$  (3) является, после преобразования координат, уравнением Шрёдингера для одномерного гармонического осциллятора, б) – уравнением Хилла (частный случай – уравнение Матрё). Данные уравнения встречаются во многих областях физики (оптика, квантовая механика, небесная механика и т.д.), а их решением являются специальные функции, табличные значения и свойства которых можно найти в обширной литературе. Случай г) подробно разобран в [4].

Векторные компоненты волнового поля для конкретного вида поляризации можно выразить с помощью вспомогательной функции  $\Psi$  и уравнений Максвелла. Например, для ТЕ-моды в волноводе компоненты будут выражаться в следующем виде

$$E_x = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad H_y = \frac{\partial \Psi}{\partial z}, \quad H_z = -\frac{\partial \Psi}{\partial y},$$

а для ТМ-моды

$$H_x = \frac{1}{c} \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad E_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial z}, \quad E_z = \frac{\partial \Psi}{\partial y}.$$

ТЕ-мода и ТМ-мода в данном случае являются аналогом  $S$  – поляризованных и  $P$  – поляризованных волн в стандартной геометрии в плоскости падения света на границу двух диэлектриков.

Касательно отражённой волны можно сказать следующее: если падающий пучок света имеет линейную поляризацию, а вектор напряжённости  $\vec{E}$  составляет угол  $\varphi$  с плоскостью падения, то энергетический коэффициент отражения будет [9]

$$R = r_{\parallel}^2 \cos^2(\varphi) + r_{\perp}^2 \sin^2(\varphi),$$

где  $r_{\parallel} = \frac{\operatorname{tg}(\theta_1 - \theta_2)}{\operatorname{tg}(\theta_1 + \theta_2)}$  и  $r_{\perp} = -\frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$  – формулы Френеля. В частности, угол  $\varphi = \pi/2$

соответствует ТЕ -волне, а  $\varphi = 0$  – ТМ -волне. При ПВО  $r_{\parallel}^2 = r_{\perp}^2 = 1$ .

Представленная выше математическая модель при дальнейшем анализе позволяет эффективно спроектировать и смоделировать чувствительный элемент датчика механического перемещения (с доработкой модели – так же и деформаций).

Предварительные выводы можно сделать уже сейчас:

- значение угла  $\theta_1$  в зависимости от геометрии конструкция датчика позволит либо:

а) с минимальными потерями провести свет к пластине;

б) получить ПВО на границе  $n_1/n_2$ , что создаст поверхностную волну, часть поля которого будет заходить в пластину;

- структура градиентной пластины или пластины с наногradientным покрытием  $n(z)$  позволит,

в зависимости от выбора угла  $\theta_1$ , либо:

а) максимально отражать падающий на неё свет;

б) минимально отражать свет;

в) промежуточный вариант, например, отражение с геометрическим смещением луча по оси  $Oy$

в зависимости от расстояния  $d$ .

Более подробный анализ получившейся модели даст конкретные схемы конструкции датчика оптимальные с точки зрения инженерного приложения.

Статья написана в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок)» «№8.389.2014/К» по теме «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ»

#### Литература

- 1 Ландсберг, Г.С. Оптика. Учеб. пособие: Для вузов. – 6-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
- 2 Эйхенвальд, А.А. Избранные работы / Под ред. А.Б. Млодзеевского. – М.: Гос.изд.технич.-теорет.литературы, 1956. – 267 с.
- 3 Сухоруков, А.П. Полное отражение оптических волн в средах с индуцированной неоднородностью // Уч. зап. каз. гос. ун-та. – 2009. – Т. 151, кн. 1. – С. 189-196.
- 4 Шварцбург, А.Б. Туннелирование электромагнитных волн – парадоксы и перспективы // Усп. физ. наук. – 2007. – Т. 177. – С. 43-58.
- 5 Вольпян, О.Д. Применение импульсного магнетронного распыления для получения оптических метапокрытий с продольным наногradientом показателя преломления / О.Д. Вольпян, А.И. Кузьмичёв // «Электроника и связь», тематич. выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2007. – №2 (55) – С. 28-33.
- 6 Шварцбург, А.Б. Наноптика градиентных диэлектрических плёнок / А.Б. Шварцбург, М.Б. Агранат, О.В. Чегонов // «Квантовая электроника» – 2009. – Т. 39. – №10. – С. 948-952.
- 7 Кравцов, Ю.А. Геометрическая оптика неоднородных сред / Ю.А. Кравцов, Ю.И. Орлов. – М.: Наука, 1980. – 304 с.
- 8 Маслов, В.П. Квазиклассическое приближение для уравнений квантовой механики / В.П. Маслов, М.В. Федорюк. – М.: Наука, 1976. – 296 с.
- 9 Ахманов, С.А. Физическая оптика: Учебник. 2-е изд. / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. – М.: Изд-во МГУ; Наука, 2004. – 656 с.
- 10 Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

#### МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ СТИЛЮ

Волкова Л.Л., \*Ланко А.А.  
Москва, НИУ ВШЭ, МИЭМ; \*Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Статья посвящена разработке вспомогательного метода для классификации текстов на естественном языке по функциональному стилю. Предложен метод выделения признаков текста на основании анализа типов триграмм, встречающихся в тексте. Предложенный метод апробирован, экспериментально подтверждена разделимость текстов по выбранным признакам. Показана зависимость классификации на основании предложенного метода от репрезентативности обучающей выборки, даны рекомендации о применимости метода.

**Method of feature extraction for natural language texts classification by functional style. Volkova L.L., Lanko A.A.**

This article is devoted to development of a supplementary method for natural language texts classification by functional style. A method of feature extraction is suggested basing on present trigram types analysis. The method has been implemented, and texts separability basing on designed features is experimentally proved. Classification based on the method developed is shown to be dependent on the representativeness of the training set is shown.

Задача определения функционального стиля (ФС) текста на естественном языке является базовой и актуальна для таких практических задач, как информационный поиск, выявление нечётких дубликатов и повторов в научных текстах и, в частности, в диссертациях [3], оценка сложности текстов для документных систем [5], аннотирование текстов в библиотечных системах и др. В данной статье предложен метод выделения признаков из текстов на естественном языке, являющийся вспомогательным для метода классификации текстов по функциональному стилю. Функциональные стили русского литературного языка – это разновидности языка, определяемые сферами деятельности человека и имеющие свои нормы отбора и сочетания языковых средств в зависимости от целей и задач текста. Принято выделять 5 стилей: художественный, научный, официально-деловой, публицистический, разговорный; в некоторых случаях классы укрупняют [2].

Для классификации текстов требуется выделить признаки текстов, по которым они будут разделимы по функциональному стилю. Используются такие признаки, как распределение длин слов, показатели употребления синонимов, частотных междометий и характерных слов, богатство используемого словаря, проводится статистический анализ морфологии и лексики, анализ проективности и др. [2, 4]. Из рассмотренного в [4] программного обеспечения лишь немногие образцы имеют функцию анализа ФС, и решение принимается на основании результатов синтаксического анализа. Синтаксический анализ, предоставляющий дерево разбора предложения и используемый вкупе с морфологическим анализом [1], позволяет оценить количество связей разного типа в предложении, в частности, количество эпитетов и разветвлённость предложения. Это весьма удачно работает на формальных языках, и на тех естественных языках, для которых характерен прямой порядок слов (напр., английский). Но для русского языка свойственен непрямой порядок слов, что затрудняет и морфологический и синтаксический анализ (в частности, из-за необходимости снятия омонимии и других видов неоднозначности [1]) и снижает их качество, для повышения которого зачастую требуется вмешательство филолога.

Альтернативным синтаксису подходом к рассмотрению структуры текста являются N-граммы – это упорядоченная последовательность из двух (биграмма), трёх (триграмма) и более подряд идущих слов в пределах предложения. Тогда как биграммы можно охарактеризовать как связи всех со всеми, что не вполне релевантно для решаемой задачи, триграммы наилучшим образом подходят для установления закономерностей порядка слов, свойственного для того или иного ФС, отражая более глубокие особенности устройства текстов на ЕЯ. Расширение N-граммы не представляется целесообразным, поскольку ведёт к комбинаторному взрыву, что резко повышает сложность решения, в том числе обучения классификатора, при этом не гарантируя достойных масштабов повышения качества [4]. Вопрос включения в рассмотрение методом некоторых типов триграмм подлежит дополнительному исследованию.

В основу разрабатываемого метода выделения признаков предлагается положить анализ связей в тексте именно путем выделения частеречных триграмм. При этом будут учитываться не сами слова, а их части речи [4], полученные при помощи морфологического анализа (возможно, не полного, поскольку полный набор параметров слова не требуется). Будут использованы частеречные типы триграмм (например, НАР-ПРИЛ-СУЩ, СУЩ-ПРИЛ-ПРИЛ), из которых следует исключать шум – стоп-слова, к которым в данном случае относятся предлоги и союзы, выполняющие роль связей. Таким образом, создается унифицированная система анализа связей в тексте, при этом подход позволяет отказаться от затратного синтаксического анализатора, основываясь на предположении о том, что для разных ФС характерно свое распределение типов триграмм.

Предлагаемый метод выделения признаков из текста на естественном языке состоит из следующих этапов:

- 1) определить части речи слов при помощи морф. анализа;
- 2) провести фильтрацию, устранив шум (предлоги, союзы);
- 3) в каждом предложении выделить все триграммы и их типы;
- 4) определить частоты употребления триграмм каждого типа.

Первый этап можно провести при помощи существующей морфологии, например, Solarix, либо воспользоваться существующей морфологической разметкой, буде таковая в корпусе.

Постановка эксперимента следующая: для набора текстов выделяются их признаки, проводится кластеризация и оценка её качества по априорным меткам стиля, присвоенных текстам. Кластеризация – разбиение набора объектов на заданное число кластеров (категорий). В качестве признаков будут использованы частоты употребления типов триграмм. Для экспериментов выбран метод k-средних, основанный на идее группировки объектов по геометрическим соображениям [1]. В целях дополнительной проверки разделимости объектов по выбранным признакам в дополнительных экспериментах кластеризация заменена классификацией методом SVM, исходящим из идеи построения разделяющих поверхностей между классами объектов [1]. Для оценки качества используется правильность как отношение количества корректно определённых текстов ко всем текстам (в случае кластеризации корректным определением текстов считается отнесение текстов одного ФС к одному кластеру). Для экспериментов были выбраны 3 ФС: научный, публицистический и художественный. Разговорный и официально-деловой считаются расплывлёнными по указанным ФС; такое ограничение можно снять при проведении дальнейших исследований.

Результаты тестирования при помощи при помощи созданного программного обеспечения тесно связаны с репрезентативностью выборки текстов. Кластеризация 15 публицистических текстов из корпуса СинТагРус, художественных текстов из романа Э.М. Ремарка «Три товарища» и научных статей из журнала «Наука и жизнь» показала качество 92 %. При увеличении объёма выборки, в том числе за счёт добавления научных статей с конференций, качество снизилось до 50 %, что объясняется пограничностью некоторых текстов: стиль Э.М. Ремарка не вполне художественный, в нём ярко выражены публицистические черты, наблюдаемые также в «Науке и жизни». Если рассматривать в качестве художественных тексты из романа А.С. Пушкина «Дубровский», правильность увеличивается до 90 %. Дополнительные эксперименты по классификации показали схожее качество. Тексты, пришедшие из одного источника, имеют тенденцию сохранять принадлежность одной группе при кластеризации. Тексты, пришедшие из одного источника, имеют тенденцию сохранять принадлежность одной группе при кластеризации.

Выводы на основании проведенных экспериментов

Экспериментально подтверждена разделимость текстов на выбранные ФС по предложенным признакам, что является обоснованием для использования предложенного метода выделения признаков для определения функционального стиля текста. Метод кластеризации по функциональному стилю, основанный на разработанном методе выделения признаков, показал себя зависимым от репрезентативности выборки текстов. Поскольку некоторые тексты имеют принадлежность более чем к одному классу, они вызывают ошибки, которые могут быть нивелированы при переходе к нечёткой кластеризации. В случае классификации по функциональному стилю самое пристальное внимание при обучении следует уделять составлению обучающей выборки: она должна состоять преимущественно из образцов «чистого» функционального стиля.

#### Литература

1. Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика. Учебное пособие. – М.: МИЭМ, 2011. – 272 с.
2. Волкова Л.Л. К задаче определения функционального стиля документа на естественном языке // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы восемнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2015. – С. 615-626.
3. Гращенко Л.А., Романишин Г.В. Опыт автоматизированного анализа повторов в научных текстах // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы восемнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2015. – С. 582-590.
4. Ланко А.А. О задаче определения стиля документов на естественном языке // Электронный журнал "Молодежный научно-технический вестник", № 6, июнь 2015. URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/532852.html>
5. Мизернов И.Ю., Гращенко Л.А. Анализ методов оценки сложности текста // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы восемнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2015. – С. 572-581.

## МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Юрков Н.К., \*Якимов А.Н.

Пензенский государственный университет, г. Пенза, \*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург

*Аннотация.* Рассмотрены проблемы построения математических моделей электронных средств. Показана перспективность их использования в научных разработках и учебном процессе вузов.

### **Model representation of the electronic funds. Yurkov N., Yakimov A.**

*Abstract.* Considers the problem of constructing mathematical models of electronic means. The prospects of their use in scientific research and teaching universities.

Одна из характерных особенностей современного естествознания – его модельный характер, т.е. все объекты, явления и процессы описываются с помощью моделей. Расширение границ естествознания можно представить как построение более подходящих и совершенных моделей природы. Модельный характер естествознания связан и с тем, что значимость того или иного факта можно определить, лишь опираясь на какую-либо модель [1].

Моделированием называют исследование каких-либо явлений, процессов или систем путем построения и изучения их моделей, а также использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения вновь конструируемых объектов. В связи с этим, модель, с помощью которой достигается поставленная цель, должна быть адекватна этой цели, т.е. требования полноты, точности и истинности должны выполняться не вообще, а лишь в той мере, которая достаточна для достижения цели. Любая модель явно или неявно содержит условия своей истинности, и одна из опасностей практики моделирования состоит в применении модели без проверки выполнения этих условий. Например, при обработке экспериментальных данных часто употребляют статистические процедуры, не проверяя условий их применимости. Когда это делается вынужденно (не всякое условие возможно проверить), к полученным результатам должно быть осторожное, условное отношение. Такие ситуации выдвинули перед исследователями проблему создания моделей, применимость которых сохраняется в некотором диапазоне условий [1].

В настоящее время математическое моделирование и вычислительный эксперимент с использованием электронных вычислительных машин (ЭВМ) стали составными частями общих подходов, характерных для современных информационных технологий. Математическое моделирование позволило объединить формальное и неформальное мышление и естественным образом сочетать способность ЭВМ во много раз быстрее, точнее и лучше человека делать формальные арифметические операции, отслеживать логические цепочки с удивительными свойствами человеческого интеллекта – интуицией, способностью к ассоциациям и т.д. Кроме того, современные средства отображения информации дают возможность вести с ЭВМ диалог – анализировать альтернативы, проверять предположения, экспериментировать с математическими моделями [2, 3].

Математическое моделирование и вычислительный эксперимент существенно повышают эффективность инженерных разработок особенно при создании принципиально новых электронных средств, что позволяет сократить затраты времени и средств на использование передовых достижений физики, химии, механики и других фундаментальных наук.

Можно выделить следующие основные этапы математического моделирования электронных средств и процессов в них [3]:

- *первый этап.* Неформальный переход от рассматриваемого (разрабатываемого или существующего) электронного средства (ЭС) к его расчетной схеме. При этом акцентируют те свойства, условия работы и особенности ЭС, которые вместе с характеризующими их параметрами должны найти отражение в этой расчетной схеме;
- *второй этап.* Формальное, математическое описание расчетной схемы. Это описание в виде математических соотношений, устанавливающих связь между параметрами, характеризующими расчетную схему ЭС, называют математической моделью;
- *третий этап.* Качественный и оценочный количественный анализ построенной математической модели. При этом могут быть выявлены противоречия, ликвидация которых потребует уточнения или пересмотра расчетной схемы;
- *четвертый этап.* Выбор метода количественного анализа математической модели, разработка эффективного алгоритма вычислительного эксперимента;
- *пятый этап.* Создание работоспособной программы, реализующей алгоритм вычислительного эксперимента средствами вычислительной техники;

- *шестой этап.* Тестирование результатов вычислений путем сопоставления с данными количественного анализа упрощенного варианта математической модели рассматриваемого ЭС;
- *седьмой этап.* Проведение вычислительного эксперимента и выработка на основе получаемой количественной информации практических рекомендаций, направленных на совершенствование ЭС.

Представленная последовательность этапов носит общий и универсальный характер, хотя в некоторых конкретных случаях она может незначительно изменяться.

Реализация отдельных рассмотренных этапов математического моделирования требует определенных знаний, навыков и практической подготовки.

Следует отметить, что если первый, седьмой и частично шестой этапы применительно к моделированию ЭС типичны для амплуа инженера, то второй, третий и четвертый этапы предполагают наличие серьезной математической подготовки, а пятый – навыков в разработке и отладке программ для ЭВМ. Поэтому к математическому моделированию сложных электронных средств привлекают инженеров, математиков и программистов. Однако для координации этих усилий необходимы специалисты, способные осуществить каждый из рассмотренных этапов на высоком профессиональном уровне.

При математическом моделировании ЭС необходимо учитывать как математическую, так и содержательную сторону задачи, связывая одну с другой. Отсутствие учета этой связи может привести к ошибкам, обусловленным приписыванием ЭС свойств его математической модели. Сколько бы ни было точно математическое решение, оно не может быть точнее тех приближенных предпосылок, на которых оно основано. Об этом часто забывают, делая вначале какое-нибудь грубое приближенное предположение или допущение, а затем придают полученной формуле гораздо большее доверие, нежели она заслуживает [3].

В инженерной практике приходится решать в основном нестандартные задачи, так как стандартные почти все решены или могут быть решены без особых творческих усилий. При решении новых и сложных задач, не имеющих близких аналогов, путь формального обращения к универсальным пакетам и программным комплексам может привести к получению результатов, которые не удастся интерпретировать применительно к рассматриваемому техническому объекту. В таких случаях анализ математических моделей нужно строить на умелом сочетании качественных оценок, аналитических методов и применения ЭВМ, помня о том, что цель расчетов – не числа, а понимание. Все это говорит о том, что ЭВМ освобождает нас от многих забот и обязанностей, но не от необходимости владеть математикой и творчески мыслить [3].

Использование моделей электронных средств перспективно как в научных разработках, так и учебном процессе вузов, так как для проведения научно-учебных экспериментальных исследований часто требуется дорогостоящее, порой уникальное оборудование. При этом в условиях ограниченного финансирования единственной возможностью проведения необходимых исследований остается математическое моделирование.

Так, например, разработан научно-учебный программный комплекс для решения задач моделирования переменных вакуумных электронных приборов со сложной субмикронной геометрией в условиях больших перепадов электрического поля. В нем используется метод конечных элементов на неравномерной сетке и алгоритмы, реализованные в MATLAB и MATLAB PDE Toolbox. Разработанный программный комплекс позволяет качественно и количественно определять распределение электрического поля, вольт-амперные характеристики и режимы работы прибора [4,5].

В последнее время в связи с бурным развитием и широким применением нанотехнологий в электронике появились новые классы задач математического моделирования, объектом изучения которых являются процессы в наноструктурах. Одним из подходов к исследованию таких задач стало одновременное использование описания квантовой механики и механики сплошной среды и проведение на их основе моделирования. Среди основных трудностей, которые отличают данные задачи, отмечают многомерность, сильную нелокальную нелинейность, сложную реальную геометрию, большое число неизвестных величин и функций. В результате, требуется применение высокоточных численных алгоритмов, ориентированных на использование высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем, параллельных вычислений [6].

Таким образом, модельное представление с использованием ЭВМ играет существенную роль в инженерных разработках принципиально новых электронных средств и имеет хорошую перспективу в преподавании дисциплин в техническом вузе [7].

#### **Литература**

1. Бондарев, В.П. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов вузов/ В.П. Бондарев. – М.: Альфа-М, 2003. – 464 с.
2. Моисеев, Н.Н. Математика ставит эксперимент/ Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1979. – 224 с.

3. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учеб. для вузов/ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 496 с.

4. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

5. Никифоров, К. А. Научно-учебный программный комплекс для конечно-элементного моделирования диодных и триодных структур вакуумной микро/наноэлектроники/ К.А. Никифоров, Н.В. Егоров. – <http://matlab.ru/upload/resources/EDU%20Conf/pp%20659-679%20Nikiforov.pdf> (дата обращения 30.04.2015).

6. Поляков, С.В. Моделирование задач наноэлектроники с помощью параллельных вычислительных систем. – <http://agora.guru.ru/abrau2008/pdf/065.pdf> (дата обращения 30.04.2015).

7. Якимов А.Н. Роль математического моделирования в преподавании дисциплин в техническом вузе/ А.Н. Якимов Н.К., Юрков, П.Г.Андреев// Университетское образование: сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф. посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Пенза, 9-10 апреля 2015 г.): в 2 т./ под ред. А.Д. Гулякова, Р.М. Печерской. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015.– т. 1 – С. 48-50.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОД ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕЙ

Телегин А.М., \*Буц В.П., \*Затылкин А.В.

*г. Самара, ФГАОУ ВО "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)", \*г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ "Пензенский государственный университет"*

Рассмотрены две первые собственные формы колебаний и моды однородного упругого стержня. Экспериментальные исследования проведены с помощью разработанного на кафедре КиПРА ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» программно-аппаратного комплекса. Теоретические исследования проведены с точки зрения гармонического анализа Релея, Хайкина, Бабакова.

#### **Theoretical and experimental study of forced oscillations mod of rods. Telegin A. M., Buts V. P., Zatylnkin A.V.**

We consider the first two own waveforms and fashion uniform elastic rod. Experimental studies conducted using the developed at the Department of Cyprus VPO "Penza State University" of hardware and software. Theoretical studies conducted in terms of the harmonic analysis of Rayleigh Chaikin, Babakov.

В теории колебаний [1] для определения форм поперечных колебаний пластин строится минимизирующая форма в виде конечного ряда, в состав которого входят базисные функции, подбираемые в соответствии с крайевыми условиями задачи. Базисные функции обычно строятся в виде произведения двух функций (одна – функция только  $x$ , другая – только  $y$ ) и представляют собой собственные формы колебаний однородных стержней (или балок), удовлетворяющая крайевым условиям, которые соответствуют способам закрепления краев пластины. Такие формы строятся с помощью функций А.Н. Крылова первого рода или элементарных тригонометрических функций (синус, косинус).

Как известно [1], первая форма изгибных колебаний шарнирно закрепленного стержня представляет собой половину волны синуса по длине стержня, причем узлы формы находятся в закрепленных концах стержня. Если сложить  $m$  таких собственных форм для  $n$  однородных стержней, получим собственную форму пластины шарнирно, точно или жестко закрепленной по противоположным сторонам.

Но в реальных условиях эксплуатации в точки крепления пластины задается внешнее воздействие, как и при испытаниях на вибростенде. Следовательно, чтобы получить собственную форму колебания пластины в режиме вынужденных колебаний, нужно получить такую форму для однородного стержня, задав в закрепленные точки гармоническое внешнее воздействие.

Э. С. Хайкин [2] показал, что если один конец стержня неподвижно закреплен, а на другой действует гармоническое воздействие, то узел формы подвижного края сдвигается в сторону неподвижного конца. Поэтому форма поперечных колебаний стержня длиной  $l$  при действии переменной силы в крайних точках ( $x = 0, x = l$ ) должна быть со сдвинутыми внутрь узлами.

Такую же форму получил Дж.С. Рэлей [3], исследуя свободные колебания стержня с незакрепленными концами (рис. 1). Он предложил считать ее первой формой (самый низкий тон).

На экспериментальной установке по исследованию динамики стержневых элементов разработанной на кафедре КиПРА ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» [3], определены две первые формы изгибных колебаний объекта исследования в виде пластинки из

фольгированного стеклотекстолита длиной  $l = 280$  мм, шириной  $b = 20$  мм и толщиной  $h = 1,5$  мм (рис. 5).

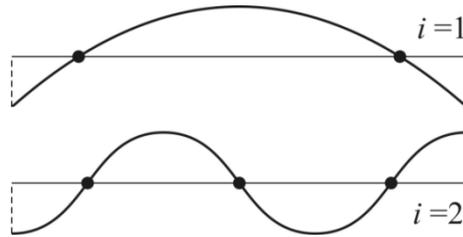


Рисунок 1 – Первая (сверху) и вторая (снизу) собственные формы изгибных колебаний стержня свободными концами (по Рэлею)

Пластинки исследовалась как стержень: на концах крепились винтами к стержням-толкателям вибровозбудителей электродинамического типа, на которые с генератора подавались гармонические колебания с определенной амплитудой. Амплитуда колебаний измерялась в точках, расположенных на оси, с помощью датчика электродинамического типа [4-6]. Частота первого резонанса равна 108 Гц, второго – 234 Гц.

Первая и вторая собственные формы колебаний построенные по результатам измерений, представлены на рисунках 2 и 3. Анализ полученных графиков показывает, что полученные экспериментально две формы колебаний соответствуют Релеевским формам колебаний стержня со свободными концами (по признакам количества узлов и пучностей), но амплитуды прогибов по длине стержня не распределены по закону синуса. Это и будут моды колебаний возникающих в реальных объектах, отличные от собственных форм, получаемых при гармоническом анализе.

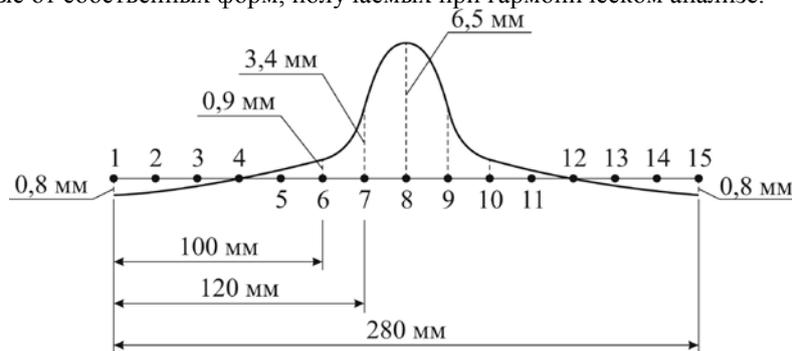


Рисунок 2 – Первая собственная форма (мода) колебаний стержня

На первой моде (рис. 2) видно, что стержень в зоне точек 1 – 6 просто вращается вокруг узловой точки 4 (аналогично вокруг точки 12), при чем амплитуды колебаний точек в этой зоне меньше или равны амплитуде внешнего воздействия (точки 1, 15), т.е. усиления амплитуды колебаний не происходит. Значительный рост амплитуды колебаний наблюдается в зоне точек 7, 8, и 9 (рис. 2) – в точке 8 усиление примерно в 8 раз.

Отметим, что при использовании метода вынужденных колебаний можно получить только формы нечетных гармоник, т.к. воздействия в точках крепления задаются синфазно. В данном эксперименте для получения второй формы воздействия подавались в точки крепления (точки 1 и 15 на рис. 3) с двух вибровозбудителей в противофазе.

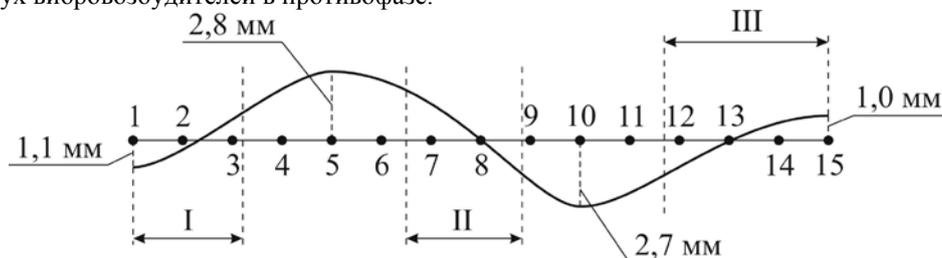


Рисунок 3 – Вторая собственная форма (мода) колебаний стержня

Проанализируем первую моду (рис. 2) с точки зрения виброперегрузок (форма симметрична). Расчеты показали, что узлы формы (точки 4 и 12) находятся от краев стержня примерно на расстоянии  $1/8$  длины волны колебаний идущей от точки крепления к противоположному краю. Ускорения в точках 1 - 6 и 10 - 15 будут меньше или равны ускорению внешнего воздействия. Т. е. если в точке 1 ускорение

равно 6,2 g, то в точке 6 – примерно 6,9 g. Значит можно утверждать, что зона точек 1 – 6 и 10 – 15 будет виброндежной для навесных элементов с допустимым ускорением 7,5 g. Длина зоны этих точек от края стержня около 100 мм.

В пограничных точках 7 и 9 (рис. 2) амплитуда колебаний возрастает примерно в 4,2 раза (а следовательно возрастают и ускорения). Т.е. при подаче в точки крепления ускорения в 4,6 g в точках 7 и 9 ускорение составит 19,3 g. Поэтому верхнюю границу виброндежной зоны следует сместить в сторону точек 6 и 10. Длина участка стержня до точки 7 и до точки 10 (от точек крепления) 120 мм (рис. 2), т.е. меньше длины стержня примерно в 2,3 раза. Аналогичным анализом можно установить виброндежные зоны для второй формы (моды) колебаний (I, II и III, рис. 3).

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

#### **Литература**

1. Бабаков, И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1965. – 560с.
2. Хайкин, С.Э. Физические основы механики – М.: Физматгиз, 1962. – 772с.
3. Релей Дж.С. Теория звука – М.: Изд-во технико-теоретической литературы, 1955. – Т.1. - 500с.
4. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.
5. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.
6. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 129-135.

#### **ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С НАВЕСНЫМИ ЭРЭ**

Таньков Г.В., \*Калашников В.С., Лысенко А.В.

*г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ «Пензенский государственный университет», \*г. Актобе, Военный институт Сил воздушной обороны имени дважды Героя Советского Союза Бегельдинова Т.Я.*

Рассмотрены собственные формы колебаний печатных плат с навесными ЭРЭ. Анализ проведен с помощью разработанного на кафедре КиПРА ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» пакета программ Replat. Анализ проведен с точки зрения размещения на плате чувствительных к вибрации активных ЭРЭ.

#### **Harmonic analysis of natural modes of printed circuit boards with hinged ERE. Tankov G.V., Kalashnikov V.S., Lysenko A.V.**

We consider the natural modes of vibration of printed circuit boards with mounted ERE. The analysis is conducted using the developed at the Department of Cyprus VPO "Penza State University" software package Replat. The analysis is conducted in terms of placement on the board vibration-sensitive active ERE.

В настоящее время определение форм колебаний плат осуществляется на основе разложения поперечных форм колебаний пластины в ряд по собственным формам (гармонический анализ) однородной задачи [1-4] (решение задачи в частотной области). При этом в качестве аппроксимирующих функций берутся функции синуса и/или косинуса, а узлы собственной формы располагаются на границе, т.е. в точках крепления пластины.

На основе такой модели, на кафедре КиПРА ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» разработан пакет программ Replat по расчету низших собственных форм и частот изгибных колебаний пластинчатых конструкций РЭС [5]. На рисунке 1 приведена геометрическая модель платы с навесными ЭРЭ, размерами 120\*80\*1,5 мм, при четырехточечном закреплении, анализируемая в пакете Replat.

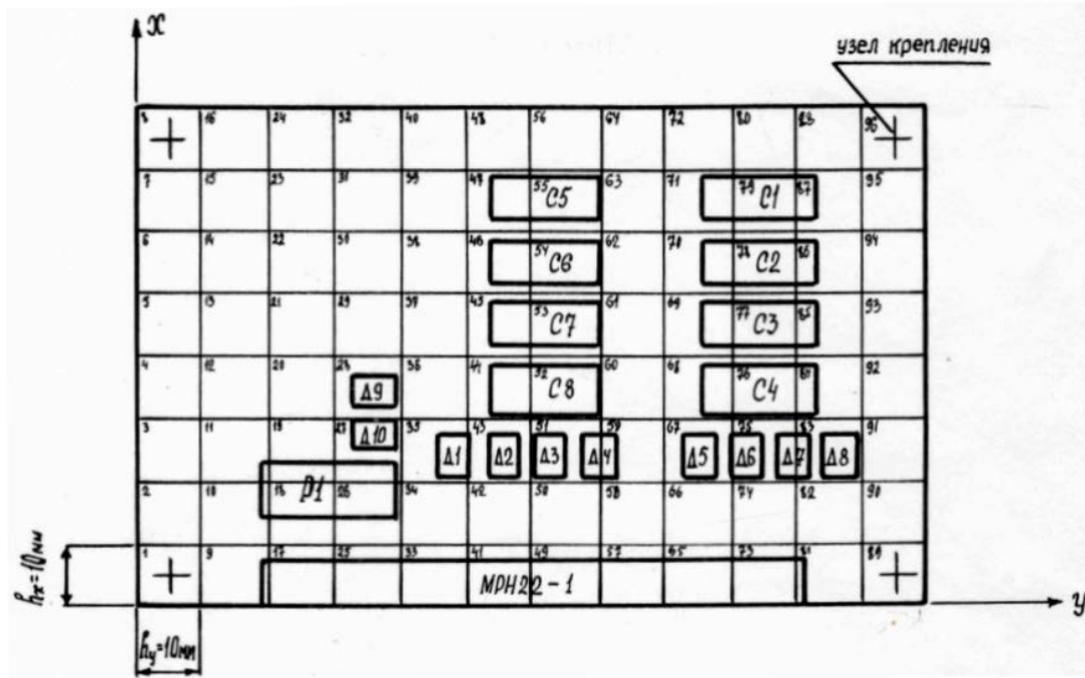


Рисунок 1 – Геометрическая модель платы с ЭРЭ

Проанализируем коэффициенты виброперегрузки (рис. 2) рассчитанные в Replat для полученных форм колебаний. Анализ проводим с точки зрения размещения на плате чувствительных к вибрации активных ЭРЭ, для которых предельное значение перегрузки – 7,5 g (согласно ТУ).

1	2.5	2.5	18.6	43.1	66.6	81.4	82.4	69.2	46.0	20.2	2.5	2.5
1	2.5	2.5	24.1	51.3	75.8	91.3	92.6	78.9	54.9	26.3	2.5	2.5
1	3.8	11.9	34.1	61.3	85.9	101.6	102.9	89.0	65.3	37.3	13.4	3.0
1	3.2	18.4	42.1	69.6	93.8	109.0	109.7	95.6	72.2	44.7	20.1	3.0
1	3.0	19.3	44.5	73.2	97.2	111.4	111.2	96.1	71.8	44.0	19.7	2.8
1	3.5	13.6	40.2	71.0	95.2	108.5	107.3	91.4	65.9	36.9	13.0	3.2
1	2.5	2.5	30.3	63.1	88.8	102.3	100.6	84.3	57.5	27.0	2.5	2.5
1	2.5	2.5	25.0	56.3	82.9	97.2	95.5	78.6	51.4	22.3	2.5	2.5
----- > x												
a)												
1	2.5	2.5	6.2	11.5	16.7	20.1	20.6	18.0	12.9	7.0	2.5	2.5
1	2.5	2.5	5.4	9.6	13.8	16.9	17.7	15.7	11.8	6.8	2.5	2.5
1	2.7	2.7	4.5	7.2	10.3	12.9	13.9	12.9	10.4	7.0	4.0	2.9
1	2.6	2.6	2.9	4.0	5.7	7.6	8.7	8.8	8.0	6.4	4.6	3.5
1	2.5	3.1	4.2	5.1	4.9	4.0	2.7	3.5	4.3	4.5	4.2	3.6
1	2.6	3.3	6.2	9.4	10.9	11.0	9.7	7.5	5.0	2.9	3.2	3.2
1	2.5	2.5	7.4	13.0	16.6	17.8	16.6	13.5	9.3	5.2	2.5	2.5
1	2.5	2.5	8.7	16.4	22.2	24.8	23.7	19.6	13.6	7.1	2.5	2.5
----- > x												
б)												

Рисунок 2 – Коэффициенты виброперегрузки (а – на первой форме колебаний, б – на второй форме)

На рисунке 2, б цветом выделены области платы, где значения коэффициентов перегрузки для второй формы (361 Гц) не превышают 7,5 g. В этих зонах логично ставить виброчувствительные ЭРЭ,

обеспечивая их виброустойчивость и, как следствие надежность изделия. Для первой формы (233 Гц) колебаний (рис. 2, а) таких зон для указанных ЭРЭ практически нет, в ней все области платы значительно вибронгружены по отношению к чувствительным ЭРЭ [6-9].

На практике активные ЭРЭ размещают либо равномерно по всему полю платы, либо произвольным образом, исходя из особенностей трассировки, т.е. без учета проведенных расчетов (основанных на применении метода гармонического анализа), ограничиваясь лишь расчетом резонансных частот согласно требованиям ГОСТ. При этом полученные изделия успешно проходят испытания и эксплуатируются в реальных условиях. Почему? На наш взгляд эти обстоятельства требуют более тщательного изучения поставленного вопроса.

Статья подготовлена в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок) «№8.389.2014/К» по теме «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ»

#### Литература

1. Бабаков, И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1965. – 560с.
2. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.
3. Затылкин, А.В. Дискретная модель процесса распространения импульса смещения в упругом стержне постоянного сечения при торцевом ударе / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Ольхов Д.В. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 79-85.
4. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.
5. Затылкин, А.В. Моделирование изгибных колебаний в стержневых конструкциях РЭС / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Трусов В.А. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2006. Т. 1. С. 320-323.
6. Кочегаров, И.И. Программный пакет моделирования механических параметров печатных плат / Кочегаров И.И., Таньков Г.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 334-337.
7. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.
8. Затылкин, А.В. Опыт применения технологии ERM в разработке интеллектуальных средств обучения / Затылкин А.В., Буц В.П., Юрков Н.К. // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 5 (118). С. 218-223.
9. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО МЕТОДА К АНАЛИЗУ ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ УПРУГИХ ОДНОРОДНЫХ ПЛАСТИН

Затылкин А.В., \*Бушмелев П.Е., \*\*Яшин Д.С.

*г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ «Пензенский государственный университет», \*г.Сургут, ОАО «Газпром», \*\*г. Актобе, Военный институт Сил воздушной обороны имени дважды Героя Советского Союза Бегельдинова Т.Я.*

Рассмотрены результаты экспериментов по определению фронта динамической падающей волны с цилиндрической симметрией в упругой однородной пластинке с одним источником. Показан принцип образования стоячей волны в квадратной пластине от двух и четырех источников вибрации.

**Application of the wave method to the analysis of the form oscillations of elastic homogeneous plates. Zatylykin A.V., Bushmelev P. E., Yashin D.S.**

The results of experiments to determine the dynamic front incident wave with cylindrical symmetry in a homogeneous elastic plate with a single source. Shows the principle of formation of a standing wave in a square plate of between two and four sources of vibration.

Одна из важных задач конструктора нестационарных электронных средств (РЭС) – умение правильно оценить условия будущей работы конструируемого изделия и его элементов уже на этапе проектирования и на основе прогноза возможных отказов разработать необходимые меры его защиты от внешних механических воздействий [1], на долю которых приходится до 70% отказов [2]. Основа такого прогноза – изучение и анализ физических процессов, происходящих в конструктивных элементах (стержни и пластины) РЭС от действия механических нагрузок (вибрации, удары и т.д.).

После выбора типоразмера платы печатного монтажа на ней необходимо разместить заданное количество электрорадиоэлементов (ЭРЭ) при заданной плотности компоновки и так, чтобы были исключены резонансные явления.

Основы рационального размещения в том, что наиболее надежные ЭРЭ располагают в наиболее вибронегруженных областях платы, т.е. там, где ускорения при изгибных колебаниях максимальны. Менее надежные ЭРЭ (транзисторы, микросхемы, т.е. активные элементы) рекомендуется устанавливать ближе к краям платы. При этом целесообразно предварительно получить форму колебаний платы для первых двух-трех резонансных частот, на которых возникают наибольшие перегрузки. На основе анализа формы колебаний, например, первой собственной формы, определяется вибронегрузка (ускорение) в месте установки конкретного ЭРЭ [3]. Поэтому исследования форм колебаний платы на этапе проектирования является важной научно-практической проблемой.

В статье А.В. Напитухина [4] приведены результаты экспериментов полученные методом фотодокументации с применением прямоугольной пластинки из гетинакса размерами 140×140×6 мм в центре верхней кромки которой создавался ударный импульс. От точки приложения силы распространяется динамическая падающая волна с цилиндрической симметрией (рис. 1). Подходя к боковым торцам волна отражается от них и накладывается на падающую волну (рис. 1 б, в), причем радиус падающей волны примерно равен радиусам огибающих отраженных волн от правого и левого торцов (рис. 1, в).

Применим эти результаты для анализа форм колебаний пластинки. Возьмем квадратную пластинку 60×60×1,5 мм и в верхней и нижней кромках в точки 1 и 2 зададим силу, изменяющуюся по гармоническому закону. Сила действует перпендикулярно плоскости пластинки, поэтому от точек 1 и 2 пойдет продольная волна поперечных колебаний с цилиндрической симметрией.

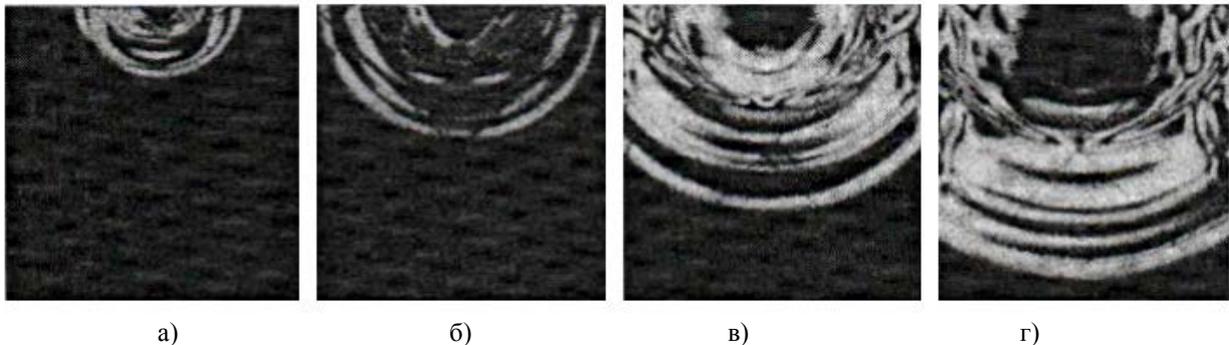


Рисунок 1 - Распространение динамической падающей волны с цилиндрической симметрией в пластинке (а – в момент времени  $t = 10,5$  мкс, б – в момент времени  $t = 21,7$  мкс, в – в момент времени  $t = 34,3$  мкс, г – в момент времени  $t = 47,3$  мкс)

Графическая обработка рисунка 1 дает возможность построить падающие и отраженные волны от источников 1 и 2 (рис. 2, а) Падающие волны (обозначены штриховыми линиями) от источников 1 и 2 встречаются в среднем сечении пластинки и в точке сечения на линии 1, 2 угол падения волны равен нулю, здесь волны складываются и амплитуды колебания увеличиваются в два раза. По мере прохождения фронта падающей волны через среднее сечение пластинки (сплошные линии на рисунке 8, а) амплитуда во фронте уменьшается и уменьшается суммирующая амплитуда от сложения падающих волн как в направлении 1, 2, так и по ширине, поскольку угол падения волн уже будет не равен нулю. Вне фронтов падающих волн амплитуда поперечных колебаний должна быть близка к значению амплитуды источника 1 и 2.

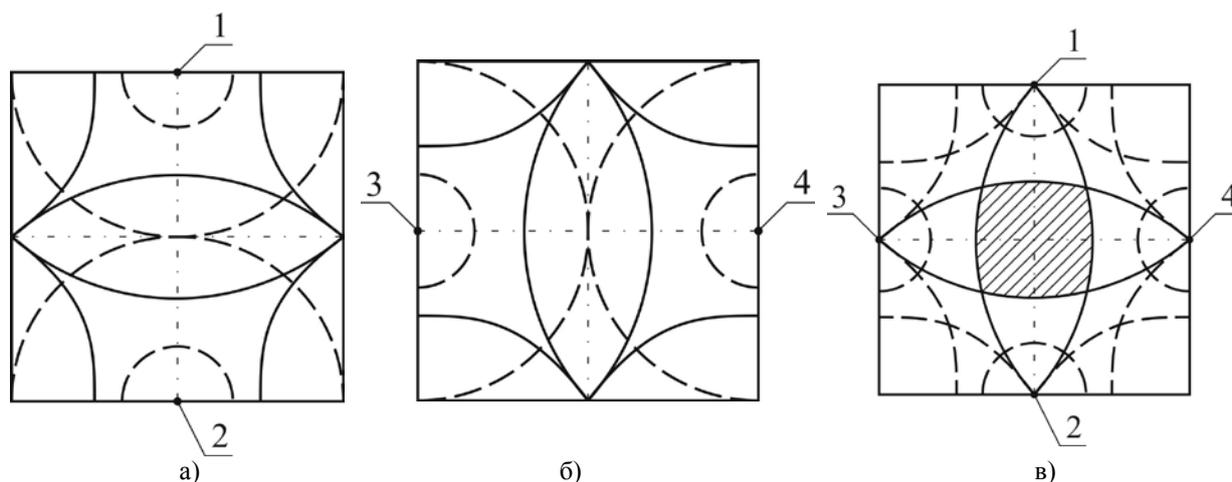


Рисунок 2 – Образование стоячей волны в квадратной пластине от двух источников (а – вертикально расположенные источники, б – горизонтально расположенные источники, в – от четырех источников)

Таким образом, в зоне фронтов падающих волн, прошедших среднее сечение пластинки (рис. 2, а) образуется стоячая волна, в которой синусоидальное распределение амплитуд поперечных колебаний будет по линии 1 – 2. В остальных сечениях (как по направлению 1-2, так и по ширине пластины) будет более сложный закон распределения (закон Гаусса, либо экспоненциальный). Аналогичную картину получим, если поставим источники колебаний на боковых кромках пластинки (рис. 8, б точки 3 и 4).

Совместив рисунки 2, а и 2, б, получим картину образования стоячей волны от четырех источников.

Примерная область этой волны помечена штриховкой. Таким образом, Используя результаты экспериментов по изгибным колебаниям стержней и волновой метод моделирования динамических процессов нестационарного нагружения пластин, можно с достаточной степенью точности определять опасные вибронегруженные области печатной платы РЭС [5-6]. В этих областях следует ставить более виброненадежные ЭРЭ, т.е. те, которые могут выполнять заданную функцию при значительных вибрационных нагрузках. Для остальных элементов так же четко определяется зона размещения. В целом, такой подход поможет повысить уровень надежности проектируемых РЭС эксплуатируемых в условиях повышенных вибрационных воздействий.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

#### Литература

1. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.
2. Затылкин, А.В. Исследование влияния деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия на надёжность радиоэлектронных средств / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Труды международного симпозиума Надёжность и качество. 2013. Т. 2. С. 42-43.
3. Структурное обнаружение и различение вырывов проводящего рисунка печатных плат / Григорьев А.В., Юрков Н.К., Затылкин А.В., Данилова Е.А., Држевецкий А.Л. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. № 4 (28). С. 97-108.
4. Напитухин, А.В. О применении волнового метода к динамическому анализу балок журнал Морской вестник. – С.-Петербург, Изд-во Морвест, 2012. С. 87–90.
5. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 129-135.
6. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

**СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЕТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ  
РАЗНОТИПНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Гришко А.К., Кочегаров И.И., \*Танатов М.К.

*Пенза, Пензенский государственный университет, \*Казахстан, г. Актобе, Военный институт Сил  
воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова*

В статье рассматривается процесс обоснования структуры и состава территориально распределенной системы разнородных радиоэлектронных средств. Предлагаемый подход может быть реализован в системах поддержки принятия решений для организации радиотехнического мониторинга контролируемой территории.

**Synthesis of optimal network structures for distributed heterogeneous systems of radio-electronic means**

The article discusses the process of study of the structure and composition of geographically distributed heterogeneous system of radio-electronic means. The proposed approach can be implemented in decision support systems for the organization of the radio engineering monitoring controlled territory.

Оптимальное пространственное размещение и обоснование рациональной состава распределенных систем, состоящих из отдельных радиоэлектронных средств и функционирующих в интересах единой функциональной задачи на определенной территории, является важной и актуальной задачей.

Наиболее часто встречаются следующие задачи оптимизации и рационального выбора [1-4]:

- размещение на местности для заданной структуры  $s \in S$  (из числа допустимого множества структур  $S$ ) и состава  $N_s$ , где задача оптимизации заключается в обосновании топологии  $\Psi = \text{opt}$ ;
- обоснование структуры  $s$ , состава  $N_s$  и пространственной топологии  $\Psi$  при максимизации эффекта применения  $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \max$  и суммарных затрат в пределах выделенного ресурса  $C_\Sigma \leq C_{\text{доп}}$  задача оптимизации состоит в обосновании  $s = \text{opt}$  и  $\Psi = \text{opt}$ ;
- обоснование требуемых затрат  $C_{\text{треб}}$  для обеспечения заданной вероятности обнаружения  $P_{\text{обн}}$  задача оптимизации примет вид:  $C_\Sigma = C_{\text{треб}}, s = \text{opt}, N_s = \text{opt}, \Psi = \text{opt}$ ;
- обоснование оптимальной структуры  $s$ , состава  $N_s$  пространственной топологии  $\Psi$  и суммарных затрат  $C_\Sigma$ , задача оптимизации примет вид:  $C_\Sigma = \text{opt}, s = \text{opt}, N_s = \text{opt}, \Psi = \text{opt}$ .

Для решения поставленных выше задач были разработаны критерии выбора структур  $s$ , состава  $N_s$  и пространственной топологии  $\Psi$ , позволяющие решить частные задачи обоснования  $s$ ,  $N_s$ ,  $\Psi$  и суммарных затрат  $C_\Sigma$  [5,6]

Критерий решения первой частной задачи синтеза при ограничениях  $s \in S, s = \text{const}, \mathcal{E}_\Sigma \in [0; 1,0]; N_s = \text{const}; N = \sum_s N_s = \text{const}$  состоит в одновременном обеспечении эффективности  $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$  и дальности действия  $D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}$ .

В соответствии с первым критерием частная задача размещения на местности системы распределенных радиоэлектронных средств заданной структуры и состава осуществляется путем двухэтапной оптимизации [5] при условии неизменности общего числа размещаемых элементов внутри классов  $N_s: N = \text{const} \wedge N_s = \text{const} \wedge s = \text{const}$ .

На первом этапе размещаются элементы для которых при размещении в условиях  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j\}$  одновременно с  $P_{\text{обн}}(Y)$  изменяется  $D_{\text{обн}}(Y)$ . Выполняется оптимизация топологии и фиксация мест размещения при  $\mathcal{E}_\Sigma(Y) \rightarrow \max \wedge D_{\text{обн}}(Y) \wedge N_s = \text{const}$ .

Критерий решения второй частной задачи синтеза [5,6] при ограничениях ;  $N \neq \text{const}; \mathcal{E}_{\text{треб}} \in [0; 1,0]; C_\Sigma \leq C_{\text{доп}}$  заключается в одновременном обеспечении  $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\max}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}, N_s = N_{s_{\min}}, s \in S$ .

В соответствии со вторым критерием решается частная задача обоснования структуры, состава, топологии системы распределенных радиоэлектронных средств [5-7] при максимизации  $\mathcal{E}_\Sigma$  и ограничении ресурса  $C_\Sigma$ .

Начальный набор включает  $N$  элементов из  $N_s$  подклассов. В  $s$ -м подклассе оценивается степень реализации ТТХ по дальности  $N_s = L/L_n$  оценивается  $C_\Sigma$  и  $C_{\Sigma_n}$ . Если  $C_\Sigma \leq C_{\text{огр}}$ , то любые решения приемлемы и они сводятся к  $\Psi = \text{opt} \wedge N \rightarrow N_{\min} \wedge \mathcal{E}_{\text{треб}} \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$ .

Для минимизации  $N_s$  и  $\Psi_n \rightarrow \text{opt}$  внутри каждого  $s$ -го подкласса исключаются  $s$ -е подклассы с худшими  $\mathcal{E}_{\Sigma_s}(t)$  до  $N_{s_{\text{треб}}}$ . Затем для  $N_s = N_{\text{треб}}$  классов элементов с  $N = L/L_n$  решается  $\Psi = \text{opt}$  путем последовательного исключения элементов с худшими показателями  $\mathcal{E}_n$  до выполнения  $C_\Sigma \leq C_{\text{огр}} \wedge \mathcal{E}_{\text{треб}} \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$ . Для уточнения  $\Psi$  решается первая задача.

Критерий решения третьей частной задачи синтеза при ограничениях  $N_s \rightarrow \min$ ;  $\mathcal{E}_{\text{треб}} \in [0; 1,0]$  состоит в обеспечении  $\mathcal{E}_\Sigma = \mathcal{E}_{\text{треб}}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\text{max}}, s \in S$ .

В соответствии с третьим критерием частная задача обоснования требуемого ресурса  $C_\Sigma$  для обеспечения  $P_{\text{обн}}$  задается в виде  $\mathcal{E}_{\text{треб}} = f(P_{\text{обн}})$ . Аналогично второй задаче [5,8] включается  $N$  элементов из  $N_s$  классов с  $N = L/L_n, n = \overline{1, N_s}$ . Внутри  $s$ -х подклассов решается  $\Psi_s = \text{opt}$  и  $N_s = N_{s\text{треб}}$  по показателю  $\mathcal{E}_{\Sigma_s}(t)$ . Для полученного комплекса в  $s$  подклассах решается первая задача и проверяется условие  $\mathcal{E}_\Sigma(t) > \mathcal{E}_{\text{треб}}$ . При увеличении производится исключение элемента из  $N$  без восполнения, в противном случае  $N$  увеличивается. В момент выполнения условия  $\mathcal{E}_\Sigma(t) = \mathcal{E}_{\text{треб}}$  оценивается  $C_\Sigma$ . Для уточнения  $\Psi$  решается первая задача.

Критерий решения четвертой частной задачи синтеза при ограничениях  $N_s \rightarrow \min$ ;  $\mathcal{E}_\Sigma \in [0; 1,0]$  состоит в обеспечении  $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\text{max}}, C_\Sigma \rightarrow C_{\text{доп}}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\text{max}}, s \in S$ .

В соответствии с четвертым критерием частная задача обоснования оптимального состава, структуры и топологии распределенной системы разнотипных радиоэлектронных средств, т.е. наилучшего сочетания  $P_{\text{обн}}$  и  $C_\Sigma$ , решается путем начального набора средств аналогично второй и третьей задачам [8-10], затем обеспечивается  $\Psi = \text{opt}$ . Далее последовательно уменьшается  $N$  до  $N = 0$  с фиксацией  $\mathcal{E}_\Sigma = f(P_{\text{обн}})$  и  $C_\Sigma$ , отыскивается  $\mathcal{E}_\Sigma/C_\Sigma \rightarrow \text{extr}$ .

Автоматизация процесса синтеза распределенных систем разнотипных радиоэлектронных средств обеспечивается использованием цифровых карт местности, точным описанием условий функционирования и постановкой задачи размещения на местности обоснования состава и структуры.

Задача обоснования структуры  $s \in S$ , состава  $N_s$  и топологии  $\Psi$  относится к классу многоэкстремальных, многофакторных с частичной неопределенностью [11,12]. Число возможных вариантов пространственной топологии  $\Psi$  для  $N_s$  определяется сочетанием числа элементов  $N$  на  $\{\Psi_n\}$  – множестве возможных мест размещения элементов-  $C_{\Psi_n}^N$ , что делает решение задачи традиционными методами оптимизации (перебор, градиентный и др.) проблематичным. Снижение вычислительных затрат требует укрупнения цифровых карт местности и противоречит требованию точной оценки  $P_{\text{обн}}$ .

Проведенный анализ типовых оптимизационных процедур показал возможность их применения для решения задач синтеза распределенных систем разнотипных радиоэлектронных средств.

Предложенный подход может быть реализован в системах поддержки принятия решений для организации радиотехнического мониторинга контролируемой территории.

Статья написана в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок)» «№8.389.2014/К» по теме «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ»

### Литература

1. Гришко А.К. Методология управления качеством сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, И.И. Кочегаров // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2014. – Т. 2. – С. 377–379.
2. Гришко А.К. Системный анализ параметров и показателей качества многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Д.В. Артамонов, В.А. Канайкин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2 (26). – С. 77–84.
3. Гришко А.К. Динамическая оптимизация управления структурными элементами сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Т.В. Жашкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 134–141.
4. Гришко А.К. Динамический анализ и синтез оптимальной системы управления радиоэлектронными средствами / А.К. Гришко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 141–147.
5. Зудов А.Б. Интерфейсы на естественном языке как связь нейронных сетей с экспертными системами / А.Б. Зудов, А.К. Гришко // В мире научных открытий. – Красноярск: 2010. – №5–1. – С. 119–122.
6. Гришко А.К. Структурные компоненты геоинформационных систем и их основные области применения / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2010. – Т. 1. – С. 287–288.
7. Гришко А.К. Адаптивная фильтрация в задачах синтеза оптимальных систем принятия решений и управления / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2009. – Т. 1. – С. 221–222.
8. Гришко А.К. Анализ математических моделей расчета электроакустических полей и дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа / А.К. Гришко, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Инженерный вестник Дона, 2015. № 2 URL: <http://ivdon.ru/tu/magazine/archive/n2y2015/2885>

9. Гришко А.К. Анализ и оптимизация траектории поведения системы на основе прогнозирующего управления / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2008. – Т. 1. – С. 291–292.
10. Гришко А.К. Алгоритм управления в сложных технических системах с учетом ограничений / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2014. – Т. 2. – С. 379–381.
11. Гришко А.К., Баннов В.Я. Метод последовательного анализа моделей радиолокационных систем в процессе эксперимента / А.К. Гришко, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2013. – Т. 1. – С. 178–179
12. Гришко А.К. Метод оценки качества информации по принятию управляющих решений в интегрированных системах освещения обстановки / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2011. – Т. 2. – С. 331–333.
13. Гришко А.К. Теоретические и методологические основы понятия качества сложных технических систем / А.К. Гришко, В.А. Корж, В.А. Канайкин, А.С. Подсякин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 132-134.
14. Гришко А.К. Оценка качества математических моделей расчета электроакустических полей и моделей расчета дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 244-245.
15. Гришко А.К. Анализ моделей тепловых режимов в многоуровневых конструктивно-функциональных модулях радиоэлектронных систем специального назначения / А.К. Гришко, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. С. 180.
16. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.
17. Гришко А.К. Интеграция систем информационной поддержки процессов производства высокотехнологичных изделий / А.К. Гришко, М.В. Бойцова //В сборнике: МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ 21 ВЕКА сборник статей XIII Международной научно-технической конференции. Пенза, 2015. С. 23-28.

#### **АЛГОРИТМ ВЕРИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ**

Гришко А.К., Кочегаров И.И., Каракулов Е.С.

*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», \*Казахстан, г. Актобе, Военный институт Сил воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова*

Предлагается алгоритм пространственно-параметрической оптимизации размещения элементов на печатной плате с учетом электромагнитной совместимости.

#### **The verification algorithm of the electromagnetic stability of electronic circuit boards.**

An algorithm for space-parametric optimization of placement of elements on a printed circuit board with regard to electromagnetic compatibility.

На недавних этапах развития радиоэлектронных средств (РЭС), которые характеризуются относительно низким быстродействием изделий электронной техники и невысокой сложностью электронных модулей (ЭМ), проблема электромагнитной совместимости при проектировании РЭС не возникала так остро, как сейчас, а конструкторское проектирование сводилось, в основном, к обеспечению технологичности, механической прочности и нормального теплового режима [1, 2, 3]. Естественно, что с повышением быстродействия и плотности компоновки изделий радиоэлектронной техники одной из важнейших становится задача комплексного и сбалансированного подхода к обеспечению требований электромагнитной совместимости (ЭМС) различного функционального и эксплуатационного назначения при создании РЭС как сложных иерархических систем [4].

Особенно сложным является решение этой общесистемной задачи при проектировании перспективных многоуровневых стоечных РЭС для больших распределенных автоматизированных систем управления (АСУ) различного назначения. Это объясняется тем, что именно стоечные РЭС отличаются повышенной конструктивной сложностью, большим числом и разнообразием размещаемых в них ЭМ, построенных на элементной базе с применением новых физических принципов функционирования. Кроме того, в составе стоечных РЭС присутствуют конструктивные модули всех уровней структурной иерархии [3], на основе которых строятся конструктивные системы для размещения всего комплекса ЭМ проектируемых РЭС (шкафы, пульты, настольные приборы и другие) при построении перспективных АСУ.

Отсюда, проектирование высокоэффективных и высоконадежных РЭС на основе многоуровневых стоечных РЭС в условиях постоянного повышения плотности компоновки, увеличения числа и сложности решаемых ЭМ РЭС задач невозможно без разработки и внедрения адекватных математических моделей и системных алгоритмов с использованием современных средств вычислительной техники. При этом электромонтаж, особенно многоуровневый, играет важнейшую роль в обеспечении требований электромагнитной совместимости, и, следовательно, надежного функционирования РЭС АСУ, так как связывает ЭМ всех уровней структурной иерархии создаваемых РЭС[4,5].

Разработка многоуровневого электромонтажа, обеспечивающего электромагнитную совместимость РЭС в целом, является общесистемной задачей, обладающей высокой сложностью и размерностью в связи с использованием при создании РЭС множества видов и методов электромонтажа, а также вариантов его конструктивно-технологического исполнения [6]. Поэтому возникает необходимость в разработке пригодных для автоматизации математических моделей и алгоритмов на их основе, которые могли бы обеспечить требования электромагнитной совместимости для создания новых поколений ЭМ и РЭС в целом как сложных иерархических систем.

Предлагается общесистемный алгоритм расчета и анализа показателей качества электромонтажа ЭМ РЭС с учетом обеспечения требований электромагнитной совместимости (см. рис.1).

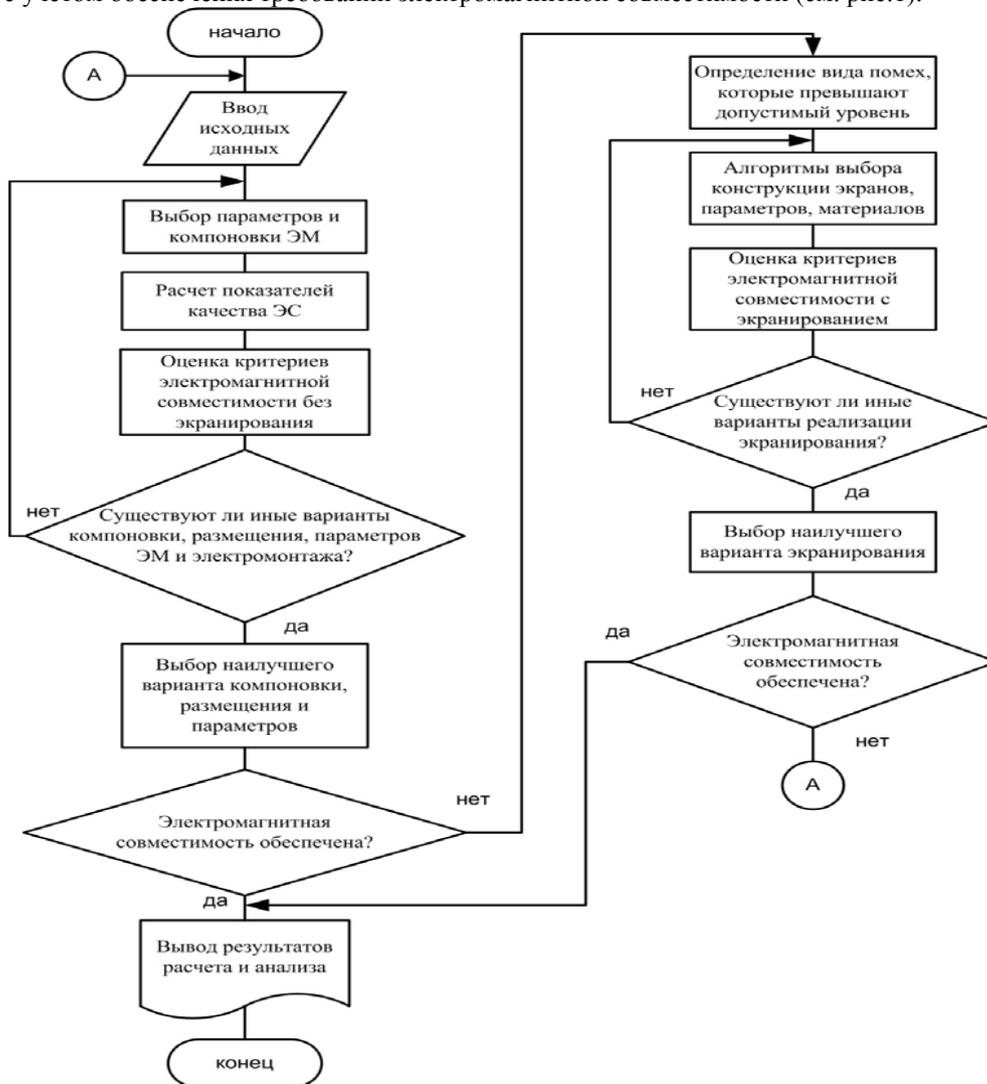


Рисунок 1 - Алгоритм расчета и анализа показателей качества электромонтажа ЭМ РЭС с учетом обеспечения требований электромагнитной совместимости

На рисунке отражены основные проектные операции и процедуры, решающие задачи обеспечения электромагнитной совместимости при структурном и параметрическом синтезе вариантов электромонтажа для ЭМ многоуровневых РЭС.

Алгоритм строится с учетом приоритетного синтеза более экономичных технических решений[7]. Так, при синтезе конструкционных модулей с размещаемым в них электромонтажом следует

в зависимости от характера компоновемых в них ЭМ (например, приемников, передатчиков, усилителей, источников питания, а также диапазонов их рабочих частот, амплитуд и длительности импульсов) обеспечивать электромагнитную совместимость, в первую очередь, компоновочными мерами. То есть, следует обеспечивать электромагнитную совместимость максимальным удалением друг от друга источника и приемника помех или выбором такой их взаимной ориентации, когда коэффициент взаимной паразитной емкостной или индуктивной связи минимален. И только если этих мер окажется недостаточно или они будут невозможны для реализации с позиций других критериев и показателей качества ЭМС ЭМ с электромонтажом, следует применять экраны [8]. Причем вначале следует пытаться использовать существующие несущие элементы конструкционного модуля в качестве экранов (путем модификации их формы, нанесения соответствующих покрытий), и только при недостаточной эффективности этой меры приступать к применению экранов как самостоятельных конструктивных элементов. Такая последовательность расчета параметров электромагнитной совместимости и экранов для электромонтажа, ЭМ и РЭС в целом обусловлена актуальным требованием снижения затрат на производство электромонтажа, РЭС и БНК для их размещения. Поэтому вначале должны быть проанализированы средства, требующие для своей реализации минимальные затраты, и только в случае их недостаточной эффективности можно переходить к более эффективным, но и более дорогостоящим способам обеспечения электромагнитной совместимости.

В заключение необходимо отметить, что автоматизация процессов структурного и параметрического синтеза электромонтажа для перспективных РЭС больших распределенных систем управления различного функционального и эксплуатационного назначения с учетом обеспечения требований электромагнитной совместимости оборудования радиоэлектронной техники осуществляется с применением диалогового и пакетного режимов работы. При этом используются существующие и специально разработанные математические модели, алгоритмы и программные средства, обеспечивающие формирование необходимых баз данных по структурам вариантов электромонтажа и функциональным зависимостям их параметров для вариантов подсистем обеспечения электромагнитной совместимости РЭС.

Статья написана в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок) «№8.389.2014/К» по теме «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ»

#### Литература

1. Гришко А.К. Технология радиоэлектронных средств / А.К. Гришко // Пенза: Изд-во ПГУ, 2007. – 344 с.
2. Гришко А.К. Методология управления качеством сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, И.И. Кочегаров // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. Т. 2. – С. 377-379.
3. Гришко А.К. Системный анализ параметров и показателей качества многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Д.В. Артамонов, В.А. Канайкин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. № 2 (26). С. 77-84.
4. Гришко А.К., Динамическая оптимизация управления структурными элементами сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Т.В. Жашкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 134-141.
5. Гришко А.К. Динамический анализ и синтез оптимальной системы управления радиоэлектронными средствами / А.К. Гришко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 141-147.
6. Гришко А.К. Анализ и оптимизация траектории поведения системы на основе прогнозирующего управления / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2008. – Т. 1. – С. 291-292.
7. Гришко А.К. Алгоритм управления в сложных технических системах с учетом ограничений / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2014. – Т. 2. – С. 379-381.
8. Гришко А.К. Алгоритм пространственно-параметрического синтеза электромонтажа радиоэлектронных средств / А.К. Гришко, П.Г. Андреев, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2015. – Т. 1. – С. 181-182.
9. Гришко А.К. Теоретические и методологические основы понятия качества сложных технических систем / А.К. Гришко, В.А. Корж, В.А. Канайкин, А.С. Подсякин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 132-134.

10. Гришко А.К. Оценка качества математических моделей расчета электроакустических полей и моделей расчета дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 244-245.

11. Гришко А.К. Анализ моделей тепловых режимов в многоуровневых конструктивно-функциональных модулях радиоэлектронных систем специального назначения / А.К. Гришко, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. С. 180.

12. Гришко А.К. Синтез процессов в электрических схемах линейным моделированием переменными состояниями / А.К. Гришко, А.Н. Мусатов, В.А. Корж //В сборнике: УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XVIII Международная научно-методическая конференция, посвященная 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. под редакцией А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. 2014. С. 281-283.

13. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

14. Гришко А.К. Информационная поддержка изделий на этапах жизненного цикла - основа системной работы по качеству //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 1. С. 281-283.

### **ЭКСПЕРТНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Гришко А.К., Кочегаров И.И., \*Бекниязов Н.А.

*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», \*Казахстан, г. Актобе, Военный институт Сил Воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова*

В статье сделан краткий обзор современных интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Предложено использовать экспертные системы для комплексного учета электромагнитных, тепловых и механических воздействий на этапах проектирования сложных радиоэлектронных устройств и комплексов.

#### **Expert information system design of radio-electronic means.**

The article made a brief overview of modern intelligent decision support systems. It is proposed to use expert systems for integrated electromagnetic, thermal and mechanical effects during the design of complex electronic devices and systems.

Для радиоэлектронных средств (РЭС), как и для всех сложных систем, характерны высокая многоэлементность и многоуровневость построения, сложные условия эксплуатации, необходимость обеспечения высокой функциональности при небольших габаритах и массе [1-3]. В то же время для обеспечения высокой конкурентоспособности необходимо сократить сроки разработки и проектирования аппаратуры.

Для этого широко применяются всевозможные CAD/CAM/CAE/PDM системы, которые позволяют значительно повысить качество проектирования и подготовки производства при относительно наибольших временных затратах. В последнее время в процессе проектирования и разработки технологии все чаще стали применять интеллектуальные системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие автоматизировать процесс принятия решений. Среди этих САПР можно выделить экспертные системы, построенные на базе глубоких специальных знаний, полученных от экспертов в данной области [4,5].

С успехом применяются экспертные системы по медицине, химии, метеорологии, геологии, инженерному делу, управлению, сельскому хозяйству и др. Более широкое распространение экспертных систем сдерживает тот факт, что они остаются весьма сложными, дорогими и узкоспециализированными программами.

В настоящее время все чаще стали применяться специализированные программные оболочки, позволяющие ускорить процесс создания экспертных систем [6,7]. Рассмотрим некоторые из них.

Exsys - интеллектуальная система, позволяющая разрабатывать базы знаний в любой предметной области. В систему включены средства отладки и тестирования программы, редактирования для модификации знаний и данных;

HUGIN - представляет собой пакет программ для конструирования моделей, основанных на экспертных системах. Эта система содержит дедуктивную систему вывода, основанную на вероятностных оценках, которую можно применить к сложным сетям с причинно-следственными вероятностными связями между объектами;

малая экспертная система 2.0 - простая экспертная система, использующая байесовскую систему логического вывода. Она предназначена для проведения консультации с пользователем в какой-либо прикладной области (загружаемая база знаний предварительно создается) с целью определения вероятностей возможных исходов и использует для этого оценку правдоподобности некоторых предпосылок, получаемую от пользователя;

программа ESWin предназначена для создания и эксплуатации экспертных систем для решения различных задач принятия решений (диагностики, конфигурирования, идентификации, оценки, и т.п.).

В состав инструментального программного обеспечения входят:

экспертная оболочка для запуска экспертных систем ESWin для отладки разработчиком экспертных систем;

интерпретатор баз знаний ESWinUs;

редакторы баз знаний EdKB и KlbEdit, реализованные в разных стилях;

программа для просмотра и диагностики целостности баз знаний KBView;

программа для редактирования и оптимизации баз знаний KBOptim.

В качестве методов представления знаний использованы:

правила - продукции с представлением нечеткости в виде коэффициентов достоверности с обратным логическим выводом;

фреймы для описания структуры предметной области и диалога с пользователем;

лингвистические переменные для описания нечетких понятий, входящих во фреймы.

Среди таких оболочек можно выделить G2 фирмы Gensym. Это объектно-ориентированная среда для разработки и сопровождения ЭС реального времени, с использованием базы данных. Основным достоинством оболочки является возможность интеграции в ней разрозненных средств автоматизации в единую систему управления благодаря открытому интерфейсу и поддержке различных вычислительных платформ, что немаловажно для российских предприятий, на которых, как правило, не наблюдается системности в применении программных продуктов.

Среди промышленных способов реализации экспертных систем на этой платформе можно выделить интегрированную систему мониторинга и планирования для прокатного стана фирмы Caterpillar, а также систему, внедренную для управления технологическими процессами и поддержки принятия решений. На этой платформе базируются экспертные системы таких фирм и организаций, как General Electric, IBM, Intelsat, NASA, Nissan и др.

У экспертных систем есть еще одно немаловажное свойство - с их помощью возможно создание систем проектирования, позволяющих консультировать пользователей, не являющихся специалистами в данной области. При проектировании радиоэлектронных средств часто приходится анализировать полученную конструкцию на механические воздействия (статические нагрузки, вибрации, удары), обеспечение тепловых режимов, электромагнитную совместимость с использованием специализированных пакетов САПР. Анализ показал, что основную трудность у рядовых конструкторов вызывает процесс интерпретации результатов моделирования, а главное - выбор варианта технического решения минимизации негативных факторов. Как правило, идут по пути усиления слабых мест или замены материалов на другие с лучшими характеристиками, что не всегда является оптимальным решением. Правильный анализ возможен только узкоспециализированному эксперту, который не всегда доступен в силу невозможности охвата всех проектов. Вот в этом случае может помочь экспертная система, вбирающая в себя знания и опыт ведущих специалистов по механическому и тепловому анализу и оптимизации конструкций электронных средств с учетом электромагнитной совместимости.

В качестве системы комплексного анализа конструкций электронных средств различного уровня с использованием экспертных систем предлагаемой структура из блоков механического, теплового, электромагнитного анализа и оптимизации предназначен для элементов различной конструктивной иерархии [8,9]. Сначала комплексный анализ и оптимизация характеристик проводится на уровне печатных плат и узлов, затем на уровне радиоэлектронных модулей, радиоэлектронных блоков и, наконец, на уровне шкафов, стоек, пультов.

При анализе механических характеристик многослойных печатных плат используются системы САЕ, позволяющие выявить наиболее проблемные участки. Данные о критических режимах выявляются в результате статистической обработки лабораторных испытаний тестовых печатных плат.

В качестве базового программного продукта, предназначенного для моделирования механических характеристик, может быть предложена система позволяющая проводить как процедуры проектирования с использованием 3D моделирования, так и инженерный механический, тепловой анализ, а также технологическую подготовку производства. Предложенная методика [7-10] с использованием экспертной системы может значительно ускорить процесс разработки изделий, во-первых, благодаря системному применению САПР для моделирования механических воздействий, а во-вторых, наличию экспертной системы, облегчающей интерпретацию результатов моделирования и позволяющей ускорить принятие решений об оптимизации конструкций.

Статья написана в рамках проектной части государственного задания выполнения государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок)» «№8.389.2014/К» по теме «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ»

#### Литература

1. Гришко А.К. Методология управления качеством сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, И.И. Кочегаров // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза, 2014. – Т. 2. – С. 377–379
2. Гришко А.К. Системный анализ параметров и показателей качества многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Д.В. Артамонов, В.А. Канайкин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2 (26). – С. 77–84.
3. Гришко А.К. Формирование системы показателей надежности и критериев качества сложных систем / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза: 2015. – Т. 1. – С. 65–66.
4. Гришко А.К. Технология радиоэлектронных средств. – Пенза: 2007. – 344 с.
5. Зудов А.Б. Интерфейсы на естественном языке как связь нейронных сетей с экспертными системами / А.Б. Зудов, А.К. Гришко // В мире научных открытий. – Красноярск, 2010. – №5–1. – С. 119–122.
6. Гришко А.К. Управление принятием решений на этапах проектирования сложных изделий на основе межмодельного взаимодействия: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2004.
7. Гришко А.К. Управление принятием решений на этапах проектирования сложных изделий на основе межмодельного взаимодействия: дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2004.
8. Гришко А.К. Динамическая оптимизация управления структурными элементами сложных систем / А.К. Гришко, Н.К. Юрков, Т.В. Жашкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 134-141.
9. Гришко А.К. Динамический анализ и синтез оптимальной системы управления радиоэлектронными средствами / А.К. Гришко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза: 2015. № 4 (26). – С. 141–147
10. Гришко А.К. Адаптивная фильтрация в задачах синтеза оптимальных систем принятия решений и управления / А.К. Гришко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – Пенза, 2009. – Т. 1. – С. 221–222.
11. Гришко А.К. Теоретические и методологические основы понятия качества сложных технических систем / А.К. Гришко, В.А. Корж, В.А. Канайкин, А.С. Подсякин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 132-134.
12. Гришко А.К. Оценка качества математических моделей расчета электроакустических полей и моделей расчета дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 244-245.
13. Гришко А.К. Анализ моделей тепловых режимов в многоуровневых конструктивно-функциональных модулях радиоэлектронных систем специального назначения / А.К. Гришко, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. С. 180.
14. Гришко А.К. Синтез процессов в электрических схемах линейным моделированием переменными состояниями / А.К. Гришко, А.Н. Мусатов, В.А. Корж // В сборнике: УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ XVIII Международная научно-методическая конференция, посвященная 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. под редакцией А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. 2014. С. 281-283.
15. Гришко А.К. Интеграция систем информационной поддержки процессов производства высокотехнологичных изделий / А.К. Гришко, М.В. Бойцова // В сборнике: МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ 21 ВЕКА сборник статей XIII Международной научно-технической конференции. Пенза, 2015. С. 23-28.
16. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

#### **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ АМПЛИТУДОЙ РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БРЭА**

Голушко Д.А., Таньков Г.В., Юрков Н.К.

г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ «Пензенский государственный университет»

Рассмотрено возникновение стоячих волн (резонанса) в однородных упругих пластинах. Построена аналитическая модель колебаний центральной точки пластины с учетом введения рассогласования фаз внешнего гармонического воздействия, задаваемого через точки крепления. Предложен способ управления амплитудой колебания пластины на резонансных частотах. Способ может найти применение для разработки систем активных виброзащит БРЭА.

**A method of controlling the amplitude of the resonant vibrations of structural elements of BREA.**  
**Golushko D.A., Tankov G.V., Yurkov N.K.**

Considered the occurrence of standing waves (resonance) in a homogeneous elastic plates. Built an analytical model of oscillations of the center point of the plate from the introduction to the mismatch of the phases of the external harmonic action, specified in attachment points. Proposed method of control the amplitude of vibrations of the plate at the resonant frequencies. The method can find application for the development of systems of active vibroseismic BREA.

подавляющее большинство современных технических систем и объектов имеют электронные устройства. Они осуществляют такие функции, как: управление, регулирование, координацию и связь. При этом круг задач, решаемых при помощи электронной аппаратуры, с каждым годом расширяется, а их сложность возрастает. В свою очередь это привело к тому, что оснащенность бортовой радиоэлектронной аппаратурой (БРЭА) таких объектов, как спутники, самолеты, ракеты чрезвычайно возросла, и отказ в работе хотя бы одного из устройств может привести к отказу всего объекта. Поэтому требования к надежности БРЭА постоянно растут [1]. Надежность и стабильность работы БРЭА значительно ухудшается при воздействии различного рода внешних дестабилизирующих факторов. Согласно ряду мнений широко известных российских и зарубежных ученых самыми распространенными дестабилизирующими являются механические факторы, а именно – вибрации, удары, линейные перегрузки и акустические шумы [1-3]. Эти факторы приводят к максимальному снижению надежностных характеристик элементов БРЭА.

Для большинства видов БРЭА наиболее опасной является широкополосная вибрация, т.к. именно она приводит к возникновению резонансных колебаний элементов БРЭА [1, 4]. Амплитуды виброускорений при этом возрастают в десятки раз, а сама аппаратура подвергается вибрации в широком диапазоне частот [5]. Устранение резонансных колебаний элементов БРЭА или снижение их до максимально допустимого уровня составляют одну из важнейших задач при разработке БРЭА, применяемых в условиях интенсивного воздействия вибраций [6-8].

Для снижения влияния вибрационных нагрузок на БРЭА существуют различные средства защиты от вибраций, предусматривающие использование таких элементов как: демпферы, прокладки, амортизаторы и т.д. [9]. Известно, что существующие способы гашения вибрации работают в широком диапазоне частот, но в большинстве практических случаев достаточным является обеспечение виброзащиты только на резонансных частотах, т.к. остальные частоты оказывают существенно меньшее влияние. В связи с этим возникла необходимость разработки нового способа гашения вибраций в однородных упругих пластинах, работающего только в резонансных областях частот.

Аналитическая модель колебаний с учетом введения рассогласования фаз внешнего гармонического воздействия

При разработке самого способа гашения вибраций возникла необходимость в обеспечении его аналитической моделью колебаний центральной точки пластины, позволяющей сформировать необходимые сигналы управления.

Известно, что при введении вибровоздействия в точки крепления пластины на собственных частотах возникает явление резонанса, при котором все точки крепления движутся в одном направлении, то есть синфазно [10-11]. Именно поэтому нашей задачей в данном случае является нарушение главного условия возникновения резонанса – недопущение синфазного движения точек крепления. Для решения этой задачи воспользуемся известной формулой гармонического колебания:

$$A(t) = A_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi),$$

где  $A_0$  – начальная амплитуда колебаний;  $\omega$  – циклическая частота;  $\varphi$  – начальная фаза.

Зададим точку измерения значения вибрации так, чтобы расстояние от точки крепления (выполняющей, в данном случае, роль источника вибрации) до этой точки было равно  $l$ . При этом, уточненная формула гармонического колебания объекта исследования (ОИ) относительно ближайшей точки крепления выглядит так:

$$A(t) = \frac{A_0}{l} \cdot \sin[(\omega \cdot t) - k \cdot l + \varphi]. \quad (1)$$

где  $k$  – волновое число.

Т.к.  $l \rightarrow 0$ , то  $A(t) \rightarrow \infty$ , поэтому уравнение (1) неприменимо для малых значений  $l$ , а справедливо на таких расстояниях от источника, при которых значение  $l$  будет больше длины волны.

Если задать начальные фазы внешнего вибрационного воздействия в каждой точке крепления ОИ разными ( $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ ), то получится:

$$A(t) = \sum_{i=1}^n A_i(t) = \begin{cases} A_1(t) = \frac{A_0}{l_1} \cdot \sin[(\omega \cdot t) - k \cdot l_1] + \varphi_1 \\ A_2(t) = \frac{A_0}{l_2} \cdot \sin[(\omega \cdot t) - k \cdot l_2] + \varphi_2 \\ \dots \\ A_n(t) = \frac{A_0}{l_n} \cdot \sin[(\omega \cdot t) - k \cdot l_n] + \varphi_n \end{cases} \quad (2)$$

где  $l_1, l_2, l_n$  – расстояние соответственно от 1-ой, 2-ой,  $n$ -ой точек крепления ОИ до точки измерения вибрации.

#### Способ управления амплитудой резонансных колебаний

Для использования аналитической модели в реальных технических системах необходимо разработать новый способ снижения величины вибрационных нагрузок БРЭА, который позволит снизить нагрузки на аппаратуру за счет введения фазового рассогласования внешнего вибрационного воздействия в точки крепления объекта виброзащиты, это позволит добиться управления амплитудой резонансных колебаний.

Структура способа управления амплитудой резонансных колебаний показана на рисунке 1 в виде схемы IDEF0. Первым пунктом способа является измерение действующего значения амплитуды одной контрольной точки крепления ОИ. Само измерение производится датчиком, данные с которого отправляются в функциональный преобразователь для последующей обработки. Фазу в этой точке примем за «нуль».

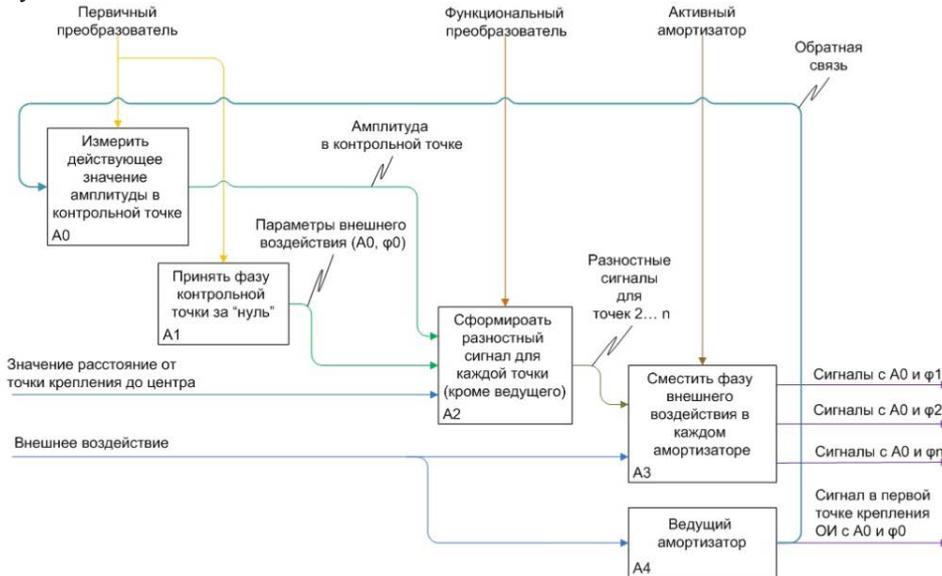


Рисунок 1 – Способ управления амплитудой резонансных колебаний ОИ

В функциональном преобразователе необходимо сформировать разностный сигнал для всех точек (кроме контрольной) по аналитической модели (2). Для этого внесем дополнительные значения, а именно – значение расстояния от ближайшей точки крепления до точки предполагаемой максимальной амплитуды (центр). При этом, задаются параметры внешнего воздействия –  $A_0, \varphi_0$ . По аналитической модели (2) происходит формирование разностного сигнала для всех точек крепления, кроме контрольной. Задавая требуемое смещение фазы, можно контролировать уровень амплитуды в исследуемой точке.

Заключение. Отличительной особенностью предлагаемого способа управления амплитудой резонанса является то, что он не использует принцип виброгашения (т.е. сведение к минимуму амплитуды внешнего воздействия), а использует принцип смещения фаз в точках крепления ОИ, за счет этого явления и достигается положительный эффект. Ограничение способа заключается в том, что он

эффективен только на резонансных частотах, которые и являются наиболее разрушительными для БРЭА и ее элементов.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

#### Литература

1. Талицкий Е.Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: Учеб. пособие / Владимир.: Владим. гос. ун-т., 2001. – 256 с.
2. Юрков Н.К., Жаднов В.В. Особенности конструирования бортовой космической аппаратуры. Учебное пособие. Пенза: ПГУ, 2012. – 112 с.
3. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.
4. Лысенко, А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 155-158.
5. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.
6. Затылкин, А.В. Опыт применения технологии ERM в разработке интеллектуальных средств обучения / Затылкин А.В., Буц В.П., Юрков Н.К. // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 5 (118). С. 218-223.
7. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий / Н.К. Юрков, А.В. Затылкин, С.Н. Полесский, И.А. Иванов, А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.
8. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода / Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 340.
9. Лысенко, А.В. Особенности разработки типологии устройств амортизации радиоэлектронных средств на основе фасетной структуры / А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 151-155.
10. Затылкин, А.В. Дискретная модель процесса распространения импульса смещения в упругом стержне постоянного сечения при торцевом ударе / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Ольхов Д.В. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 79-85.
11. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

#### **ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧ ОЦЕНИВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЛЁТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Годунов А.И., \*Сущик Д.М., Юрков Н.К.

*г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ «Пензенский государственный университет», \* Казахстан, г. Актобе, Военный институт Сил воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова*

Проведено формализованное описание задач оценивания и диагностики выполнения упражнения в системах объективного контроля при обучении и подготовки лётного состава.

**The formalized representation of the tasks of evaluation and diagnostics of the exercise in the systems control lens-tion control flying activities. A.I. Godunov, D.M. Sushchik, N.K. Yurkov**

Conducted formal description of the tasks in the assessment and diagnosis implementation practice objective control systems in teaching and years of training-composition.

Предметная основа и содержание обучения лётного состава обуславливается лётной деятельностью экипажа. Различают четыре основных вида лётной деятельности экипажа летательного

аппарата (ЛА): пилотирование по приборам и визуально на всех этапах полета; самолетовождение по трассе полета и в районе аэродрома; эксплуатация бортовых систем и оборудования ЛА; взаимодействие членов экипажа друг с другом и с наземной диспетчерской службой (коммуникационная деятельность).

Разработка метода организации структуры системы объективного контроля (СОК) основана на ее рассмотрении как неотъемлемой составной части системы «человек - машина - среда» (СЧМ) в целом [1-3]. Будучи системой, СОК должна удовлетворять основным принципам системотехники, а именно принципам автономности и целостности [4, 5].

Согласно современным представлениям о целевой деятельности летчика в контуре управления ЛА [6-8], обобщенную структуру исходных данных о любом упражнении, обрабатываемом лётным составом с позиций общей теории систем можно описать следующим соотношением:

$$U_{И}^S = U_{И}^{упр} \times U_{И}^{эл} \times U_{И}^{уч} \times U_{И}^{оп}, \quad (1)$$

где  $U_{И}^{упр}$  - МФО (множество функциональных отношений), характеризующее упражнение в целом;  $U_{И}^{эл}$  - МФО, характеризующее элементы упражнения;  $U_{И}^{уч}$  - МФО, характеризующее участки элементов;  $U_{И}^{оп}$  - МФО, характеризующее параметры, оцениваемые на участках элементов упражнения.

Принцип целостности требует организации ее структуры на основе подсистем, каждая из которых обладает системным свойством. При этом предполагается построение структуры СОК на основе автономных модулей, каждый из которых ориентирован на реализацию одного из методов применяемых для автоматизированного решения возложенных на СОК задач [9,10]. Интерпретация компонентов динамического описания СОК в контексте метода организации ее структуры состоит в следующем.

В соответствии с перечнем задач, возложенных на СОК,  $F_{И}$  - отражает: семейство функциональных модулей, обеспечивающих решение задачи оценивания результатов выполнения упражнения  $F_{ор}$ ; семейство функциональных модулей, обеспечивающих решение задачи диагностики результатов оценивания  $F_{до}$

$$F_{И} = F_{ор} \cup F_{до}; F_{ор} \cap F_{до} = 0. \quad (2)$$

где  $F_{ор} = \{\varphi\alpha_{ор}\}$ ;  $F_{до} = \{\varphi\alpha_{до}\}$ . Тогда индексующее множество  $A_{И}$  включает в себя индексующие множества  $A_{ор}$ ,  $A_{до}$  содержащие параметры  $\alpha_{ор}$ ,  $\alpha_{до}$ , при помощи которых пронумерованы функциональные модули СОК  $F_{jh}$ ,  $F_{ij}$ .

$$A_{И} = A_{ор} \cup A_{до}; A_{ор} \cap A_{до} = 0; \quad (3)$$

$$\alpha_{ор} \in A_{ор}; \alpha_{до} \in A_{до}.$$

Согласно (3) пространство состояний СОК  $X_{И}^r$  определяется множествами индексующих параметров  $\alpha_{ор}$ ,  $\alpha_{до}$  тех функциональных модулей, которые осуществляют обработку обрабатываемого упражнения:

$$X_{И}^r = \{\alpha_{ор}\} \cup \{\alpha_{до}\}. \quad (4)$$

Следовательно, конструирование пространства состояний СОК должны осуществлять:

- функциональный модуль конструирования оценивания результатов выполнения упражнения  $\Phi_{ор}$ ;

- функциональный модуль конструирования диагностики результатов оценивания  $\Phi_{до}$ ;

$$\Phi_{И} = \Phi_{ор} \cup \Phi_{до}; \Phi_{ор} \cap \Phi_{до} = 0. \quad (5)$$

где  $\Phi_{ор} : U_{И}^S \times A_{ор} \times T \rightarrow X_{ор}^r$ ;  $X_{ор}^r = \{\alpha_{ор}\}$ ;  $\Phi_{до} : U_{И}^S \times A_{до} \times T \rightarrow X_{до}^r$ ;  $X_{до}^r = \{\alpha_{до}\}$ .

Таким образом, функционально-модульный метод организации структуры автоматизированной системы оценивания и диагностики управляющей деятельности лётного состава обеспечит автоматизированное решение возложенных на нее задач на максимально возможном уровне автоматизации в процессе всего жизненного цикла СОК.

Обоснование организации структуры автоматизированной системы оценивания и диагностики управляющей деятельности лётного состава, т. е. определение конкретного состава функциональных модулей, основано на выполненном системно-динамическом описании (СДО) и принятых МФО входов и выходов СЧМ. Данное обстоятельство обуславливает выполнение формализованного описания компонентов СДО СОК на уровне упражнений в целом, его элементов, участков и параметров,

оцениваемых на участках элементов. При этом считается, что каждое обрабатываемое упражнение представляет собой строго упорядоченную последовательность элементов, а в каждом элементе определены участки, на которых заданы параметры, подлежащие оцениванию [11].

Выполним формализованное описание компонентов СДО СОК на уровне упражнения в целом. Результат оценивания упражнения в целом определяется содержимым кортежей  $C_{упр}$  и НУПР:

$$C_{упр} \leftrightarrow \langle I_{упр}, C_{упр}^{I_{упр}} \rangle; \text{ НУПР} \leftrightarrow \langle \text{НУПР}_{I_{упр}} | I_{упр} = \overline{1, N_{упр}} \rangle. \quad (6)$$

где  $I_{упр}$  - номер обрабатываемого упражнения;  $C_{упр}^{I_{упр}}$  - оценка результатов выполнения лётным составом упражнения с номером  $I_{упр}$  ( $C_{упр}^{I_{упр}} \in IR$ )

Отметим, что  $I_{упр}$  является параметром кортежа НУПР, компоненты которого содержат названия всех обрабатываемых упражнений.

Известно, что значение  $C_{упр}^{I_{упр}}$ , определяется на основе оценок входящих в обрабатываемое упражнение элементов. Результат их оценивания отражается содержимым следующих кортежей:

$C_{эл}$  - оценки результатов выполнения лётчиком элементов обрабатываемого упражнения;

СПЭЛ – список элементов обрабатываемого упражнения;

НЭЛ – названия элементов упражнений, обрабатываемых в системе подготовки.

Структура перечисленных кортежей имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} C_{эл} &\leftrightarrow \left( C_{эл}^{J_{эл}} | J_{эл} = \overline{1, N_{эл}^{I_{упр}}} \right); \\ СПЭЛ &\leftrightarrow \left( I_{эл}^{J_{эл}} | J_{эл} = \overline{1, N_{эл}^{I_{упр}}} \right); \\ НЭЛ &\leftrightarrow \left( (НЭЛ)_{эл}^{J_{эл}} | I_{эл}^{J_{эл}} = \overline{1, N_{эл}} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

где  $C_{эл}^{J_{эл}}$  - оценка результата выполнения лётчиком  $J_{эл}$ -го элемента упражнения ( $C_{эл}^{J_{эл}} \in IR$ );  $I_{эл}^{J_{эл}}$  - номер  $J_{эл}$ -го элемента согласно НЭЛ;  $(НЭЛ)_{эл}^{J_{эл}}$  - названия элементов упражнений, обрабатываемых в системе подготовки.

Отметим, что компоненты кортежа СПЭЛ являются параметрами компонентов кортежа НЭЛ. Для проведения разбора причин снижения оценки за выполнение обрабатываемого упражнения с обучаемым лётчиком инструктор должен знать элементы упражнения, оценки результата выполнения которых привели к снижению  $C_{упр}^{I_{упр}}$ .

Поэтому МФО причин снижения  $C_{эл}$  -  $\Pi_{упр}$  определяется содержимым следующих кортежей:

$C_{эл}$  - оценок результатов выполнения лётчиком элементов обрабатываемого упражнения; СДУ – перечнем элементов, обусловивших снижение  $C_{упр}$ .

Структура кортежа СДУ имеет следующий вид:

$$СДУ \leftrightarrow \langle I_{дэ} : (J_{эл}, I_{эл}^{J_{эл}}) | I_{дэ} = \overline{1, N_{дэ}} \rangle. \quad (8)$$

Задачу оценивания упражнения в целом решают функциональные модули, реализующие согласно применяемого критерия оценивания агрегатирование значений кортежа  $C_{эл}$

$$F_{оу} \leftrightarrow \left\{ \varphi \alpha_{оу} C_{эл} \rightarrow C_{упр}^{I_{упр}} | C_{упр}^{I_{упр}} \in IR; \alpha_{оу} \in A_{оу} \right\} \quad (9)$$

Задачу диагностики результата оценивания упражнения в целом решают функциональные модули, реализующие поиск тех компонентов кортежа  $C_{эл}$ , значения которых привели к снижению  $C_{упр}^{I_{упр}}$ .

$$F_{ду} \leftrightarrow \left\{ \varphi \alpha_{ду} C_{эл} \times СПЭЛ \rightarrow СДУ | \alpha_{ду} \in A_{ду} \right\} \quad (10)$$

Выбор необходимых модулей  $\Phi\alpha_{oy}$  и  $\Phi\alpha_{ду}$  осуществляется функциональными модулями конструирования  $\Phi_{oy}$  и диагностики результата оценивания  $\Phi_{ду}$  упражнения в целом на основе заданных внешних условий  $УПР \in U_{II}^S$ .

$$\Phi_{oy} : УПР \times A_{oy} \rightarrow \alpha_{oy}; \Phi_{ду} : УПР \times A_{ду} \rightarrow \alpha_{ду}. \quad (11)$$

С учетом выражения (4.22) МФО УПР определяется кортежем следующего вида:

$$УПР \leftrightarrow \langle I_{упр}, I_{\alpha_{oy}}, I_{\alpha_{ду}} \rangle, \quad (12)$$

где  $I_{\alpha_{oy}}$  - значение параметра кортежа  $A_{oy}$ , индексирующего требуемый функциональный модуль  $\Phi\alpha_{oy}$ ;  $I_{\alpha_{ду}}$  - значение параметра кортежа  $A_{ду}$ , индексирующего требуемый функциональный модуль  $\Phi\alpha_{ду}$ .

Таким образом, выражения (6) и (12) представляют собой формализованное описание задач оценивания и диагностики на уровне упражнения в целом.

Изложенный подход используется в Военном институте Сил воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова при модернизации технических средств подготовки и обучения курсантов летных специальностей.

### Литература

1. Молоканов Г.Ф. Объективный контроль точности самолетовождения. – М.: Военное изд-во Министерства обороны СССР, 1980, - 126 с.
2. Критерии и показатели безопасности / Дедков В.К., Северцев Н.А., Петухов Г.Б., Тихон Н.К. // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. 1999. № 1. С. 33-54.
3. Универсальные оценки безопасности. Монография / Дивеев А.И., Северцев Н.А. // Москва, 2005. – 365 с.
4. Справочник по теории автоматического управления. /Под ред. Красовского А.А. - М.: Наука, 1987. — 712 с.
5. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода / Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 340 - 341.
6. Годунов, А.И. Алгоритмы контроля действий лётного экипажа по управлению летательным аппаратом / А.И. Годунов, Б.Ж. Куатов, Д.М. Сущик // Вестник КарГУ. 2015. – №1 (19) – С. 15 – 24.
7. Годунов, А.И. Формализованные модели контроля действий лётного экипажа по управлению летательным аппаратом / А.И. Годунов, В. И. Мандриков, Д.М. Сущик // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С.100-103.
8. Артемов, И.И. Дислокационная модель фреттинг-усталости в условиях вибрационного нагружения металла / Артемов И.И., Кривчик В.Д. / Проблемы машиностроения и надежности машин. 2004. № 5. С. 42-45.
9. Годунов, А.И. Синтез автоматизированной системы оценивания качества пилотирования на авиационном тренажере / А.И. Годунов, Ю.Г. Квятковский, Н.К. Юрков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 1 (21). – С. 58-65.
10. Артемов, И.И. Экспериментальные исследования разрушения листовой рессоры транспортных средств / Артемов И.И., Келасьев В.В., Генералова А.А. / Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 2. С. 145-155.
11. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

### ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ВОДИТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКОГО АВТОТРАНСПОРТА

Комаров Ю.Я., \*Кудрин Р.А., \*Лифанова Е.В., Дятлов М.Н.  
 Волгоград, ВолгГТУ; \*Волгоград, ВолгГМУ

Рассмотрены основные профессионально важные качества, которые необходимы специалистам операторских профессий. Предложен автоматизированный подход по определению профессионально важных качеств водителей пассажирского автотранспорта методом экспертных оценок.

**The ability to automate the method of expert estimates for determining of professionally important qualities for drivers of passenger vehicles. Komarov Yu, Kudrin R., Lifanova E., Dyatlov M.**

The main professional qualities that are needed skilled operator occupations. We propose an automated approach to identify professionally important qualities of the drivers of passenger vehicles by expert estimates.

По мере развития информационных технологий, а в частности, в процессе оптимизации программного кода, пользовательского интерфейса и аппаратной части информационных комплексов перебор возможных вариантов и комбинаций различных факторов, обеспечивающих надёжность и эффективность труда оператора, по объективным причинам стал всё более и более затруднён. В связи с этим появилась необходимость детального анализа не только внешних технических средств оптимизации операторской деятельности, но также и ориентированных на человеческое звено систем психофизиологических средств. На первый план при этом выходит поиск новых высокоинформативных критериев, позволяющих оптимизировать профессиональную ориентацию и профессиональный отбор лиц для выполнения операторской работы [1, с. 4].

Под профессионально важными качествами (ПВК) принято понимать совокупность психологических, физиологических, личностных и иных качеств, включённых в процесс профессиональной деятельности субъекта и обеспечивающих эффективность, качество и надёжность её исполнения.

Конечно, особенности восприятия и воображения, координация движений рук и ног, размер полей зрения, острота зрения, цветовая чувствительность, скорость сенсомоторных реакций, необходимый уровень развития памяти и мышления необходимы для специалистов операторских профессий, но уровень развития и степень важности каждого из этих ПВК по-разному влияют на освоение той или иной водительской специальности.

Многочисленные наблюдения и анализ работы водителей маршрутных такси говорят о том, что этот вид деятельности отличается от других видов перевозок особой напряжённостью и требует выполнения огромного количества действий, часть из которых не связана непосредственно с управлением транспортным средством.

Работа водителей в городах связана со значительными эмоциональным стрессом и нервно-психическими перегрузками, причинами которых являются повышенное внимание, быстро изменяющаяся ситуация на дороге, необходимость воспринимать и перерабатывать большое количество информации [2].

В настоящее время заметно упал интерес учащихся к рабочим и водительским профессиям. Причины здесь разные, но не последнюю роль играют недостатки в совместной профориентационной работе школы, профессиональных учебных заведений, количество которых заметно уменьшилось по сравнению с 70-80-ми годами в СССР, а также слабый учёт психофизиологических особенностей учащихся. При этом многие вопросы по профориентационной консультации, профессиональному отбору и подбору на различные специальности остаются без ответа. В чём заключается сложность той или иной профессии? Каковы медицинские, психические и физиологические требования, предъявляемые к ней? В чём заключаются требования к общим и специальным способностям человека, избравшего ту или иную специальность?

Нередко бывает так, что на этапе обучения или уже во время профессиональной деятельности, молодой специалист разочаровывается в своей профессии из-за несоответствия своих представлений о ней с фактическим характером и содержанием труда. Также уровень развития психофизиологических качеств и состояние здоровья могут не соответствовать избранной профессии или специальности. На практике это, как правило, ведёт к смене профессии, в результате чего и молодые специалисты, а также учебные заведения и работодатели несут моральные и материальные издержки. Устранить эти недостатки можно в первую очередь с помощью правильно поставленной профориентационной работы и валидного профессионального отбора.

Во всех видах деятельности принято различать те индивидуальные качества, которые отвечают собственно за её исполнение, и те, которые необходимы для восприятия и приёма профессионально значимой информации. Поэтому принято говорить о ПВК исполнения и информационных ПВК [3, с. 9]. К этой группе качеств можно добавить личностные ПВК, а также мотивационную составляющую деятельности, как элементы эффективной реализации первых двух групп качеств.

На кафедре «Автомобильного транспорта» ВолгГТУ совместно с преподавателями кафедры нормальной физиологии и общей и клинической психологии ВолгГМУ была разработана анкета с перечнем качеств, которые необходимы специалистам операторских профессий для эффективного выполнения своих профессиональных обязанностей. Каждое ПВК было включено в предлагаемый перечень на основе анализа доступных литературных источников и нормативной документации, рассматривающих особенности профессиональной деятельности специалистов операторского труда.

На следующем этапе исследования использовался метод экспертных оценок, как научный инструмент решения сложных проблем, когда сбор информации о состоянии исследуемых объектов затруднён или невозможен. В качестве экспертов выступали студенты и преподаватели ВолгГТУ и ВолгГМУ, водители пассажирского автотранс-порта и оперативных транспортных средств, преподаватели и учебные мастера автош-колы ДОСААФ. Результаты опроса планируется опубликовать в последующих публи-кациях.

Недостатками метода экспертных оценок с использованием анкет являются: не-знание степени серьёзности и заинтересованности опрашиваемого; возможность непра-вильной оценки и интерпретации вопросов; неполнота ответов; значительный объём бумажных бланков; трудоёмкий процесс построения обобщённой оценки профессио-нально важных качеств при обработке результатов опроса экспертов.

Уменьшить влияние отрицательных составляющих этого метода возможно с применением автоматизированного подхода к созданию баз данных для экспертных оценок специалистов операторских профессий.

Система баз данных представляет собой компьютеризированную систему хра-нения однотипных записей. Саму же базу данных можно рассматривать как подобие электронной картотеки, то есть хранилище или контейнер для некоторого набора фай-лов данных, занесённых в компьютер. Пользователям этой системы предоставляется возможность выполнять (или передавать системе запросы на выполнение) множество различных операций [4, с. 43].

Преимущества системы с базой данных по сравнению с традиционным «бумаж-ным» методом ведения анкетного опроса вполне очевидны. Отметим некоторые из них: компактность, быстродействие, низкие трудозатраты, актуальность, защита данных от случайной потери и несанкционированного доступа и другие.

Эти преимущества приобретают ещё большее значение в многопользователь-ской среде, где база данных больше и сложнее однопользовательской. Кроме того, мно-гопользовательская среда предоставляет пользователям средства централизованного управления его данными.

#### Литература

1. Кудрин Р.А. Эмоциональный интеллект человека – оператора // Под ред. С.В. Клаучека. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – 172 с.
2. Комаров, Ю.Я. Повышение уровня безопасности на пассажирском автотранс-порте с использованием комплексного подхода к профессиональному отбору водителей / Комаров Ю.Я., Дятлов М.Н. // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 10. – С. 18-22.
3. Батаршев А.В., Алексеева И.Ю., Майорова Е.В. Диагностика профессио-нально важных качеств. – СПб.: Питер, 2007. – 192 с: ил. – (Серия «Практическая психоло-гия»).
4. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. – М.

#### ПРИНЦИП ВЫБОРА СТРУКТУРНО - АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПТИМУМА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Муха Ю.П., Королева И.Ю.  
*Волгоград, ВолгГТУ*

Рассмотрены принципы оптимизации измерительного канала в системах управления. Предлагается использование структурно-аналитического подхода, позволяющего достигать оптимум для структурного состава измерительного канала с осуществлением оптимизации реализуемых функций.

#### **The principle of the choice of the structurally- analytical optimum at design of the measuring channel for control systems. Mukha Y.P., Koroleva I.Y.**

The principles of optimization of the measuring channel in control systems are considered. Use of the structural and analytical approach allowing to reach an optimum for structural structure of the measuring channel with implementation of optimization of the realized functions is offered.

Измерительный канал современной системы управления по своему компонентному составу может быть только гибридным, т.е. содержащим аналоговые и цифровые элементы. Возникает вопрос: возможна ли в этом случае оптимизация объекта вообще? И, если возможна, каков её принцип?

Как известно [1], для описания поведения гибридных объектов целесообразно использовать экстремальные множества  $S_{||z||}^{СТР}$ . Из [1] следует, что на этом множестве существует топология  $H$ . По

условиям формирования топология  $H$  допускает метрику  $\|l\|$ . Поэтому пространство  $(S_{\|l\|}^{CTP}, H_{\|l\|})$  - метризуемое. Однако, из [1] известно также, что структуры  $S^{CTP}$  отличаются различной метрикой, так как одни и те же объекты могут рассматриваться с разных позиций: по точности, по энергоёмкости, по надёжности, по аппаратным затратам и так далее. Вместе с тем [2], «одна и та же топология в данном множестве  $X$  ( $S^{CTP}$  в нашем случае) может быть порождена различными метриками».

Согласно определению, данному в [3], множество  $S^{CTP}$  с вещественнозначной функцией  $l$  (метрикой) называется метрическим пространством, символически обозначаемым  $\langle S^{CTP}, l \rangle$ .

Таким образом, на топологическом пространстве  $(S^{CTP}, H)$  существуют метрические пространства  $\langle S^{CTP}, l \rangle$ , в рамках которых рассматривается все многообразие портретов синтезируемого объекта. Очевидно, каждый портрет характеризуется своими параметрами и, следовательно, своими условиями особого существования: оптимального. Так как для любого оптимума конструируется своя функция качества  $Q = F_P^{SCCT} - F_\Gamma^{SCCT}$ , где  $F_P^{SCCT}$  - это поведенческая функция реальной структуры  $S_P^{CTP}$ , а  $F_\Gamma^{SCCT}$  - поведенческая функция гипотетической структуры  $S_\Gamma^{CTP}$ , то корректно считать функцию  $Q$  - метрикой, а пространство  $\langle S^{CTP}, Q \rangle$  - метрическим. Для измерительных каналов  $S^{CTP}$  - гибридные. Тогда метрики  $Q$  могут быть аналитическими или структурными, но обязательно допускающими взаимосвязь, как уже было отмечено. Таким образом, гибридный оптимум возможен.

Проблема структурного оптимума возникает в связи с многовариантным подходом к выбору структурной организации выполнения множества функций проектируемого объекта. Именно это обстоятельство и объясняет необходимость шага блочно-функционального распределения [1]. Априори ясно, что набор функций, реализуемый, например, программируемым каналом, можно разместить в одном универсальном блоке; можно разбить на предельно элементарные функции, которые выполняются на отдельных элементарных блоках каждая; можно выбрать некий промежуточный вариант функционального разбиения, который отличается промежуточным числом блоков.

С точки зрения функциональной организации оценкой выбора варианта может быть только функциональная оценка. Например, сложность, сопоставленная возможности реализации.

В этом отношении продуктивной идеей является использование функции Шеннона [4]:  $\lambda(n)$  - это наименьшее число, такое, что любая функция от  $n$  переменных может быть реализована схемой не более чем с  $\lambda(n)$  элементами. Другими словами, любая функция  $n$  переменных может быть реализована не более чем с  $\lambda(n)$  элементами, но найдется по крайней мере одна функция, которую нельзя реализовать схемой с меньшим числом элементов.

Таким образом, в соответствии с функцией Шеннона рост числа  $\lambda(n)$  означает, что безусловно с ростом числа некоторых элементов можно реализовать любую функцию от  $n$  переменных. Поэтому варианты ответа, то есть значения числа  $\lambda(n)$ , зависят от типа элементов, с помощью которых реализуется любая функция от данного числа переменных. Однако, тип используемых элементов может быть разным. Например, элементом может быть многофункциональный автомат, такой как микропроцессор. А может быть однофункциональный, такой как регистр. Тогда значение числа  $\lambda(n)$ , очевидно, определяется характером функции  $\lambda$ . Если  $\lambda(n)$  соответствует таким воспроизводимым функциям, которые требуют лишь часть функциональных возможностей микропроцессора, то  $\lambda(n)$  для микропроцессора равна 1. Однако, для реализации этой же функции с помощью регистров значение  $\lambda(n)$  при тех же условиях может выражаться неравенством  $\lambda(n) \gg 1$ . Очевидно, что реализация одной и той же функции этими элементами будет отличаться и структурой связей между ними. Причем и совокупность связей между элементами можно рассматривать как связной автомат – интерфейс, также характеризуемый некоторой функцией  $\lambda_1(n)$ . Поэтому использование только функции Шеннона для

элементов не дает окончательной оценки. Она возникает лишь с учетом функции  $\lambda_1(n)$ . Тогда конструктивно возникает другая функция -  $\varphi(n, m)$ . Функция  $\varphi(n, m)$  - это такая функция, которая определяет наименьшее число (равна наименьшему числу) элементов с заданным числом входов и выходов, с помощью которых может быть реализована любая заданная функция от  $n$  аргументов. Очевидно, что чем больше входов и выходов у схемного элемента, тем более универсальным он является: тем больше потоков информации он через себя пропускает, тем больше отображений реализуется с его помощью. Но одновременно растет и сложность такого элемента. В пределе на все функции будет достаточно одного элемента с большим (практически любым) числом входов-выходов. С функциональной точки зрения число аргументов  $n$  и число (и характер)  $m$  связей между ними однозначно определяют сложность реализации (воспроизведения, представления) функции.

Таким образом, структурный оптимум схемной реализации любой функции или системы функций является оптимумом по сложности функциональной представимости. В [1] показано, что если структура некоторой системы изображается графом на экстремальных множествах, то:

1. Функцией качества является графовая форма, а характеристикой качества - внешняя устойчивость [1];
2. Структура, отвечающая множеству наименьшей внешней устойчивости, найденному для исходной структуры, заданной на экстремальном множестве, оптимальна с точки зрения сложности функциональной представимости.

Итак, в результате блочно-функционального распределения (БФР) [1] получается оптимальное выделение блоков и функций, реализуемых ими. Каждый блок предназначен для реализации подмножества исходных функций при уменьшенном числе аргументов и упрощении условий и ограничений по сравнению с аналогичными исходной системы в целом.

Если в результате структурной оптимизации (БФР) можно добиться распределения субфункций исходной функции, близких по функциональной сложности, то аналитические оптимумы каждой реализуемой субфункции эквивалентны:

- из-за равенства количества вычислительных операций субфункций;
- из-за совпадения физических размерностей субфункций;
- из-за совпадения мер на субфункциях.

Субфункции целесообразно оптимизировать по точности вычислений за счет выбора аппроксимирующей зависимости. Поэтому оптимизирующий прием - это выбор интерполяционного выражения. Критерием выбора является методическая погрешность алгоритмического преобразования. Выбор интерполяционного выражения может опираться на известные методы оптимизации (метод Понтрягина, вариационный и др.).

Таким образом, принцип выбора структурно-аналитического оптимума содержит следующие этапы:

1. Анализ структурного оптимума.
2. Анализ гладкого оптимума.
3. Установление взаимосвязи оптимумов по областям определения, существования и границам.
4. Выделение общих параметров и дальнейшее их использование.
5. Выполнение общей записи комплексного оптимума.

В целом система считается оптимальной со структурно-аналитической точки зрения, если при достижении однородности функциональной сложности структурных компонентов системы возможно достижение функционального оптимума как для отдельных компонентов, так и для всех компонентов вместе.

#### Литература

1. Муха Ю.П., Авдеюк О.А., Королева И.Ю. Алгебраическая теория синтеза сложных систем: монография/ ВолгГТУ, Волгоград, 2003. – 320 с.
2. Александров П.С., Пасынков Б.А. Введение в теорию размерностей – М.: Наука, 1973. – 535 с.
3. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т.1. Функциональный анализ - М.: Мир, 1977 - 357 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике - М.: Изд. Иностранной литературы, 1963 - 829 с.

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА РЕСУРС ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

Иванов И.А., Королев П.С., Полесский С.Н.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва*

В настоящей работе проведено исследование по уточнению оценки значений гамма-процентного ресурса  $T_{p,\gamma}$  оптических кабелей. Вычисления показали, что в зависимости от различных условий применений (группа аппаратуры, температура и др.) и параметров (длина кабеля и др.) происходит значительное изменение значений гамма-процентного ресурса. Это позволяет сказать, что существует необходимость проведения таких расчетов при проектировании волоконно-оптических систем передачи информации.

Работа проведена в рамках научного проекта (№ 15-05-0029), выполненного при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Ключевые слова: долговечность, гамма-процентный ресурс, оптическая связь, оптоволоконный кабель.

### Influence external influencing factor on resource of the optical cables

In this work investigated to refine estimates of the values of gamma-percentile life  $T_{p,\gamma}$  optic cables. Calculations have shown that, depending on the different applications (Instrument Cluster, temperature, etc.) and parameters (length of the cable, etc.) There is a significant change in the values of gamma percentile life. This allows you to say that there is a need for such calculations in the design of fiber-optic data transmission systems.

This research carried out in 2015 was supported by grant (№ 15-05-0029) from “The National Research University ‘Higher School of Economics’ Academic Fund Program”.

Keywords: endurance, gamma-percentile life, optical link, optical fiber cable.

Волоконно-оптические кабели набирают все большее распространение в технологической жизни человека. Их преимуществом по сравнению с беспроводными системами передачи информации являются высокая скорость, качество и достоверность.

Показатели надежности оптических линий записаны в ГОСТ [1] или в справочнике [3]. Дело в том, что в справочнике не указан режим эксплуатации, при котором получены данные, в частности гамма-процентный ресурс. В следствие этого, предложена методика уточненного расчета  $T_{p,\gamma \text{ уточ}}$ , исходя из конкретных условий применения.  $T_{p,\gamma \text{ уточ}}$  может быть оценен по формуле (1):

$$T_{p,\gamma \text{ уточ}} = T_{p,\gamma} \cdot \frac{\lambda_{\text{эпр}}}{\lambda_{\text{э}}} \quad (1)$$

где  $T_{p,\gamma}$  - гамма-процентный ресурс, ч. (указывается в справочнике [3]);  $\lambda_{\text{э}}$  - эксплуатационная интенсивность отказов, при максимальных параметрах 1/ч.;  $\lambda_{\text{эпр}}$  - эксплуатационная интенсивность отказов, при реальных параметрах 1/ч (для определенной группы эксплуатации).

Для оптического кабеля типа “ОК-ПН-01”, используемого для полевых и стационарных объектов и сооружений  $T_{p,\gamma} = 60$  тыс. часов.  $\lambda_{\text{э}}$  рассчитывается по выражению (2):

$$\lambda_{\text{э}} = \left[ \lambda_{\text{б1}} \cdot m \cdot K_{\text{T1}} + \lambda_{\text{б2}} \cdot m \cdot \left( \frac{N}{t} \right)_{\text{ср}} \cdot K_{\text{T2}} + \lambda_{\text{б3}} \cdot K_{\text{T3}} + \lambda_{\text{б4}} \cdot \left( \frac{N}{t} \right)_{\text{ср}} \cdot K_{\text{T4}} \right] \cdot L_{\text{к}} \cdot K_{\text{э}} + \lambda_{\text{б5}} \cdot m \cdot K_{\text{T1}} \cdot K_{\text{КГ1}} \quad (2)$$

Полученные значения  $\lambda_{\text{э}}$  при максимальных условиях эксплуатации (длина, температура) указаны в таблице 1 (столбец 3). Полученные значения  $\lambda_{\text{эпр}}$  при реальных условиях эксплуатации указаны в таблице 1 (столбец 4).

Таблица 1. Результаты расчета  $\lambda_{\text{э}}$ ,  $\lambda_{\text{эпр}}$  и  $T_{p,\gamma \text{ уточ}}$ , оптического кабеля

№ п/п	Группа аппаратуры	$\lambda_{\text{э}}$ , 1/ч	$\lambda_{\text{эпр}}$ , 1/ч	$T_{p,\gamma \text{ уточ}}$ , ч
1	1.1	$1,809 \cdot 10^{-4}$	$1,983 \cdot 10^{-4}$	65980
2	1.2	$1,986 \cdot 10^{-4}$	$2,078 \cdot 10^{-4}$	63020
3	1.10	$3,223 \cdot 10^{-4}$	$2,748 \cdot 10^{-4}$	51350

Согласно формуле (1) получаем  $T_{p,\gamma \text{ уточ}}$  для каждой группы эксплуатации (таблица 1, столбец 5).

Отсюда можно сделать вывод, что значение  $T_{p,\gamma \text{ уточ}}$  соответствующего реальным условиям эксплуатации, отличается от указываемого в справочнике. При ухудшении условий эксплуатации значение гамма-процентного ресурса падает. Для некоторой группы аппаратуры использование справочных значений без уточненного расчета, может привести к неблагоприятным последствиям в связи с тем, что реальное значение либо выше, либо ниже заданного в справочнике [3]. Поэтому для получения достоверных результатов при оценке показателей долговечности необходимо проводить дополнительные расчеты, учитывающие реальные условия эксплуатации и параметры волоконно-оптических кабелей и систем в целом.

**Литература**

1. ГОСТ 27.003. Состав и общие правила задания требований по надежности.
2. Жаднов В.В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 2. С. 65-73.
3. Справочник. Надёжность электрорадиоизделий, 2006.
4. Технические условия ТУ16.К71-026. Оптические кабели для полевых и стационарных объектов и сооружений.

Симпозиум 3

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХЗВЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ОБЛАЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ**

Алексеев И.В., Лукьянов А.В., Захарова М.Н.

*Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль*

Разработана инновационная системы управления сетевыми устройствами из облака с применением трехзвенной системы, включающей в себя помимо управляемого сетевого устройства и облачной системы, программного агента, который находится в сети, сетевые устройства которой управляются из облака и осуществляет взаимодействие между управляемыми устройствами и облачным программным обеспечением. Программный агент автоматически определяет топологию сети и способ ее подключения к Интернет для осуществления первоначальной настройки. В случае отсутствия связи с облаком локальный программный агент гарантирует автономную работу управляемой сети с минимальным снижением функционала.

**Ключевые слова на русском языке:** облачная система управления, управляемый маршрутизатор, управляемый коммутатор, локальный программный агент, автоматическое определение топологии, трехзвенная архитектура управления.

**Some aspects of building three-tier architecture CLOUD network infrastructure management. A.V. Lukyanov, I.V. Alekseev, M.N. Zakharova**

An innovative system for managing network devices by cloud service using a three-tier system, which includes in addition to managed network devices and the cloud system, a software agent that is located on the network, which devices are managed from the cloud and provides communication between the managed devices and the cloud software. The software agent automatically determines the topology of the network and the method of connection to the Internet to perform initial setup. If there is no connection with the cloud local software agent ensures autonomous operation of the managed network with minimal reduction in functionality.

**Keywords in English:** cloud management system, managed router, managed switch, a local software agent, automatic topology, three-tier management architecture.

Использование облачной распределенной системы управления для маршрутизаторов (интернет шлюзов) позволяет существенно сократить стоимость самих устройств, стоимость их эксплуатации, обогатить интернет шлюзы функционально и при этом упростить их поддержку. Весь этот набор позитивных эффектов достигается за счет выноса интеллектуальной части шлюза в облачную систему. Однако такой подход несет в себе и существенные отрицательные моменты, например непредсказуемость поведения устройства при недоступности облачного сервиса.

В связи с этим несомненный интерес может представлять разработка архитектурного решения и реализация программного кода прототипа системы, представляющей собой управляемый маршрутизатор, локальное управляющее программное обеспечение и облачную систему, работающие в единой связке, где управление, сбор отчетов, а также все сервисные функции сосредоточены в облаке. Локальное управляющее ПО выступает в качестве ретранслятора информационного обмена между управляемым маршрутизатором и облачной частью системы, а управляемый маршрутизатор отвечает за технологические функции коммутации и фильтрации IP пакетов, не имея при этом никакого пользовательского интерфейса и получая управляющее воздействие исключительно от облачного сервиса через локальное управляющее ПО.

Предлагаемая архитектура системы основана трехзвенной модели, что отличает ее от существующих облачных сервисов. Благодаря использованию промежуточного программного агента возможно управление ИТ и интернет инфраструктурой корпоративной сети при помощи облачного сервиса. Таким образом, достигается необходимый уровень гибкости и слаженной работы с локальным оборудованием и ПО одновременно с гибкостью и низким уровнем затрат, свойственных облачному сервису.

Разработанная архитектура системы автоматически, практически без участия пользователя может управлять и поддерживать корпоративную ИТ инфраструктуру. При этом от пользователя не требуется существенных технических знаний или умений в настройке устройств доступа. Для работы системы потребуется установка на стороне клиента локального программного агента, который будет взаимодействовать с серверной частью, расположенной в центре обработки данных, а управление

системой будет происходить через облачный сервис. Все взаимодействие пользователя с системой сводится к работе в графическом интерфейсе пользователя при помощи веб браузера.

Устанавливаемый на стороне клиента локальный программный агент обладает набором функциональных модулей. Локальный программный агент располагает методами и интерфейсами для управления сервисами маршрутизации трафика, проксирования веб трафика, коллектором почты, другими технологическими сервисами сети. Локальный программный агент также содержит в себе наборы эвристических алгоритмов для автоматического определения топологии и настроек сети.

Топология сети - конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети (компьютеры) и коммуникационное оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы), а ребрам — физические или информационные связи между вершинами. Чаще всего топология представляет собой неполносвязное иерархическое дерево. Чем крупнее локальная сеть, тем сложнее ее обслуживать и детектировать неисправности в условиях отсутствия знаний ее архитектуры.

В настоящее время имеются различные готовые решения, способные анализировать и визуализировать граф сети с указанием всех входящих в нее узлов. В их число входят разные пакеты сетевого менеджмента, работающие в автоматическом режиме и не всегда корректно отображающие реальное состояние объектов.

Например, пакет HP OpenView Network Node Manager компании Hewlett-Packard и разного рода подобные ему продукты предоставляют информацию о топологии на уровне L3, но предоставляют не много сведений о подключении и отключении сетевых устройств. То есть для эффективного обнаружения узлов сети и существующих соединений между ними необходимо оперировать средствами определения топологии на уровне L2, работая в режиме обнаружения соединений на уровне коммутаторов и маршрутизаторов.

Существуют другие решения от конкретных крупных производителей сетевого оборудования, таких как Cisco Systems, Nortel Networks, разработавших собственные протоколы CDP, LLDP - стандарт для обслуживания сетей крупных предприятий, однако зачастую многие сети реализованы на оборудовании разных производителей, подобранном по тем или иным причинам, параметрам или предпочтениям.

Поэтому был разработан универсальный метод по определению топологии сетей, вне зависимости от поставщика оборудования и прочих условий, который использует ряд эвристических алгоритмов анализа сети и ее узлов, строя граф связности сети.

Входными данными для алгоритма станут аутентификационные параметры одного из корневых устройств сети и его IP-адрес. С него начнется сбор информации о каждом устройстве посредством последовательного SNMP-опроса, используя определенную последовательность действий. Устанавливается, какие протоколы активны и поддерживаются конкретным устройством, на рассматриваемом устройстве проверяется активность протоколов LLDP и CDP – наиболее простых путей обнаружения соседства между устройствами в сети.

Если устройством поддерживается один из этих протоколов, происходит обращение к соответствующим разделам MIB-таблицы, в которой находится вся информация о соседних устройствах, если они также анонсировали ее о себе. В нее входят IP-адреса, информация о портах, шасси и типах устройств.

Если LLDP/CDP не поддерживается, то дальше проводится SNMP-опрос локальной MIB рассматриваемого устройства на предмет получения информации об его активных интерфейсах и ARP-таблице. Если возможно использование ARP-таблицы коммутатора, алгоритм получает информацию о каждом подключенном устройстве. Далее выполняется поиск соседних устройств отправкой опросов по найденным в ARP таблице MAC адресам. Затем алгоритм переходит к следующему устройству.

Разработанная архитектура системы, в состав которой входит локальная программа - агент и облачный сервис является новой и не имеет прямых аналогов. Отличие от всех других проектов (в частности от решения TruHybrid компании WebSense, решений компаний Meraki, Aerohive) состоит в том, что облачный сервис имеет двухстороннюю связь с сетевым оборудованием клиента при помощи локального программного агента. Для использования сервиса на основе разработки клиентам не придется обязательно менять свое сетевое оборудование, более того для организации полноценного маршрутизатора и шлюза клиент сможет применить обычные персональные компьютеры, что часто встречается в сетях малых и средних компаний и, что невозможно для всех имеющихся облачных конкурентов. Локальный программный агент (который будет доступен и в исходных кодах) скачивается бесплатно, устанавливается и настраивается автоматически, используя набор эвристик при минимуме общения с персоналом. Локальный программный агент это не просто посредник между оборудованием/ПО клиента и облачным сервисом. Он ведет предварительную обработку статистики, осуществляет первичную реакцию по результатам мониторинга инфраструктуры и тем самым достигает две дополнительные цели – существенно снижает объем и частоту коммуникаций с облаком и дает

дополнительную степень надежности, продолжая поддерживать работоспособность инфраструктуры при кратковременной недоступности облачного сервиса.

Пользователь будет взаимодействовать со своим инфраструктурным оборудованием и ПО через веб-интерфейс облачного сервиса, а не напрямую. А облачный сервис с применением экспертной системы будет управлять коммуникационным оборудованием и ПО в сети пользователя через локального программного агента, который снабжен набором «драйверов» для взаимодействия с различным сетевым оборудованием и ПО.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-07-00328.

#### **Литература**

1. Link Layer Discovery Protocol (LLDP). Режим доступа: <http://xgu.ru/wiki/LLDP> (дата обращения 20.03.2015)
2. Cisco Discovery Protocol (CDP) Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CDP> (дата обращения 20.03.2015)
3. Discovery Protocol. Cisco Active Network Abstraction Reference Guide, 3.7, 2010
4. T. Sridhar, "Cloud Computing: A Primer, Part 1: Models and Technologies," The Internet Protocol Journal, Volume 12, No. 3, September 2009.
5. HP Helion Public Cloud Networking API Specifications. 2014. Режим доступа: <https://docs.hpcloud.com/publiccloud/api/networking/> (дата обращения 20.03.2015)
6. Nikitinsky M.A., Alekseev I.V. A stateless transport protocol in software defined networks// SDN&NFV: The Next Generation of Computational Infrastructure: 2014 International Science and Technology Conference "Modern Networking Technologies (MoNeTec)". Moscow, October 27-29, 2014. Блэкуэлл Д., Миниард П., Энджел Дж. Поведение потребителей. СПб., 2002.

#### **OVERVIEW OF U.S. PATENTS FOR RADIO DIRECTION FINDING**

Aminev D.A., Zhurkov A.P., \*Silaev V.M.  
*Moscow, MIEM NRU HSE, \*Moscow, BMSTU*

Analytical review of U.S. patents for radio direction-finding is performed. A brief description of some of the patents is presented. A number of generalizations is formulated.

Keywords: direction finder, patent, RDF system.

#### **Обзор патентов США по радиопеленгации. Аминев Д.А., Журков А.П., Силаев В.М.**

Проводится аналитический обзор патентов США по направлению радиопеленгации. Представлено их краткое описание. Сформулирован ряд обобщений.

Ключевые слова: пеленгатор, патент, изобретение.

Finding the purpose of which is the determination of the direction to the source of radio emission that are relevant for solving problems both in civil and military areas, and sports. On radio patented a number of inventions [1, 2]. Consider some of them.

Continuously indicating radio compass [US2208378] 1940 relates to a radio direction under which holds continuous indication throughout its azimuth to provide: means for operating a continuously indicating' radio compass employing a cathode ray indicator; means in a radio compass for deriving electrically scale indications to avoid errors which might occur in the use of scales; improved means for deriving side band currents from pairs of directive antennas and carrier currents from.

Radio direction finding system [US2284475] 1942 relates to a system for and method of directionally receiving radio signals, more particularly to direction finding systems of the type comprising a plurality of spaced receiving antennae energizing or feeding a common receiver. An objects for direction finding utilizing spaced antennae elements which is both simple in design and efficient in operation and the provision of a direction finding system embodying a direction indicator operating over a complete angle of 360 without any ambiguity of the direction indication. The invention involves the use of a wireless receiver preferably of the heterodyne type arranged to be alternately connected to two or more spaced antennae at a predetermined preferably supersonic frequency. Modulation is suitably detected and measured by actuating an indicator such as a pair of head phones, a volt meter, cathode ray tube or the like.

Radio direction finding method and apparatus [US2484824] 1949 of the spaced-aerial type to provide: a method for altering the effective electrical spacing between two or more aeriels without altering the actual physical spacing; a method for reducing bearing errors due to space-diversity effects; practical spaced-aerial

direction finders having less than the usual physical spacing between the individual aerials, thus making them more suitable for shipboard or aircraft use. For emphasize the small direction-dependent phase differences by employing a spaced-aerial antenna system with a small physical spacing and then I expand the effective electrical spacing by frequency multiplication.

Resolver for direction finders [US2851684] 1958 is particularly directed to resolvers in switch-lobe type systems to provide an improved resolver for direction finders which is simple in construction, particular attention being directed to rotation of coordinates through a predetermined fixed angle. It are attained by deriving the-lobe signal voltages in the two orthogonal planes through the transmit-receive line-of-sight, adding the two signals algebraically, and then multiplying the two signals by a constant proportional to the sine or cosine of the angle through which the coordinates are to be rotated. The resolver of this information in effect projects the position information of the target on the new axes by adding the cosines of the two orthogonal voltage values.

Directional wave energy receiving system [US2943322] 1960 relates to directional wave energy receiving system wherein V the direction of optimum reception of the receiving- system can be scanned through 360° or azimuth without mechanical movement of the wave signal receiving array to provide: a signal of receiving system which is exclusively V responsive to signals received from a selected directional zone; a directional receiving system in which the direction from which; signals are selectively received can be varied through 360 of azimuth without physical movement of the signal receiving means; a receiving system in which the direction from which signals are selectively received can be varied at a station; remote from the signal receiving means. It is another V object to provide a receiving V system Rin which the direction .from which signals `are selectively received can be varied by selectively adjusting the time relationship of received signals: a receiving .system in which the width of the selected directional zone of reception can be varied independently of the frequency of received signals, ATA station, remote from the signal receiving means.

Wave-signal direction-indicating apparatus [US2996712] 1961 provides an indication of the azimuth and the elevation angle-of a wave signal intercepted thereby to improve wave-signal direction-indicating apparatus. Apparatus comprises three wave-signal interceptors for developing from a wave signal intercepted thereby three signals having relative phases representative of the phase gradients of the intercepted signal with reference to two non-opposite directions. The direction-indicating apparatus includes a cathode-ray tube, a display screen for providing thereon effectively of the intercepted signal, a control circuit including the aforesaid control electrode-cathode circuit and coupled to only a first of the aforesaid interceptors and responsive to a first of the aforesaid three signals.

Vector-phase radio direction finder [US3005198] 1961 is therefore to provide a radio direction finder system which will be fast acting and much less subject to wave-interference errors V than prior art types of direction finders.

Multiple-wave direction finder [US3056959] 1962 relates to a system for direction finding employing n waves within one channel. With the system, directions may be found particularly with coherent waves, i.e., waves of the same frequency to provide: an apparatus, by means of which the angles of arrival of several waves within the same frequency range can be measured simultaneously, particularly waves of the same frequency; a system for direction finding using it waves within one frequency range by 'means of Zn antennas, exclusive of the case where n: 1, in which case, three antennas are necessary.

Phase measuring direction finder [US3325813] 1967 relates to a system for determining with considerable speed and accuracy the difference in phase -between the responses of the various closely spaced elements of an antenna array when the array receives electromagnetic radiation. Phase difference, in turn, indicates the angle of incidence of the incident radiation. The invention is based upon the principle that the time of arrival of electromagnetic radiation at a plurality of spaced antennas differs in accordance with the spacing of the antennas and the direction of arrival, i.e., the angle of incidence.

Determining the position of a mobile radio transmitter station [US4728959] 1988 combines the relative insensitivity of the phase angle differences of a radio signal to the signal distortions inherent in an urban environment with digital signal processing techniques to produce an accurate and economical way to locate a mobile transmitter station such as a mobile telephone in a cellular telephone network. Phase angle measurements indicative of the angle of direction of a mobile transmitter station from each of a plurality of land stations are obtained by translated Hilbert transformation and are processed to produce a probability density function. The probability density functions are combined after a CHI-squared analysis to produce an area of uncertainty representing the position of the mobile transmitter station. The invention may easily work as an adjunct to an unrelated communications system such as a cellular telephone system.

Perturbation modeling system for use in processing direction-finding antenna outputs [US5039991] 1991 is disclosed in which a direction-finding system employed on an aircraft receives RF transmissions from a remote signal source. Amplitude and phase data concerning the transmission are used for direction finding but are perturbed by the various surfaces of the aircraft. To minimize the influence of such perturbations, a database including model data subject to the same perturbations is employed by the system and incoming transmissions

from signal source are correlated to the database data to determine the proper azimuth and elevation associated with said transmissions.

Multi-path resistant frequency-hopped spread spectrum mobile location system [US5583517] 1996 have the accurate location of the mobile unit over long distances and in moderate to severe multi-path conditions. The frequency-hopped spread spectrum mobile vehicle or personal location system consists of a central station, a plurality of base stations and a plurality of mobile transmitters which transmit using a frequency-hopped spread-spectrum differential bi-phase shift keying communication signal. Each of the plurality of base stations include an array of receiving dipole antennas and employs special algorithms for retrieving very low power frequency-hopped spread spectrum signals in a noisy and multi-path environment. The base stations use computational algorithms for determining the phase difference between each of receiving dipole antennas to determine the direction of the transmitter relative to the location of the respective base station. The multiple directions of arrival angles of the received signal at each base station are corrected based on an n-dimensional ambiguity space to locate most probable angles of arrival. The most probable values are then tracked over multiple frequency hops and a histogram analysis of the strongest surviving angles of arrival is performed. The two peaks of the histogram are used as the two most probable directions of arrival.

Direction finding and mobile location system for trunked mobile radio systems [US5592180] 1997 is described where the system operates to locate any one of the transmitters in an SMR system, operates by identifying the received signals, removing the modulation information to reconstruct a demodulated carrier and analyzing the carrier signals for multipath distortion. The multipath disruptions are removed to calculate the true incident angle of the transmitted signal at a base station. A plurality of base stations are used to simultaneously calculate the incident angle of the transmitted SMR signal and a central location calculates the most probable location of the transmitter based upon triangulation.

Differential ranging for a frequency-hopped remote position determination system [US5596330] 1997 is described which uses a modified time-of-arrival technique to determine the location of a frequency hopped spread spectrum radio signal. The transmitter simultaneously transmits two radio frequency carriers having different frequencies such that a phase difference is observed between the two carriers at a distance from the transmitter. The phase difference is proportional to the range from the transmitter that the carrier signals are observed. The two carrier signals from the single transmitter are received by at least three and in special cases four base stations which calculate the differential time of arrival based on the phase differences of the received carriers. The calculated phase differences are then sent to a central location which locates the position of the transmitter based upon a planer hyperbolic location algorithm.

System and method for near-field electromagnetic ranging [US6963301] 2005 for measuring distance between a first locus and a second locus includes: (a) at least one beacon device; a respective beacon device of the at least one beacon device being situated at the first locus and transmitting a respective electromagnetic signal; and (b) at least one locator device; a respective locator device of the at least one locator device being situated at the second locus and receiving the respective electromagnetic signal. The respective locator device is situated at a distance from the respective beacon device within near-field range of the respective electromagnetic signal. The respective locator device distinguishes at least two characteristics of the respective electromagnetic signal. The respective locator device employs the at least two characteristics to effect the measuring.

Near field electromagnetic positioning system and method [US7298314] 2007 determination utilizing a calibration process for calibration, a transmitter is positioned at multiple locations in an area of interest and multiple receivers receive and record signal characteristics from the transmitter to generate a calibration data set. The unknown position of a transmitter may be determined by receiving signals from the transmitter by multiple receivers. A locator data set is generated based on the comparison between two received signal characteristics determined for each receiver and compared with the calibration data set to determine the unknown position.

Near field location system and method [US7307595] 2007 are used to determine a location by utilizing two magnetic antennas arranged so that the null axes are perpendicular and lie in a plane of interest, such as the horizontal plane. The two antennas may be used as transmitting antennas or receiving antennas. The antennas may be driven so as to produce an equivalent of an omnidirectional pattern in the plane of interest by driving the antennas in an orthogonal manner. A location is determined based on near field response.

Low frequency asset tag tracking system and method [US7414571] 2008 asset tracking includes a low frequency transmitter tag associated with a cargo container or other high value commodity, a plurality of receivers that detect low frequency signals, and a microprocessor that uses algorithms and/or data pertaining to the propagation characteristics of the signal to locate the position of the container or high value commodity. The tag may include sensors to monitor container properties or conditions, such as temperature, motion, intrusion, RF fields, or other properties of interest.

Short baseline helicopter positioning radar for low visibility [US8354951] 2013 with respect to a ground station includes transmitting an electromagnetic signal from the aircraft. The signal includes a plurality of electromagnetic signals, each signal having a different selected frequency and detected at an array of sensors disposed on the ground surface in a selected pattern. The array includes at least one reference sensor and at least

three spaced apart time difference determination sensors. A difference in arrival time of the signals between the reference sensor and each of the time difference determination sensors is determined and a spatial position of the aircraft is determined from the time differences.

In conclusion, most of the patents have theoretical and mathematical description of the method and ways of practical implementation in the form of the device. We can identify the following features on achievable technical results of the invention: improving the accuracy of direction finding and simplifying the design of the direction finder; improving the accuracy of direction finding while maintaining the amount of used computing resources; improving the efficiency of direction finding by providing the possibility of finding the source of any a priori unknown signal; reducing the number of false positions arising as a result of receiving electromagnetic waves reflected from the surface of the carrier; creating a reliable, easy and convenient portable radio-directional device.

#### References

1. Zhurkov A.P. Obzor rossijskih patentov po radiopelengacii // Nauchno-tehnicheskaja konferencija studentov, aspirantov i molodyh specialistov NIU VShJe im. E.V. Armenskogo. Materialy konferencii. ISBN 978-5-94768-071-3- M.: MIJeM NIU VShJe, 2015. - P.217–218
2. Aminev D. A., Zhurkov A. P., Silaev V. M. Obzor avtorskih svidetel'stv SSSR po radiopelengacii// V kn.: Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «NADEZhNOST' I KACHESTVO»: 2 t. - Penza : PGU, 2015. – 2 tom, P. 50-52.

### **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ДАННЫХ В ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД**

Амирханова Р.Г.  
*Сургут, СурГУ*

Проведен анализ существующих информационных систем (ИС) и хранящейся в них информации. Выявлена проблема интеграции данных, заключающаяся в несовместимости нормативно-справочной информации различных ИС. Для решения задачи выбрана методика онтологического моделирования в семантическом представлении данных Gellish .

#### **Ontology models for structuring data in a unified information system – a new approach. Amirkhanova R.G.**

Existing information systems (IS) and information stored in them were analyzed. The problem of data integration was defined, which is the incompatibility of reference data of various information systems. To solve this problem the ontological modeling technique in semantic data view Gellish was selected.

Одной из сложнейших задач в ИТ-отрасли является сегодня организация взаимодействия информационных систем, использующихся при создании и эксплуатации крупных промышленных объектов и технологических комплексов (нефтяных платформ, электростанций, химических производств, фармацевтических предприятия и т.п.). В их жизненном цикле занято множество организаций: проектировщики, строители, поставщики оборудования, службы эксплуатации и т. д., каждая из которых обычно использует свой набор компьютерных систем и свои форматы данных. Проблема интеграции унаследованных, а также закупных информационных систем очень остра. Разработка собственных ИС предприятия также зачастую выполняется без требования их будущей интеграции.

В настоящее время в различных информационных системах ОАО «Сургутнефтегаз» ведутся справочные и основные данные, которые несут одну и ту же смысловую нагрузку, и имеют примерно одинаковый логический набор данных, но ведение осуществляется автономно. Эта ситуация тормозит создание единого информационного пространства, которое необходимо для повышения качества информации, целостного представления о своих информационных ресурсах, поддержки принятия управленческих решений. Таким образом, целью является обеспечение оптимальных условий ведения и контроля основных и справочных данных, для улучшения процессов принятия управленческих решений. Задачами корпоративной системы управления нормативно-справочной информацией являются:

- Создание единых подходов к организации и ведению справочников;
- Обеспечение качества справочников за счет централизованного ведения;
- Обеспечение совместимости справочников во внутрикорпоративных информационных системах и создание условий для автоматизированного обмена данными.

Нормативно-справочная информация при ее централизованном хранении извлекается из различных источников, гармонизируется, дополняется, уточняется и записывается в корпоративное

хранилище. В случае изменения, удаления или добавления данных, обновленные сведения направляются подписчикам, т. е. системам, использующим эту информацию в своих функциональных целях, например для генерации корпоративной отчетности.

Отсутствие должной координации между различными подразделениями, а следствием между различными информационными системами, ограничивает способность предприятия анализировать, отслеживать и управлять информацией о поставщиках, потребителях, сырье, используемых материалах, установленном оборудовании и т.д. Соответственно, правильным подходом является создание в масштабе всей компании единой информационно-управленческой интегрированной среды. И здесь необходимо, прежде всего, выполнить два взаимосвязанных мероприятия: интеграцию приложений и интеграцию данных. Первая задача решается корпоративной шиной передачи данных SAP PI. Для второй предназначено решение на платформе SAP NetWeaver с использованием компонента "управление основными данными" SAP MDM (SAP Master Data Management). Классический MDM медленно, но устаревает. Поэтому перевод корпоративной системы управления нормативно-справочной информацией на SAP HANA с использованием технологии «in-memo», на данный момент был бы хорошим решением для организации.

Множество разработчиков инженерных информационных систем используют классические объект-атрибутные модели данных и стандартные реляционные базы данных, однако многочисленные попытки их объединения на единой платформе пока не имеют успеха (то, что в одной системе заведено как объект, в другой вполне может быть описано как атрибут, и наоборот). Данные о разных подсистемах промышленного объекта (скважинах, трубопроводах, строительных конструкциях и т.п.) имеют принципиально различную структуру в разных ИС, а в производстве существуют сотни подсистем и тысячи групп оборудования. Например, данные о насосе в инженерных информационных системах включают сведения из систем ERP и EAM, систем PLM, САПР, а также информацию о его проектных технологических режимах, истории замеров с его датчиков, интерактивные руководства по монтажу и обслуживанию и пр. Если каждую из сущностей описывать реляционной таблицей, то число таблиц разной структуры составит несколько тысяч. При этом возникают проблемы взаимного сопоставления сущностей из разных баз данных, в которых, как отмечено выше, принимаются различающиеся между собой решения по поводу декомпозиции объектов и атрибутов предметной области, а также по поводу отражения изменения объектов во времени. Дополнительные проблемы возникают и в том, что одни и те же атрибуты в разных системах заводятся либо как стандартные (строка-наименование), либо как указательные (код, ссылающийся на другой объект). Концептуальная сложность решения этих проблем заключается в применении модели «закрытого мира» при описании «открытого мира» (информация, не предусмотренная схемой базы данных, а также данные, не занесенные в БД, выпадают из управления как несуществующие).

Решение проблем интеграции инженерных данных оказалось гораздо удобнее организовывать в рамках семантического (факт-ориентированного) подхода к моделированию данных. В рамках этого подхода информация предоставляется в виде графа - совокупности связанных отношениями сущностей, а не в виде привычных таблиц. Это даёт возможность эффективно "складывать" данные в одну структуру из разных источников. Графовая структура наиболее удобна для представления разнородной инженерной информации, требующей постоянного развития и усложнения модели данных на протяжении всего жизненного цикла. Информация в семантической форме легко пополняется и расширяется при появлении новых источников, без необходимости фундаментальной переработки системы хранения, как в случае реляционных баз данных (в таблицу проще добавить строку, чем столбец). Дополнительные преимущества при работе с семантическими данными даёт применение онтологических моделей (стандартов), позволяющих получать информацию из различных источников в одном формате и одинаково её интерпретировать. При онтологическом моделировании данных в семантическом представлении используются понятия-термины и отношения из заранее определённого стандартом предприятия, (меж-)отраслевым или международным стандартом, списка понятий-терминов и отношений, описывающего некоторую предметную область инженерной сферы. Онтологическая модель данных является составной частью самих данных – метаданные применяются для описания смысла и способов использования данных при обработке их как компьютерами, так и людьми.

Интеграционные семантические модели инженерных объектов, основанные на онтологическом моделировании, разрабатываются как на отраслевом, так и на международном уровне. Современные решения по моделированию данных легли в основу нейтральной, по отношению к отдельным инженерным системам, модели данных стандарта ISO 15926 "Industrial automation systems and integration. Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities" (ГОСТ-Р ИСО 15926 "Промышленные автоматизированные системы и интеграция. Интеграция данных жизненного цикла для перерабатывающих предприятий, включая нефтяные и газовые производственные предприятия"). Этот стандарт определяет инженерную онтологию – основные типы сущностей и отношений, используемых при представлении инженерной информации, упорядочивает терминологию, используемую для её

организации, а также определяет принципы расширения стандартной терминологии через механизм федерированных библиотек справочных данных. Сегодня многие крупные компании уже переходят на этот стандарт: компании-члены ассоциации Norwegian Oil Industry Association, члены консорциума FIATECH, крупнейшие поставщики инжинирингового программного обеспечения, а также такие российские корпорации, как ГК «Росатом» и ОАО «Роснефть», изучают возможности его использования.

Семантические данные с онтологической разметкой могут готовиться различными программными средствами. Открытые форматы данных избавляют от необходимости пользоваться программным обеспечением только от одного поставщика.

В первую очередь для создания единой информационной системы был выбран фактор-ориентированный метод описания шаблонов типовых технологических комплексов. Для решения этой задачи была адаптирована методика семантического моделирования Gellish, которая планируется как одна из частей стандарта ISO 15926 (упрощенная интеграция данных).

Был проведен анализ существующих информационных систем и хранящейся в них информации, который показал, что имеется в наличии, какие данные и в каком виде можно использовать. Исходя из этого, была определена структура данных и принципы описания информации, т. е. методология и корпоративные стандарты в части управления НСИ (основными и справочными данными). Сначала описываются необходимые инженерные термины, далее – факты инженерной онтологии (включение терминов в семантическую сеть). Инженерная онтология представляет собой иерархический (но не строго древовидный) корпоративный глоссарий, описывающий предметную область. В конце описывается типовой технологический комплекс. Например, применительно к насосным станциям: как будет выглядеть наименование типов и видов установленного оборудования, какие характеристики для тех или иных классов оборудования должны храниться в системе, какие из этих характеристик являются обязательными и т. п. На данный момент справочников КСУ НСИ более двухсот, и больше половины из них в промышленной эксплуатации. Реализация задачи на базе ИС Gellish и решений SAP MDM, SAP HANA позволит решить проблему семантической интеграции данных между различными информационными системами и обеспечит качество данных в ЕИС предприятия.

#### **Литература**

1. Горшков С.В. Введение в семантическое моделирование [Электронный ресурс] // ТриниДата, Бизнес Семантика, 2014. URL: ...
2. GELLISH.NET. Semantic Modeling [Электронный ресурс] // Gellish, 2014. URL: <http://gellish.net/index.php/semantic-modeling.html>.
3. Ir. Andries van Renssen. Gellish: A Generic Extensible Ontological Language // IOS Press // Delft University Press, 2005.
4. Matthew West. Developing High Quality Data Models // Elsevier, 2011.
5. Category of data ... URL: ...

### **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАДИАЦИИ**

Артюхова М.А., Полесский С.Н.  
*Москва, НИУ ВШЭ*

В статье рассмотрено программное средство для оценки показателей безотказности электронных средств под воздействием низкоинтенсивного ионизирующего излучения космического происхождения. Данное научное исследование (№15-05-0029) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

#### **Software for reliability assessment of electronic under radiation exposure. Artyukhova M.A., Polesskiy S.N.**

The paper considers a software to evaluate the indices reliability of electronic means under the influence of low-level ionizing space radiation. This scientific study (№15-05-0029) supported by the program "Science Foundation HSE" in 2015

Аппаратура, используемая в бортовом сегменте космических систем, весьма дорогостоящая (как и процесс введения этой аппаратуры в эксплуатацию), а на работу устройств в космическом пространстве влияет целый ряд факторов, и, следовательно, требование к правильной работе бортовой аппаратуры выдвигается на первый план.

В статье рассмотрена реализация программного средства для оценки стойкости аппаратуры к эффектам накопленной дозы и влияния этих эффектов на показатели безотказности при воздействии низкоинтенсивного ионизирующего излучения. В программном средстве реализован метод, основанный на альфа-распределении, представленный в материалах работы [1].

Программное средство разрабатывалось в среде разработки QT. Данная среда содержит в себе все классы, необходимые для разработки требуемого программного средства, облегчающих разработку, в первую очередь, графического интерфейса. В качестве вспомогательной литературы использовалась книга Макс Шлее – «QT 4.8 Профессиональное программирование на C++», в котором подробно описываются все конкурентные преимущества среды QT над другими.

При разработке использовались:

- Техника сигналов и слотов;
- Лямбда-функции;
- Объединение лямбда-функций с сигналами;
- *Model-view-controller*;
- Паттерн *Singleton*;

На рис. 1 – 8 приведен внешний вид интерфейса программного средства.

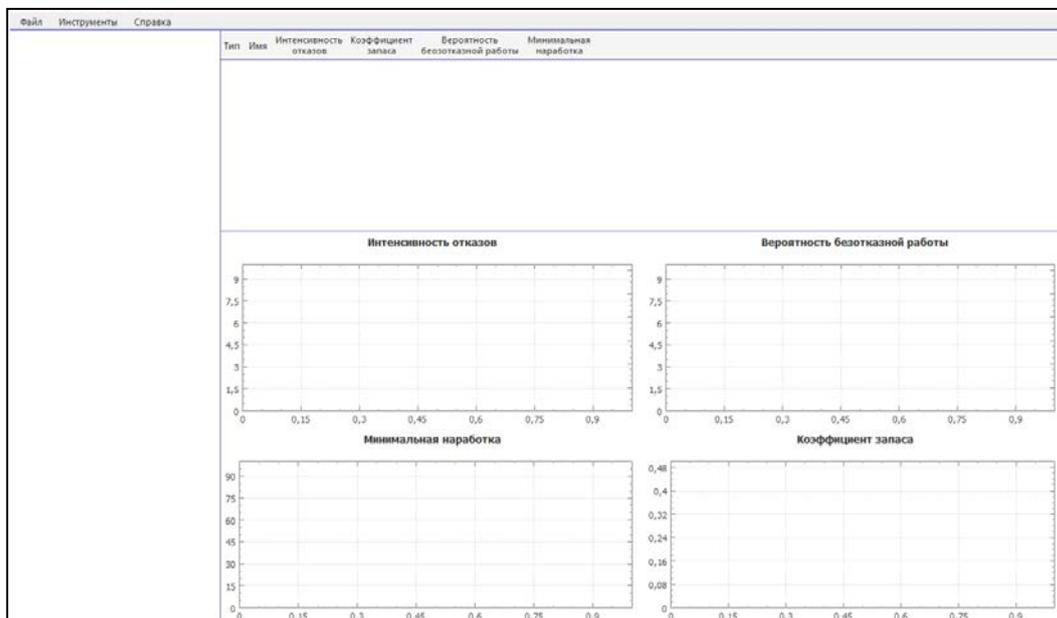


Рис. 1. Вид главного окна программного средства

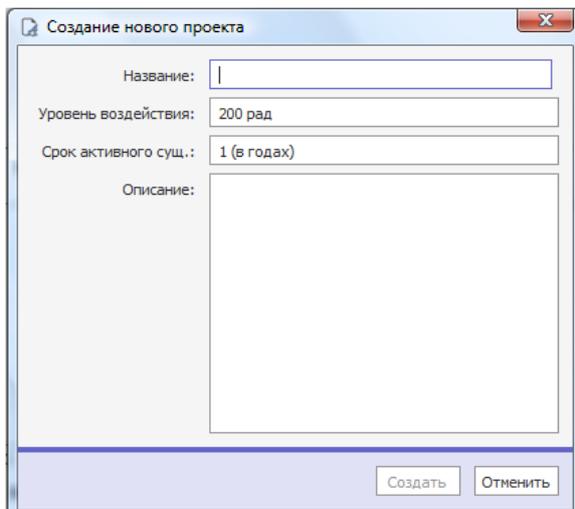


Рис. 2. Вид диалогового окна создания нового проекта

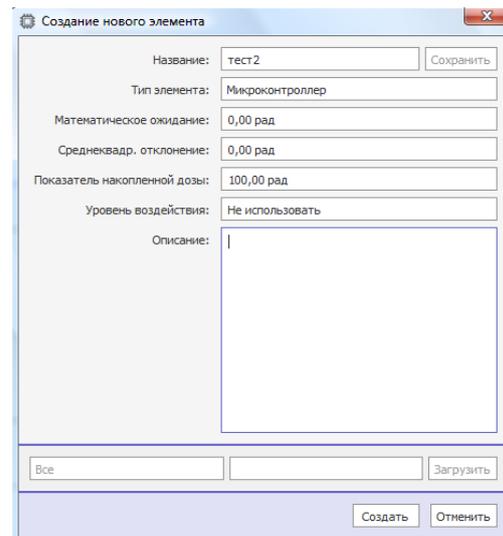


Рис.3. Вид диалогового окна добавления нового элемента

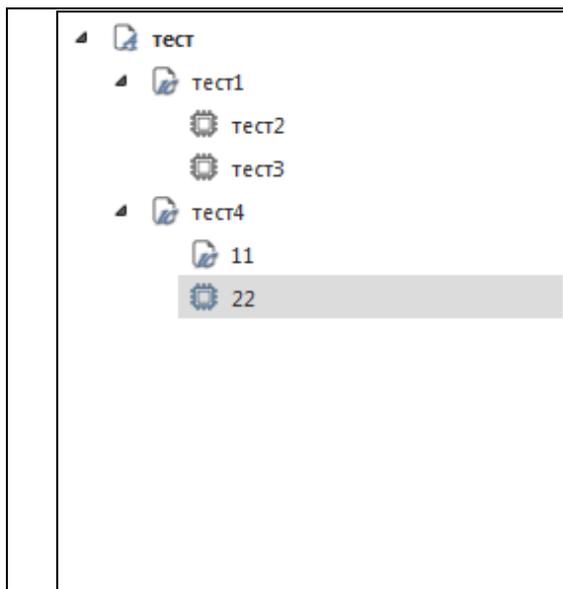


Рис. 4. Внешний вид дерева программы

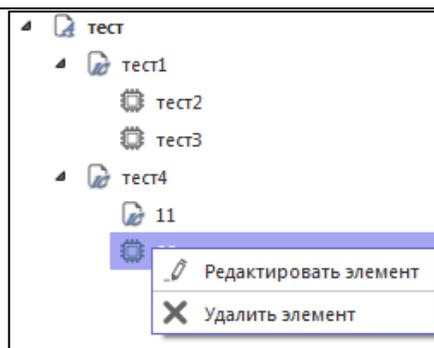


Рис. 5. Внешний вид контекстного меню элемента

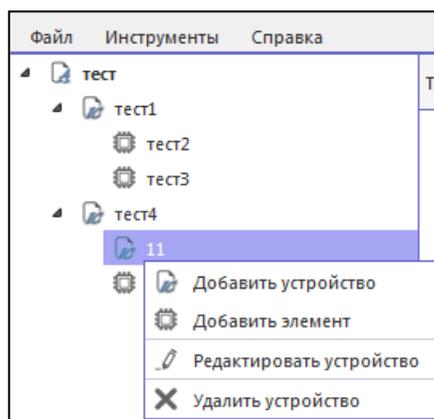


Рис. 6. Внешний вид контекстного меню устройства

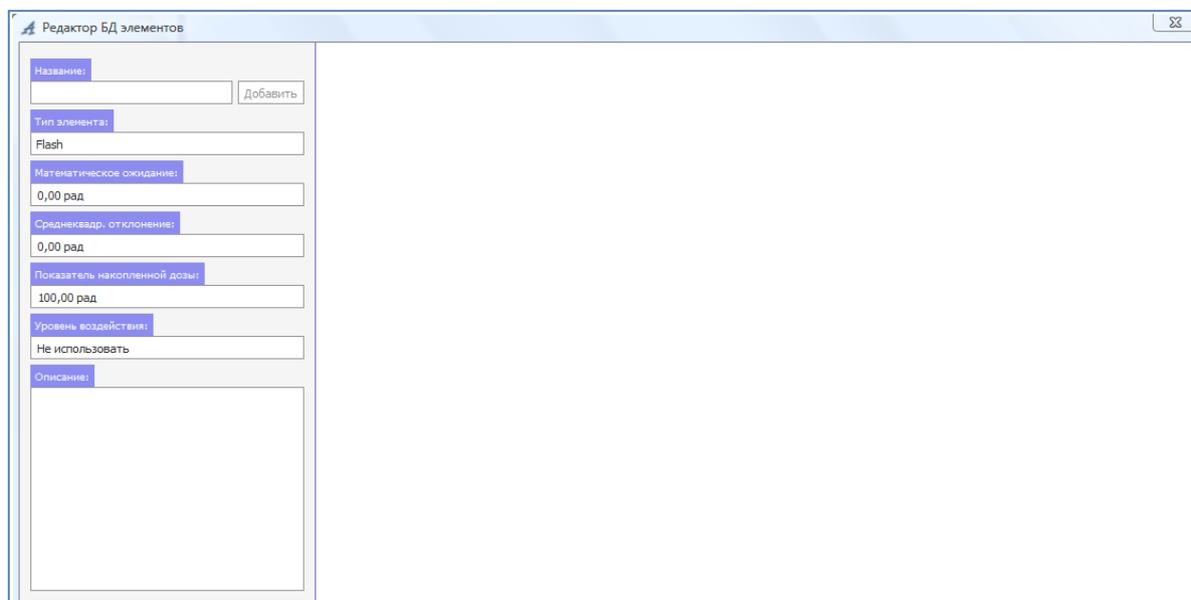


Рис. 7. Внешний вид окно редактора базы данных



Рис. 8. Внешний вид графического представления результатов

Как видно, разработанное автоматизированное программное средство обладает интуитивно понятным и дружелюбным пользователю интерфейсом.

Данное программное средство позволяет оценить показатели безотказности и выявить критичные элементы в бортовой радиоэлектронной аппаратуре.

Проектирование базы данных по электронно-техническим характеристикам ЭКБ

Разработанное программное средство предусматривает хранение элементов и устройств в базе данных, а так же реализовано редактирование ее компонентов.

Для разработки использовался *MySQL lite*, в виду соответствия программы с требованиями к разрабатываемой базе данных и удобства его использования в сочетании с выбранной средой разработки – *QT*.

База данных представляет собой таблицу, в полях которой содержатся параметры хранимого элемента или устройства. Каждой строке присвоены допустимые параметры.

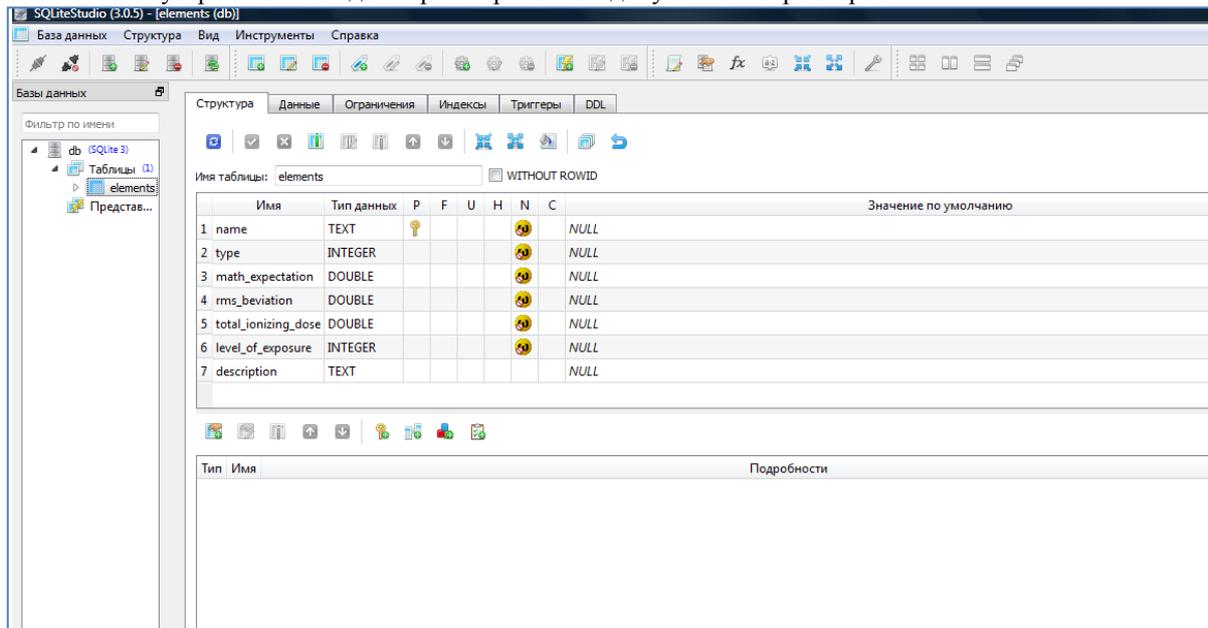


Рис. 9. Внешний вид таблицы в *SQLiteStudio*

Таблица содержит 7 строк. В первой из них хранится имя. Программа позволяет контролировать ввод информации по типу, и позволяет устанавливать ограничение по вводимому значению (в данном случае – не *NULL*), что позволяет избежать ошибок при вводе.

Вторая строчка содержит информацию о типе компонента, вводимый тип – *integer*. Третья строчка содержит значение о математическом ожидании, тип – *double*. Четвертая строчка содержит значение среднеквадратического отклонения, тип – *double*. Пятая строчка содержит значение показателя накопленной дозы, тип – *double*. Шестая строчка – уровень воздействия, типа *integer*. Седьмая строчка – описание, тип *text*.

В разработанной программе предусмотрен редактор базы данных, позволяющий редактировать сохраненные в базу компоненты.

Созданное программное средство позволит существенно повысить точность прогнозируемой оценки безотказности электронных средств и сократить временные затраты на инженерный расчет.

#### Литература

1. Жаднов В.В., Артюхова М. А. Прогнозирование показателей надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов при воздействии ионизирующих излучений низкой интенсивности // Надежность. 2015. № 1. С. 13-18.

### РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ СИСТЕМНОГО СОГЛАСОВАНИЯ В МНОГОКОМПЛЕКСНЫХ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Ашарина И. В., Лобанов А.В.  
Москва, Зеленоград, АО "НИИ "Субмикрон"

Предложен метод построения распределенного алгоритма системного взаимного информационного согласования в многокомплексной вычислительной системе в условиях возникновения допустимых враждебных неисправностей, обеспечивающий в каждой ЦВМ вычисление вектора системного взаимного информационного согласования, одинакового во всех исправных ЦВМ системы.

#### **Distributed algorithm of the system mutual agreement in multicomplex fault-tolerance computing systems. I.V. Asharina, A.V. Lobanov**

The method for constructing the distributed algorithm of the system mutual informative agreement in multi-complex computer systems is suggested. The aim of the algorithm is to ensure the system mutual informative agreement while some admissible Byzantine malfunctions are present.

Основой построения отказоустойчивых вычислительных систем является многомашинная вычислительная система (МВС), обеспечивающая сбое- и отказоустойчивое параллельное решение взаимодействующих задач с заданными уровнями отказоустойчивости.

Модель МВС представляется смешанным графом, вершины которого, пронумерованные от 1 до  $N$ , отображают соответствующие ЦВМ и сетевые элементы (маршрутизаторы, коммутаторы, концентраторы и др.), а дуги или ребра – каналы межмашинного взаимодействия. В [1] представлены достаточные структурные условия достижения системного взаимного информационного согласования (СВИС) в многокомплексных системах, осуществляющих параллельное вычисление множества взаимодействующих задач с заданными характеристиками по сбое- и отказоустойчивости. Существенную роль здесь играет понятие комплекса – подсистемы, удовлетворяющей определенным структурным требованиям.

При организации многозадачных параллельных вычислений в МВС и сетях ЦВМ одной из важнейших является задача достижения согласованности действий различных ЦВМ системы в условиях неодинаковой согласуемой информации в этих ЦВМ и возникновения допустимых неисправностей системы. Такая согласованность обеспечивается распределенным механизмом взаимного информационного согласования (ВИС) путем формирования в каждой исправной ЦВМ системы одинаковой информации, содержащей правильную согласованную информацию всех исправных ЦВМ системы [2]. Процесс ВИС в системе представляет собой многораундный обмен индивидуальными согласуемыми значениями данных между пронумерованными с единицы до  $N$  ЦВМ.

Пусть в МВС поступают задания, каждое из которых состоит из совокупности задач. Для управления потоком заданий в МВС или сети ЦВМ выделяется отказоустойчивый *системный диспетчерский комплекс* (СДК), осуществляющий диспетчеризацию заданий. В момент поступления очередного задания СДК выделяет в МВС *диспетчерский комплекс задания* (ДКЗ), который выполняет

диспетчерские функции по отношению к задачам задания, а также комплексы по числу задач в задании для решения каждой из них на отдельном комплексе [1], при этом каждая исправная ЦВМ комплекса может определить одинаковый во всех исправных ЦВМ вектор согласованных значений (ВСЗ) этого комплекса такой, что согласованное значение в этом векторе для каждой исправной ЦВМ совпадает с ее согласуемым значением. ДКЗ и комплексы составляют *прикладную систему*.

Рассмотрим выделение одной прикладной системы. Пусть задано некоторое множество  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_l\}$  взаимодействующих задач, для каждой из которых определен диапазон значений уровня требуемой отказоустойчивости. Для каждой пары взаимодействующих задач также определен уровень отказоустойчивости среды этого взаимодействия. Имеется МВС или сеть ЦВМ известной структуры. Отказоустойчивое выполнение каждой задачи должно достигаться ее *репликацией*, которая состоит в решении копий этой задачи на нескольких ЦВМ, составляющих комплекс, с обменом копиями результатов и выбором правильного результата в предположении, что только малая часть ЦВМ комплекса может быть неисправной.

Для решения поставленных задач в МВС должно быть выделено  $l$  ( $l=|Z|$ ) пронумерованных непересекающихся комплексов ( $K_1, K_2, \dots$ ) и сред межкомплексного взаимодействия между ними ( $W_{i \rightarrow j}, \dots$ ), удовлетворяющих заданным уровням отказоустойчивости [3], а также обеспечивающих возможность достижения системного ВИС (СВИС). Процесс достижения СВИС осуществляется как два последовательных этапа: 1) внутрикомплексное информационное согласование (ВКИС) для каждого из комплексов, при котором в каждой исправной ЦВМ комплекса вычисляется одинаковый ВСЗ этого комплекса (ВСЗК), 2) СВИС, включающее межкомплексный обмен согласуемой информацией по средам межкомплексного взаимодействия и вычисление в каждой исправной ЦВМ каждого комплекса одинакового и правильного ВСЗ системы (ВСЗС).

*Полным* называется орграф, имеющий пару разнонаправленных дуг между любыми двумя вершинами. Орграфы являются *гомеоморфными*, если существуют их изоморфные подразделения, образующиеся в результате подразделения дуг [4]. Вершины орграфа, гомеоморфного полному, взаимно однозначно соответствующие вершинам полного орграфа, называются *основными*, остальные – *неосновными* [1]. На основе этих понятий формируются структурные требования к комплексу: 1) наличие в системном орграфе комплекса орподграфа, полного или гомеоморфного полному орграфу [4] с количеством вершин более  $3\mu$  ( $\mu$  – допустимое количество неисправных ЦВМ в комплексе), 2) наличие непересекающихся исходящих путей от каждой неосновной вершины комплекса к не менее чем  $2\mu+1$  конечных основных вершин, 3) наличие входящих путей в каждую неосновную вершину комплекса от не менее чем  $2\mu+1$  основных вершин. Структурные свойства выделенных комплексов и сред межкомплексного взаимодействия, составляющих среду СВИС, позволяют построить алгоритм системного ВИС, поэтому их наличие является достаточным условием достижения СВИС в МВС.

Алгоритм ВКИС [5] состоит из основных этапов: 1) внутрикомплексное формирование согласуемого значения каждой ЦВМ каждого комплекса и передача их в основные ЦВМ соответствующего комплекса, 2) выполнение алгоритма многоаундного ВИС и вычисление ВСЗК во всех ЦВМ комплекса, 3) передача ВСЗК в неосновные ЦВМ.

Механизм системного взаимного информационного согласования (СВИС) строится на основе *распределенного алгоритма*, состоящего из множества *индивидуальных алгоритмов*, выполняемых на каждой ЦВМ многоаундной вычислительной системы (МВС). Для обеспечения СВИС необходима синхронизация работы всех ЦВМ многоаундного МВС с точностью до пронумерованных *квантов*, т.е. периодов обмена сообщениями между соседними ЦВМ, включающих возможные действия по обработке внутри ЦВМ сообщений, полученных в предыдущих квантах, формированию сообщений, подлежащих передаче из этой ЦВМ в данном и последующих квантах, и передаче требуемых сообщений этого кванта из рассматриваемой ЦВМ к соседним ЦВМ. В первом кванте процесса СВИС каждая ЦВМ системы формирует *собственное согласуемое значение*. Согласуемые значения отдельных ЦВМ передаются между ЦВМ в процессе СВИС в составе *сообщений* и называются *элементами сообщений*. При подготовке процесса СВИС для каждого сообщения в каждом кванте в памяти каждой ЦВМ-передатчика системы выделяется специально организованные области памяти ЦВМ – *входные и выходные контейнеры*.

Построение распределенного алгоритма СВИС начинается с работы *Алгоритма построения контейнеров*, в процессе которой в каждой ЦВМ системы формируются все необходимые контейнеры для каждого кванта [6]. После завершения его работы выполняется *Алгоритм связывания*, в процессе которого для каждой ячейки каждого выходного контейнера, контейнера ВСЗК и контейнера ВСЗС в каждой ЦВМ системы определяется алгоритм, который выполняет действия, предписанные данной ЦВМ для данного кванта.

Алгоритм выполнения СВИС в первом кванте процесса СВИС инициализирует выполнение индивидуальных алгоритмов СВИС во всех ЦВМ системы. Индивидуальный алгоритм СВИС в каждой ЦВМ системы анализирует номер кванта формирования элемента каждой ячейки каждого контейнера

этой ЦВМ, и при равенстве этого номера номеру текущего кванта выполняет приписанный данной ячейке алгоритм формирования элемента и заносит элемент в ячейку соответствующего контейнера. Индивидуальный алгоритм в каждой ЦВМ системы завершает свою работу после того, как в каждой ЦВМ системы будут построены ВСЗС в предположении, что все они исправны.

Представленные механизм СВИС в многокомплексных информационно-управляющих системах и метод построения распределенного алгоритма СВИС необходимы при организации вычислений с заданной достоверностью в сетевых и распределенных системах, в grid- и «облачных» вычислениях, а также при проектировании необслуживаемых сетевых и распределенных отказоустойчивых вычислительных и управляющих систем.

#### **Литература**

1. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение комплексов, обеспечивающих достаточные структурные условия системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. №6. 2014. С. 115-131.
2. Генинсон Б.А., Панкова Л.А., Трахтенгерц Э.А. Отказоустойчивые методы обеспечения взаимной информационной согласованности в распределенных вычислительных системах // Автоматика и телемеханика. 1989. № 5. С. 3–18.
3. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение структурной среды системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. №8. 2014. С. 146-156.
4. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. Уч. пос. М.: Изд-во МАИ, 1992.
5. Ашарина И.В., Лобанов А.В., Мищенко И.Г. Взаимное информационное согласование в неполносвязных многомашинных вычислительных системах // Автоматика и телемеханика. 2003. № 5. С. 190–199.
6. Ашарина И.В. Распределенный алгоритм системного взаимного информационного согласования в многокомплексных вычислительных системах// Образовательные ресурсы и технологии (Вестник московского университета им. С.Ю. Витте), Москва, 2014 г., №2(5), стр. 45-50.

### **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ**

Бадеева Е.А.

*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»*

Показаны пути совершенствования средств измерения давления. Рассматриваются конструктивно-технологические решения дифференциальных волоконно-оптических датчиков давления с открытым оптическим каналом, в которых реализуется принцип конструктивно-технологической унификации.

#### **Constructive and technological decisions fiber and optical sensors of pressure. Badeeva E.A.**

Ways of improvement of gages of pressure are shown. Constructive and technological solutions of differential fiber-optical sensors of pressure with the open optical channel in which the principle of constructive and technological unification is realized are considered.

Повышение надежности и достоверности систем измерения давления на специальных инженерно-технических объектах (ИТО) возможно на пути использования перспективных волоконно-оптических датчиков давления (ВОДД), преимущества которых перед «традиционными» электрическими следующие (рисунок 1).

Растущие требования к элементной базе со стороны систем измерения ИТО, отсутствие современных единых технологических подходов и технологических основ общей теории проектирования ВОДД выдвигают на первый план проблемы по выбору оптимальных конструктивно-технологических решений и основ проектирования ВОДД с высокими эксплуатационными характеристиками.

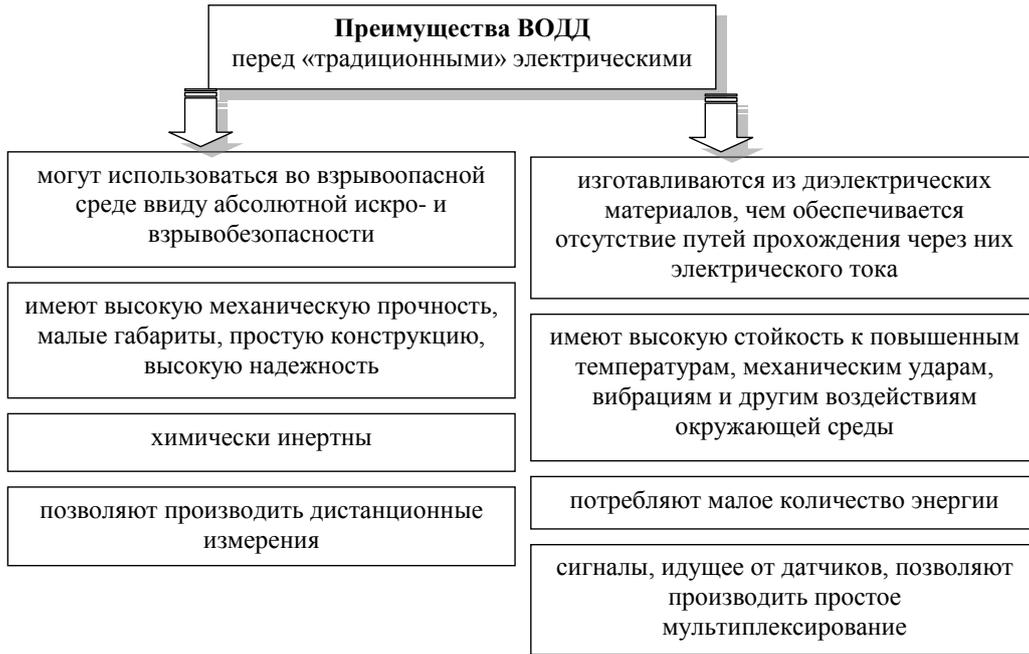


Рисунок 1 – Преимущества ВОДД перед «традиционными» электрическими

Известные ВОДД имеют ряд недостатков, из-за которых не реализуются их потенциальные возможности (рисунок 2) [1].

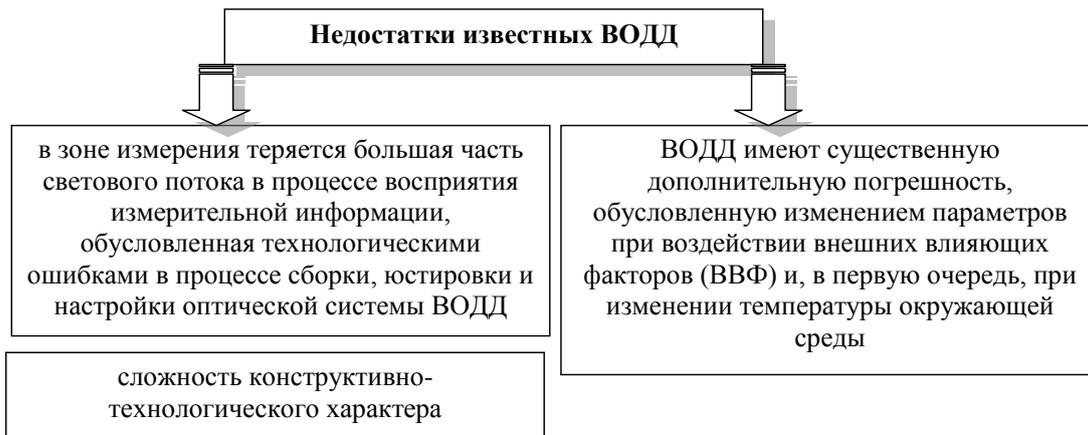


Рисунок 2 – Недостатки существующих известных ВОДД

Повышения чувствительности преобразования можно добиться уменьшением потерь светового потока в ВОДД, используя современные технологические способы и процедуры [2].

Предлагаются новые конструктивно-технологические решения проектирования ВОДД с улучшенными эксплуатационными и метрологическими характеристиками [3]. Основу разрабатываемых измерительных преобразователей ВОДД составляет открытый оптический канал (ООК), который характеризуется конструктивно-технологическими параметрами, изменение которых обеспечивает требуемое течение процесса преобразования в ВОДД (рисунок 3).

Одним из основных принципов конструктивно-технологической унификации является блочно-модульный принцип построения, реализуемый в ВОДД. Блочно-модульный принцип построения ВОДД позволяет исследовать технические характеристики отдельных его блоков на стадиях проектирования или изготовления и тем самым улучшить метрологические и эксплуатационные характеристики датчика в целом. Унифицированные конструкции волоконно-оптического кабеля и измерительного преобразователя позволяют при несущественных изменениях их конструкции создавать ВОДД на разные диапазоны измерения.

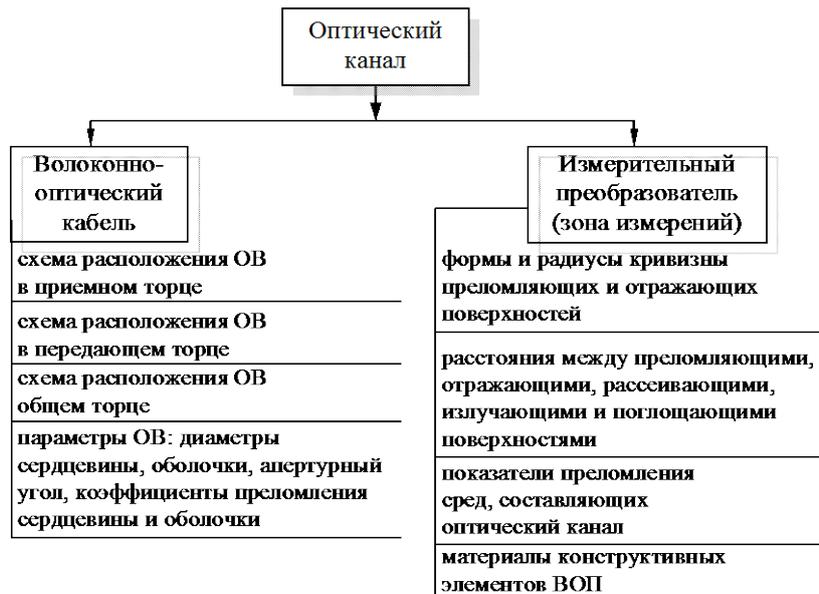


Рисунок 3 – Конструктивно-технологические параметры открытого оптического канала ВОДД

На рисунке 4 приведен общий вид одного из вариантов дифференциального ВОДД аттенуаторного типа [3].

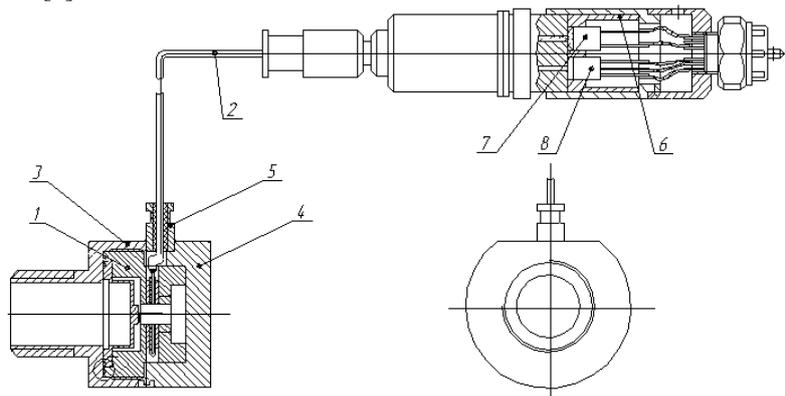


Рисунок 4 – Общий вид ВОД избыточного давления

В состав ВОДД входит волоконно-оптический преобразователь давления ВОПД, волоконно-оптический кабель ВОК и согласующее устройство СУ. ВОДД состоит из блока мембранного 1, волоконно-оптического кабеля ВОК 2, штуцера 3, корпуса 4, втулки 5, и согласующего устройства. Блок мембранный 1 состоит из корпуса, мембраны и аттенуатора (шторки). Аттенуатор крепится к мембране посредством импульсной сварки. Мембрана со шторкой устанавливается в корпус и соединяется с ним сваркой. Отверстие в аттенуаторе  $\varnothing 0,5$  мм выполняется после установки мембраны в корпусе блока. После укладки волокон ВОК мембранный блок устанавливается в корпус 4. Согласующее устройство представляет собой держатель 6, в который вклеены светодиод 7, рабочий и компенсационный фотодиоды 8.

Габаритные размеры датчика 35x45x40 мм. Длина волоконно-оптического кабеля 2 ... 200м. Датчик имеет простую, надежную конструкцию, не требует сложных технологических, юстировочных и измерительных операций при изготовлении оптической части, имеет дешевую компонентную базу – многомодовые оптические волокна.

При финансовой поддержке в форме гранта Минобрнауки РФ Ведущей научной школы РФ «Волоконно-оптическое приборостроение» НШ-681.2014.10 и при финансовой поддержке РФФИ в форме гранта 15-08-02675

#### Литература

1 Теоретические основы проектирования амплитудных волоконно-оптических датчиков давления с открытым оптическим каналом: *Монография* /Бадеева Е.А., Гориш А.В., Котов А.Н., Мурашкина Т.И., Пивкин А.Г. – М.: МГУЛ, 2004. –246 с.

2 Конструктивно-технологические особенности волоконно-оптического датчика разности давлений аттенуаторного типа/ И.С. Рубцов, Т.И. Мурашкина, Д.И. Серебряков, Е.А. Бадеева А.Г. и др. // Датчики и системы. – 2015. – № 3. – С. 30–33.

3 Технологические основы проектирования волоконно-оптических датчиков давления для искро-, взрыво-, пожароопасных инженерно-технических объектов Е.А. Бадеева, А.Г. Пивкин, Т.И. Мурашкина // Надежность и качество: Тр. Междунар. симп.– Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2011. – Т. 2. – С. 91-95

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Белоусов А.В., Московченко С.И., Гребеник А.Г., Кошлич Ю.А.  
*Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова*

В статье рассмотрены проблемы функционирования коммуникационного оборудования автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) и представлен подход к повышению его надежности, основывающийся на программно-аппаратной модификации коммуникационных контроллеров среднего функционального уровня АСДУ. Представлены техническое решение внешнего сторожевого таймера для коммуникационных контроллеров серии i-7000 и результаты его работы.

Ключевые слова: коммуникационное оборудование, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), Arduino, контроллер.

### **Improving the reliability of automated dispatch control systems communication equipment. Belousov A., Moskovchenko S., Grebenik A., Koshlich Yu.**

The article considers the problems of functioning of the communication equipment of the automated dispatch control systems (ADCS) and presents an approach to the increase of its reliability based on software and hardware modifications of the communication controllers of the average functional level ADCS. Technical solution external watchdog for the communication i-7000 series controllers and the results of its work are represented.

Keywords: communication equipment, automated dispatch control system (ADCS), Arduino, controller.

Одной из особенностей крупных промышленных предприятий является наличие большого числа географически распределенных производственных установок и оборудования систем управления энергоснабжением и жизнеобеспечением, представляющих из себя разрозненно функционирующие объекты инженерной инфраструктуры. Решить задачи эффективного управления ими и их взаимодействия, повышения уровня энергоэффективности и энергобезопасности позволяют автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) [1-3]. Типовые АСДУ имеют многоуровневую иерархическую структуру. Нижний уровень АСДУ составляет инженерное оборудование локальных систем управления и производственных установок; средний уровень – это коммуникационное оборудование – преобразователи интерфейсов или программируемые логические контроллеры (ПЛК); верхний уровень включает серверное программное и аппаратное обеспечение (серверы баз данных, SCADA-серверы и т.п.). Межуровневое взаимодействие среднего и верхнего функциональных уровней, как правило, организовано посредством локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия.

Наличие большого количества клиентов ЛВС (оборудование систем контроля доступа, видеонаблюдения, POS-терминалы, периферийное оборудование, пользовательские ПК и др.) создает основную нагрузку на локальную сеть и представляет определенные проблемы для её эксплуатации для передачи данных в АСДУ. Так, например, вследствие большой нагрузки ЛВС, коллизий и т.п., происходит периодическое зависание коммуникационного оборудования (рисунок 1). Одним из распространённых решений проблемы в системах диспетчеризации крупных предприятий с целью повышения надежности системы является создание выделенной сети. Но даже в ней может наблюдаться негативная сетевая активность, связанная с функционирующим под управлением операционной системы Windows пользовательских приложений локальных клиентов, серверов и т.д. Также сбои могут вызываться некорректным обращением к контроллеру со стороны сканирующих локальную сеть приложений (в том числе антивирусного программного обеспечения и брандмауэров).

В подавляющем большинстве промышленных контроллеров существует встроенный сторожевой таймер (watch dog timer (WDT)), который производит перезагрузку в случае неполадок на программном уровне. Но при сбоях на уровне периферии (например, микроконтроллеров портов коммуникационных

интерфейсов) ПЛК блокируется, и процессор не может вмешаться в работу периферийных компонентов. В этом случае требуется аппаратная перезагрузка всей периферии контроллера.



Рисунок 1 – Тренды распределения потребляемой объектом мощности в реальном времени (экранная форма АРМ диспетчера АСДУ)

Поскольку средний функциональный уровень внедренных АСДУ БГТУ им. В.Г. Шухова, ОАО «КМАпроектжилстрой», НИУ «БелГУ» и др. представлен коммуникационными ПЛК серии I-7000 производства ICP DAS [4], для решения проблемы предлагается программно-аппаратная надстройка в виде внешнего сторожевого таймера, который контролирует работу ПЛК в целом и может применяться с оборудованием другого типа. В качестве аппаратной платформы, используемой в качестве внешнего супервизора, предлагается использовать плату Arduino UNO, на которую также можно возложить дополнительный функционал (дискретные и аналоговые порты ввода-вывода, контроль питания оборудования, температуры) [5]. При этом такая плата может быть расположена внутри коммуникационного ПЛК I-7188EX, в котором имеется дополнительный слот платы расширения.

Для анализа состояния коммуникационного ПЛК можно использовать как внутренние сигналы (шина данных процессора, светодиод, индикатор), так и внешние сигналы (COM и RS-485 порты – линии RX, TX, управляющие линии RTS и др.). В штатном режиме работы быстрый обмен данными (десятки запросов в секунду) происходит непрерывно [4]. При нарушении работоспособности можно отключать питание контроллера, перезагружая его таким образом.

ПЛК питается от стандартного импульсного блока питания. У него есть отдельный вход разрешения работы, который подключен к общей шине напрямую, и цепь обратной связи по напряжению. Если в цепь обратной связи (вход INP) подать напряжение +5В через резистор, произойдет прерывание электропитания ПЛК. Собственно это и есть отключение микропроцессора контроллера и всей его периферии. Перезагрузка в этом случае занимает порядка 5 мс. Внешний WDT можно подключать как к выводу микросхемы блока питания, так и к элементам на плате ПЛК. Питается WDT от внутреннего блока питания контроллера, который имеет запас по мощности и рассчитан и на дополнительный 7-сегментный индикатор и мезонинные модули расширения. По сути, внешний WDT это и есть модуль расширения, только вместо готовой платы модуля (стандартная плата расширения для I7188EX) устанавливается разработанное аппаратное решение. Потребляемый внешним сторожевым таймером на базе Arduino ток от блока питания ПЛК равен 18 мА, что составляет не более 4% в общем энергобалансе устройства.

Для связи с платой Arduino Uno [6], на базе которой выполнено техническое решение WDT, от ПЛК через неиспользуемые клеммы пробрасывается 4 дополнительных линии: напряжение питания +5В, общий, выход состояния контроллера (один контакт шины данных), и вход контроллера – сброс (Рисунок 2).

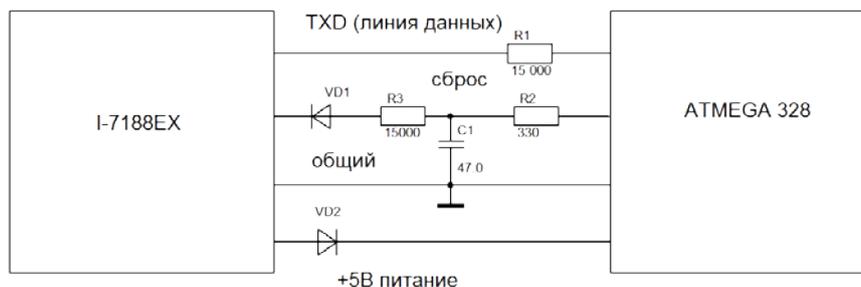


Рисунок 2 – Схема внешних соединений ПЛК и внешнего WDT

Диод в цепи питания необходим для защиты блока питания Arduino, чтобы в режиме отладки он не подал напряжение питания на модуль I-7188EX. Сигнал сброса формируется RC-цепочкой. Конденсатор C2 за 15 мс заряжается через R2, если подать на RC-цепь +5В, далее это напряжение поступает на микросхему блока питания, отключая питание всех устройств, пока C1 не разрядится через R3. Через R2 конденсатор не разряжается, так как при перезагрузке микроконтроллера выходы «отключаются», и переходят в Z-состояние. При этом сигнал сброса должен действовать более длительное время, даже при обесточенном микроконтроллере Atmega 328, до 700 мс. Обесточивание на 700 мс позволяет надежно выполнить цикл перезагрузки (рисунок 3). Так же на плату Arduino в цепи питания устанавливается дополнительный конденсатор не менее 100 мкФ, чтобы исключить обесточивание микроконтроллера Atmega раньше, чем отключится I-7188EX, и микроконтроллер не перезагружался и хранил в памяти статистику работы. При повторной загрузке программы на выходе микроконтроллера появляется напряжение уровня 0 В, C1 разряжается до 0 В и ни как не оказывает влияния на работу блока питания. На рисунке 3 нижние фронты сигнала, при достижении его нулевого значения, соответствуют моментам разрыва связи. Связь с ПЛК благодаря аппаратной перезагрузке восстанавливается не более чем за 1с.

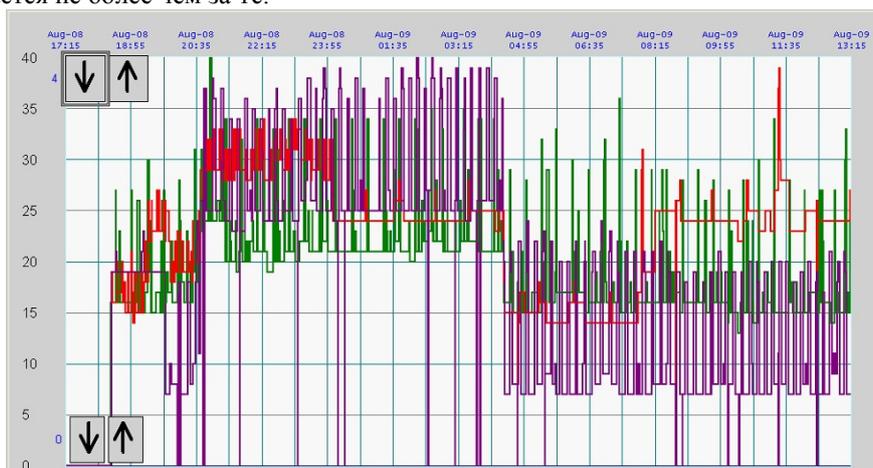


Рисунок 3 - Тренды распределения потребляемой объектом мощности в реальном времени (экранная форма АРМ диспетчера АСДУ)

Таким образом, применение представленного подхода на основе программно-аппаратного решения внешнего сторожевого таймера на базе Arduino позволит повысить надежность среднего функционального уровня систем диспетчерского управления. Так, использование внешнего WDT позволило не менее чем на 30% сократить время разрыва связи АСДУ распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова благодаря аппаратной перезагрузки коммуникационного ПЛК на основе мониторинга его сетевой активности внешним сторожевым таймером.

### Литература

1. Белоусов, А. В. Комплексные меры по энергосбережению как основа современной концепции энергоэффективности / А. В., Белоусов, Ю. А. Кошлич, А. Г. Гребеник // Южно-Сибирский научный вестник. – 2015. – № 1 (9). – С. 40-45.
2. Сахabetдинов, И. У. Задачи комплексного мониторинга в автоматизированных системах диспетчерского управления энергетическими объектами / И. У. Сахabetдинов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – № 9. – С. 49-58.
3. Потапенко, Е. А. Мониторинг систем отопления в составе автоматизированной системы диспетчерского управления / Е. А. Потапенко, Н. Д. Воробьев, А. Н. Потапенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2003. – № 5-6. – С. 120-122.
4. I-7188XC Series User's Manual / ICP DAS. – Taiwan, 2014. – Ver. 1.2. – 164 pp.
5. Белоусов, А. В. Использование вычислительных платформ arduino и linux-маршрутизаторов для удаленной диспетчеризации распределенных объектов / Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А., Гребеник А. Г. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2014. – № 1. – С. 409-412.
6. ATmega 328P 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash // Atmel, 2009. – 448 pp.

## СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРАЙВЕРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ EWB

Бабенко В.П., Битюков В.К.

Москва, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА)

Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB) отличается удобным, интуитивно понятным интерфейсом и достаточно широко используется в педагогической практике [1, 2]. Она позволяет моделировать не только электрические характеристики схем [3, 4], но и электромеханические характеристики привода, благодаря наличию в библиотеке пакета математической модели DC Motor. В работе рассмотрены схемные решения драйвера электрического двигателя (ЭД) с учетом возможности библиотеки EWB 5.12. Продемонстрирована технология создания нового компонента библиотеки – заказной интегральной схемы (ИС) драйвера ЭД.

### Circuit simulation of electric motor device in the EWB system. Babenko V.P., Bityukov V.K.

The Electronics Workbench (EWB) circuit simulation system is characterized by convenient and easily managed interface; it is widely used in pedagogical practice. The system allows to simulate not only the electrical characteristics of circuits but also electromechanical characteristics of the drive, using the package of DC Motor mathematical model of the library. In this work the circuit capabilities of the electric motor device are considered, using the EWB 5.12 library. The technology of creating a new component of the library – a customized integrated circuit of the electric motor device – has been demonstrated.

Во многих технических устройствах применяются ЭД для воздействия на механику этого устройства. Узел управления ЭД постоянного тока (драйвер) обычно состоит из моста на биполярных, MOSFET или IGBT транзисторах и логики управления. Драйвер включает в себя коммутаторы двух видов, отличающиеся схемотехникой. У «верхнего» ключа оба силовых вывода в открытом состоянии имеют высокий потенциал. У «нижнего» ключа оба силовых вывода в открытом состоянии имеют нулевой потенциал. Типовые схемы включения ЭД с силовыми ключами приведены на рис. 1.

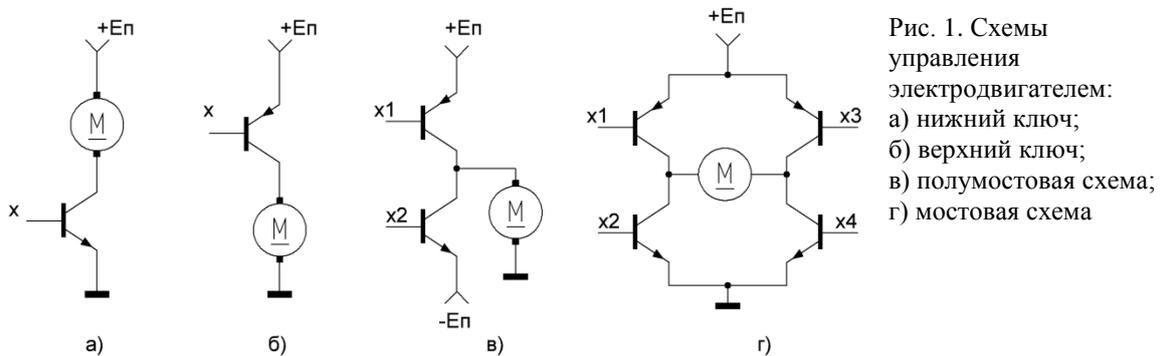


Рис. 1. Схемы управления электродвигателем:  
а) нижний ключ;  
б) верхний ключ;  
в) полумостовая схема;  
г) мостовая схема

Полумостовая и мостовая схемы позволяют реализовать реверсивное управление ЭД, но мостовая схема при этом обходится одним источником питания, а полумостовая требует биполярного источника. При разработке схемы управления силовыми транзисторами следует обеспечить: а) «плавающий» потенциал управления «верхним» силовым ключом; б) максимальное быстродействие силовых ключей для снижения тепловых потерь на переключение; в) электрическую совместимость входной части драйвера со стандартными цифровыми сигналами ТТЛ/КМОП.

Схема для моделирования драйвера ЭД приведена на рис. 2. Она содержит мост на силовых транзисторах Q2-Q5. ЭД включен по схеме с параллельным возбуждением. Его статорная обмотка подключена непосредственно к источнику питания, а роторная обмотка включена в диагональ моста, образованного силовыми транзисторами Q1-Q4. Такое включение двигателя не единственное, но оно обеспечивает линейные характеристики управления, что немаловажно в схемотехнике привода. Маломощные каскады, построенные на транзисторах Q5 и Q6, обеспечивают согласование уровней входных управляющих сигналов с ТТЛ стандартом, дополнительное усиление по току и реализацию «плавающего» потенциала управления верхними ключами Q1 и Q3. Логические сигналы управления, имитируемые ключами S1-S5, позволяют выполнять следующие действия: логическим сигналом Start/Stop – 1/0 – включать и выключать ток; логическим сигналом U/D (Up/Down) – 1/0 – изменять направление тока а нагрузке; сигналом PWM (pulse-width modulation - широтно-импульсная модуляция) можно регулировать скорость вращения, управляя средним значением тока в обмотке путём изменения

скважности импульсов; сигналами L/Switch и R/Switch правого и левого концевых выключателей блокировать вращение в том направлении, с которого пришел нулевой сигнал концевого выключателя и не препятствовать вращению в противоположном направлении. Например, ограничить вращение налево, если левый концевой выключатель устанавливается в 0, но не препятствовать при этом вращению направо. Проверка логики управления производилась в ручном режиме, переключая входные сигналы.

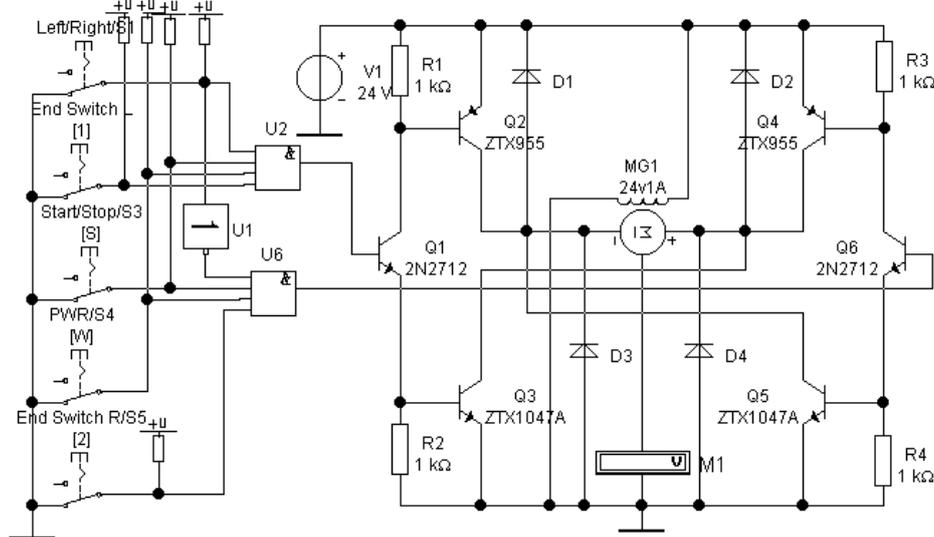


Рис.2. Драйвер двигателя с логикой управления

Для упрощения начертания сложных схем система EWB имеет возможность создавать схемы разных уровней – так называемые Sub circuit – схемы нижнего уровня; иногда их называют заказными интегральными схемами. Для этого необходимо выделить участок схемы, который будет преобразован опцией Sub circuit. При этом за пределы выделяемого участка из схемы необходимо вынести все компоненты, которые будут внешними для создаваемой ИС. Когда участок схемы выделен в меню EWB, то активируют действие Circuit/Create Sub circuit. Затем присваивают наименование создаваемой ИС – Driver и выполняют одно из действий меню по замене участка схемы компонентом Driver. Преобразованная схема управления ЭД и схема элемента Sub circuit – Driver показаны на рис. 3. Для моделирования динамических характеристик DC привода в схеме, показанной на рис. 2, заменяют ключи S1 и S2 типа Switch с управлением от клавиатуры на ключи с временной задержкой (Time Delay Switch), имеющих следующие параметры: ключ S1 (Start/Stop) - время включения и выключения Time On = 0,1 с, Time Off = 6 с; ключ S2 (Left/Right) - время включения Time On = 2 с и время выключения Time Off = 4 с.

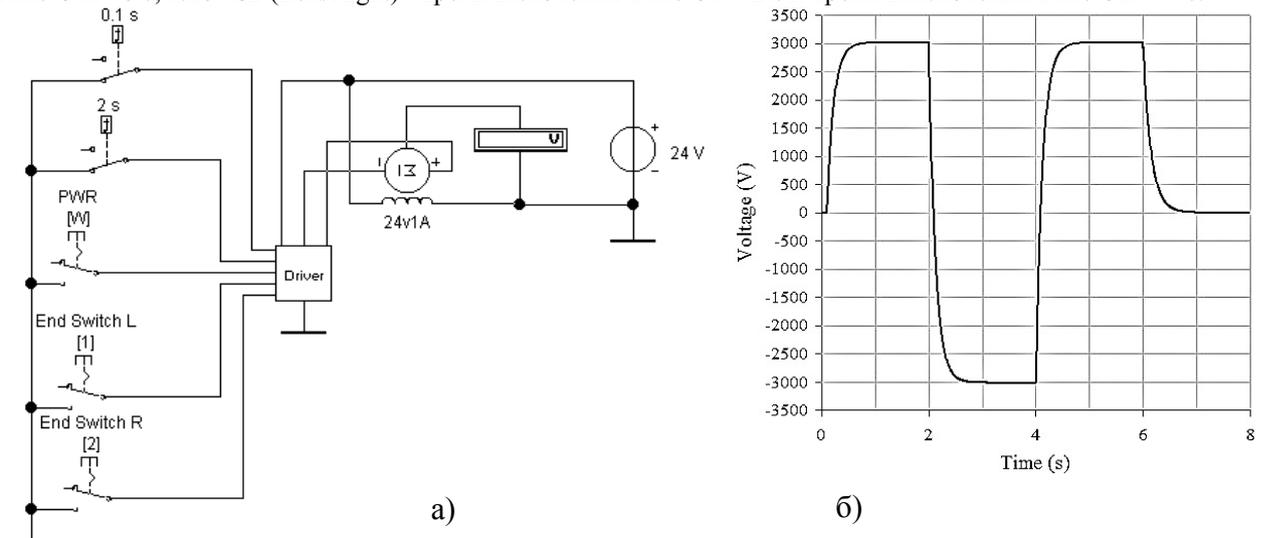


Рис. 3. Исследование динамических характеристик привода: а) схема привода с ИС Driver; б) временная зависимость скорости вращения

Моделирование проводилось в режиме Analysis/Transient. В диалоговом окне устанавливалось время моделирования End Time – 8 с и в меню Nodes in circuit - номер вывода, к которому подключен вольтметр M1 (скорость вращения). Сценарий изменения режима работы привода задается ключами S1 и

S2. В течении первой секунды ЭД разогнался до установившегося значения -3000 об/мин. На второй секунде приходила команда об изменении направления вращения. На третьей и четвертой секундах скорость вращения устанавливалась 3000 об/мин. При  $t=4$  с поступала команда изменить направление вращения, ЭД набирал скорость +3000 об/мин. На шестой секунде поступала команда Stop, скорость за 1 с плавно падала до нуля.

#### Литература

1. Бабенко В. П. Методические особенности разработки модели электродвигателя в системе EWB / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. - №2(7). – С. 53-66.
2. Бабенко В. П. Методические особенности компьютерного моделирования ШИМ-контроллеров / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Учебный эксперимент в образовании. – 2015. - №2(74). – С. 60-74.
3. Битюков В. К. Электропреобразовательные устройства: Учебное пособие / В. К. Битюков, А. А. Бокуняев, Э. М. Черниговская // М.: МИРЭА. 2000. – 155 с.
4. Битюков, В. К. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда / В. К. Битюков, А. В. Богатов, Н. Г. Михневич, В. А. Петров // Наукоемкие технологии. – 2012. – Т. 13. - № 5. – С. 5–15.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПО ЕГО СПРАВОЧНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ В СИСТЕМЕ EWB

Бабенко В.П., Битюков В.К.

*Москва, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА)*

Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB) получила широкое распространение в высших учебных заведениях. При моделировании устройств, связанных с электромеханическим приводом, типовой библиотеки EWB недостаточно. В ней электродвигатель (ЭД) представлен лишь одной моделью DC Motor/Ideal. Предложена методика создания неограниченного набора моделей ЭД по техническим параметрам, приведенных в его паспорте.

#### **Specific features of development of the electric motor simulation based on its characteristics in Ewb system. Babenko V.P., Bityukov V.K.**

The Electronics Workbench (EWB) circuit simulation system is widely used for education at technical universities. The use of only a typical EWB library during simulation of devices with electromechanical drive is not sufficient. The electric motor is presented there only by one DC Motor/Ideal model. A method is proposed of building an unlimited set of electric motor models based on technical parameters given in the motor's certificate.

Отличительной особенностью системы схемотехнического моделирования EWB 5.12 является возможность моделирования работу не только разнообразных электронных систем, но и электромеханических систем с исполнительным двигателем постоянного тока в автоматической системе управления. Если по моделированию аналоговых и цифровых схем имеется обширная литература и богатая практика использования EWB в учебном процессе [1-5], то при моделировании электромеханических схем возникают сложности из-за ограниченности библиотеки DC Motor (в стандартной библиотеке присутствует единственный компонент DC Motor Ideal). Для полноценного использования системы EWB в учебном процессе, связанным с электромеханическим приводом, необходимо пополнить библиотеку DC Motor набором моделей, используя при этом в качестве исходных данных только технические характеристики, приведенные в паспорте ЭД.

Для создания модели ЭД по справочным характеристикам необходимо изучить влияние каждого параметра многомерной модели DC Motor/Ideal на электромеханические характеристики модели в разных схемах включения.

В инструментарии системы EWB для исследования влияния какого-либо параметра на режим схемы, предусмотрена возможность моделирования с вариацией (сви́пированием) этого параметра (команда Analysis/Parameter Sweep). При этом получают информацию о регулировочных характеристиках в установившемся режиме (зависимость скорости вращения двигателя от напряжения или тока в обмотках). Результаты исследования показали, что линейный закон регулирования скорости обеспечивается регулировкой напряжения или тока в роторной обмотке [3] при фиксированном напряжении на статорной обмотке.

Для понимания свойств модели двигателя DC Motor “Ideal” проведено исследование динамических характеристик (время разгона и торможения) ЭД. Схема для моделирования показана на рис 1, а. Особенностью схемы является использование ключа S1 - Time Delay Switch из библиотеки “Basic” для программного управления током ротора. Время включения (Time on) выбрано отличным от нуля, чтобы на оси времени были видны начальные условия. Время выключения выбрано равным 2 с, чтобы двигатель успел за это время набрать обороты и выйти на номинальный режим. Моделирование проводилось в режиме Analysis/Transient в течение временного интервала 5 с, чтобы наблюдать время торможения двигателя после 2-х секундного разгона.

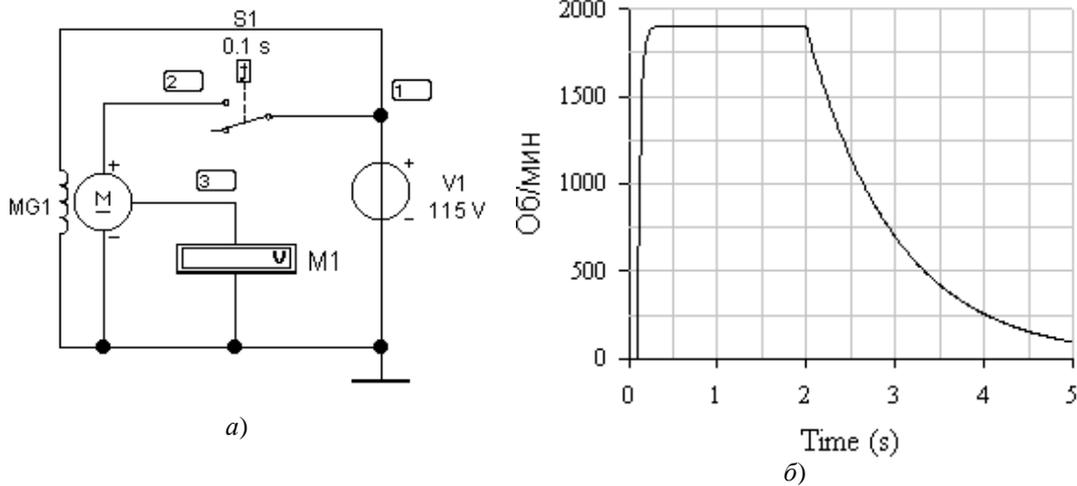


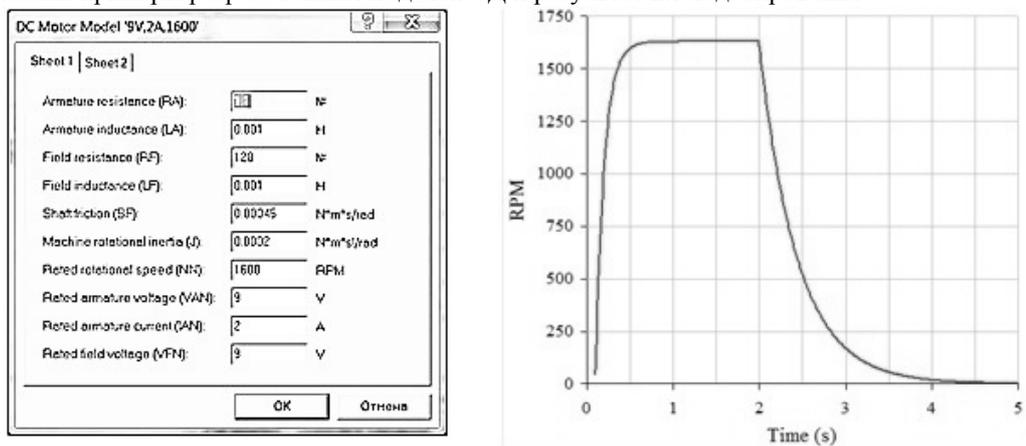
Рис. 1. Схема моделирования электромеханических характеристик: а - схема включения; б – диаграмма разгона и торможения двигателя

Из графика (рис 1, б) видно, что для модели двигателя DC Motor “Ideal” характерное время разгона составляет 0,1...0,2 с, после чего устанавливаются номинальные обороты. Время торможения составляет около 3 с. Анализ результатов исследования модели DC Motor Ideal позволил установить следующее:

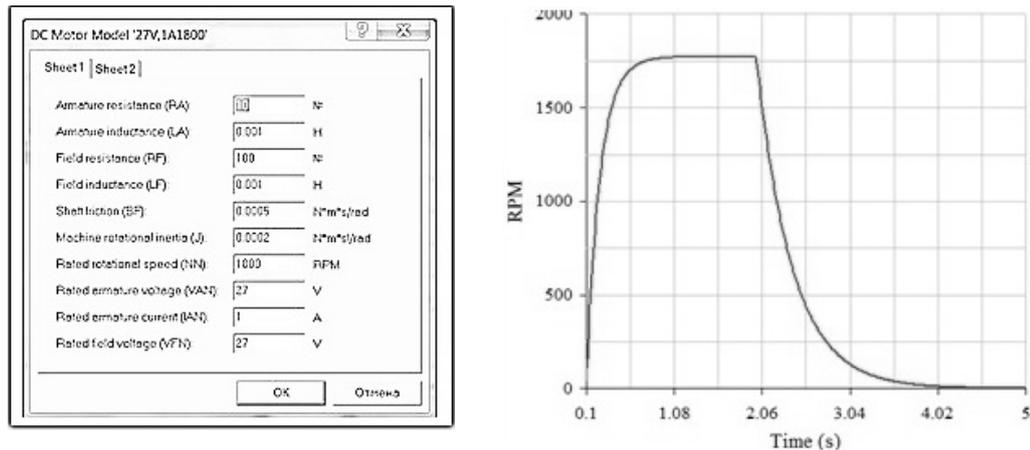
- параметр Machine Rotational Inertia влияет лишь на время разгона и торможения электродвигателя и не влияет на скорость вращения в установившемся режиме;
- параметр Rated Rotational влияет на скорость вращения электродвигателя в установившемся режиме и не влияет на время разгона и торможения;
- параметры Armature resistance, Armature Inductance, Field resistance, Field Inductance оказывают незначительное влияние на динамические характеристики;
- момент трения практически не влияет на время разгона электродвигателя. При его увеличении снижается скорость вращения электродвигателя в установившемся режиме и резко уменьшается время торможения;
- момент инерции увеличивает время разгона и торможения и не влияет на скорость вращения в установившемся режиме.

В системе EWB имеется возможность пополнять библиотеку компонент дополнительными (разработанными) моделями, присвоив им новое имя и редактируя опции модели.

На рис. 2 показаны примеры разработанных моделей ЭД и результат их моделирования.



V=9В, I=2А, NN=1600 об/мин



V=27V, I=1A, NN=1800 об/мин

Рис. 2. Параметры и динамические характеристики электродвигателей

Таким образом, разработана методика создания модели ЭД по заданным техническим параметрам, а также расширены возможности использования системы EWB 5.12 в учебном процессе.

### Литература

1. Бабенко В. П. Методические особенности разработки модели электродвигателя в системе EWB / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. - №2(7). – С. 53-66.
2. Бабенко В. П. Методические особенности компьютерного моделирования ШИМ-контроллеров / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Учебный эксперимент в образовании. – 2015. - №2(74). – С. 60-74.
3. Битюков В. К. Электропреобразовательные устройства: Учебное пособие / В. К. Битюков, А. А. Бокуняев, Э. М. Черниговская // М.: МИРЭА. 2000. – 155 с.
4. Битюков, В. К. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда / В. К. Битюков, А. В. Богатов, Н. Г. Михневич, В. А. Петров // Научные технологии. – 2012. – Т. 13. - № 5. – С. 5–15.
5. Битюков В. К. Электропреобразовательные устройства РЭС: Учебное пособие / В. К. Битюков // М.: МИРЭА. 1999. – 124 с.

## СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРОВ В СИСТЕМЕ EWB

**Бабенко В.П., Битюков В.К.**

*Москва, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА)*

Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB 5.12) имеет легко осваиваемый пользовательский интерфейс и позволяет моделировать аналоговые и цифровые схемы. В работе рассмотрены схемотехнические построения ШИМ-контроллеров.

### Circuit technical simulation of PWM controllers in the EWB system. Babenko V.P., Bityukov V.K.

The Electronics Workbench (EWB 5.12) circuit board simulation system has a friendly user interface and allows to simulate analog and digital circuits. The work presents the circuit board building of pulse-width modulation controllers.

Причиной популярности широтно-импульсной модуляции (ШИМ) является стремление к повышению КПД при построении источников вторичного электропитания, устройств управления электродвигателями и т.п. [1-4].

Различные варианты ШИМ-контроллера можно реализовать на любом счетчике из библиотеки EWB (Digital/Counters). Схемотехника ШИМ-контроллера зависит от набора функций используемого счетчика. Ниже рассмотрены два схемотехнических решения ШИМ-контроллера: на базе реверсивного счетчика с функцией параллельной загрузки кода и на счетчике с суммирующим режимом счета (инкрементный режим) и возможностью начальной установки в ноль.

Интегральная микросхема (ИС) 74169 представляет собой синхронный 4-х разрядный реверсивный двоичный счетчик (Sync 4-bit up/down Binary Counter) из библиотеки EWB (рис. 1). Счетные импульсы, подаваемые на вход CLK, переключают счетчик фронтом 1/0 – POS. Вход D/U (Down/Up) управляет направлением счета (D/U=1 – вычитание, D/U=0 – суммирование). Входы A, B, C, D – входы параллельной загрузки кода по сигналу загрузки LOAD. Входы ENP и ENT – входы расширения при каскадировании счетчиков. Выходной код снимается с выходов QA, QB, QC, QD. На выходе RCO появляется сигнал переполнения счетчика в режиме суммирования и вычитания. RCO=0 – переполнение в режиме суммирования (UP), при появлении на выходе счетчика кода 1111, а также в режиме вычитания (Down), когда на выходе счетчика появляется код 0000.

Реализация схемы ШИМ-контроллера на базе реверсивного счетчика 74169 показана на рис. 2. Счетчик включен для работы в режиме вычитания (D/U=0). Управляющий двоичный код формируется ключами S1-S4. Генератор V2 задает частоту F следования ШИМ импульсов (на схеме F=100 Гц). Генератор синхронизации V1 обеспечивает импульсы с частотой  $f=2$  кГц, что обусловлено требованием  $f \geq F \cdot K_{сч}$ , где  $K_{сч}=2^4=16$  – коэффициент счета 4-разрядного счетчика.

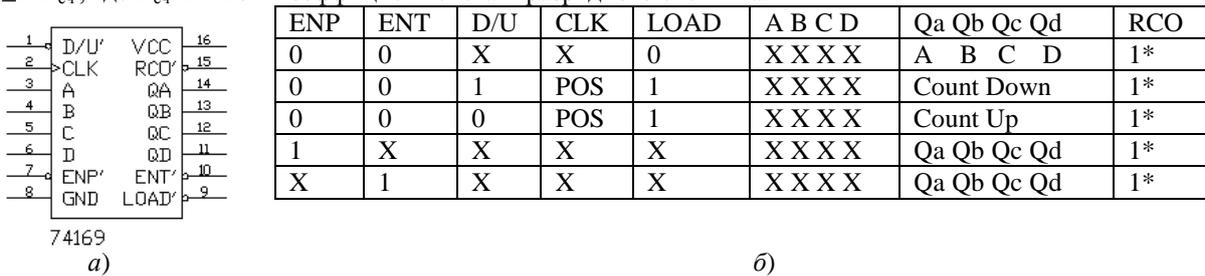
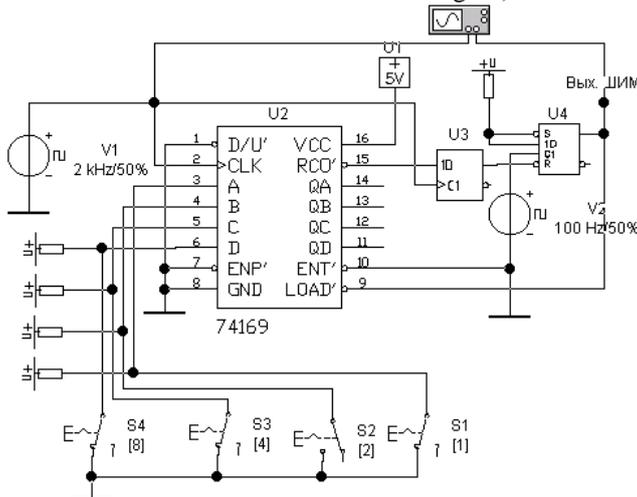


Рис. 1. Реверсивный двоичный счетчик 74169:  
а - УГО ИС из библиотеки Digital; б - таблица состояния из Help EWB



До прихода запускающего импульса (генератор V2) старт-стопный триггер U4 (типа D Flip-Flop) находится в состоянии Q=0, что обеспечивает параллельную загрузку управляющего кода в счетчик (вход Load=0). С приходом запускающего импульса с генератора V2 триггер U4 по перепаду 0/1 устанавливается в состояние Q=1. Появление на входе Load=1 разрешает режим счета и счетчик последовательно уменьшает выходной код от исходного загруженного кода D1-D3. В момент появления кода 0000 на выходе счетчика RCO появляется низкий уровень RCO, что обеспечивает сброс триггера U4 по входу R в нулевое состояние. Триггер U3 (D Flip-Flop) обеспечивает привязку импульса RCO к тактовой частоте генератора V1. При моделировании осциллографом контролировалась длительность импульса ШИМ в зависимости от кода, задаваемого ключами S1-S4.

ИС 7493 представляет собой асинхронный 4-х разрядный двоичный счетчик с последовательным переносом с возможностью начальной установки в ноль (рис. 3). Первый триггер 4-х разрядного счетчика включен независимо от остальной последовательности из трех триггеров, имеет выход QA, не связанный с входом триггера второго разряда. Поэтому, чтобы реализовать 4-х разрядный счетчик, необходимо соединить выход 1-го разряда QA с входом второго разряда счетчика СКВ. Счетные импульсы подаются на вход СКА, а выходной код снимается с выходов QA, QB, QC, QD. Начальная установка счетчика в 0 при R0= R1=1. ШИМ-контроллер на счетчике 7493 (рис. 4) содержит генератор V2, задающий частоту следования импульсов ШИМ F=100 Гц. Тактирующие импульсы генератора V1  $f=2000$  Гц поступают на вход 4-х разрядного асинхронного счетчика U3. Старт-стопный триггер U2 запускается по перепаду 0/1 импульсов генератора V2.

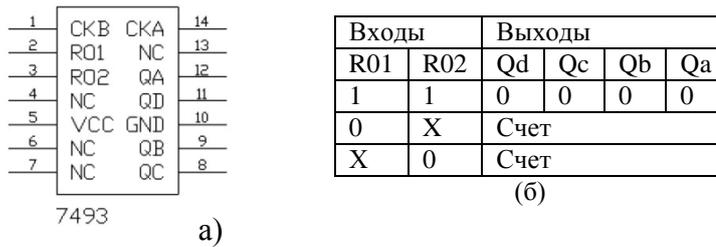


Рис. 3. Асинхронный двоичный счетчик 7493:  
а) УГО,  
б) таблица состояния.

Управляющий код задается ключами S1-S4. Схема сравнения кодов U4-U4, осуществляет поразрядное сравнение кодов счетчика U3 и управляющего кода, задаваемого ключами S1-S4. При равенстве кода на выходе счетчика и управляющего кода на выходе ЛЭ U8 появляется логическая 1.

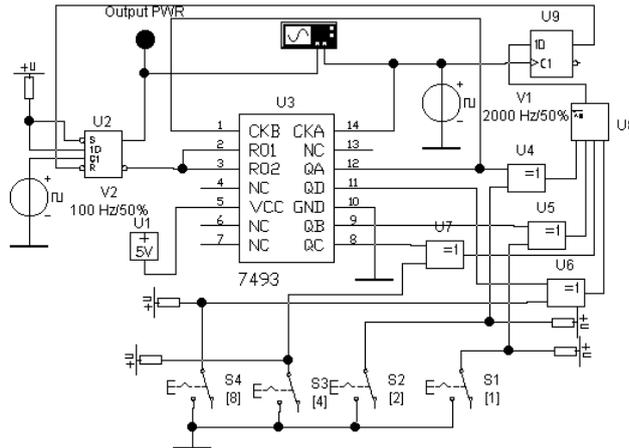


Рис. 4. ШИМ-контроллер на асинхронном двоичном счетчике 7493

В исходном состоянии триггер U2 находится в нулевом состоянии, счетчик обнулен. Триггер U9 выполняет тактовую привязку импульса выхода логического элемента U8 к сигналу генератора синхронизации V1 ( $f=2000$  Гц). С приходом от генератора V2 запускающего импульса триггер U2 устанавливается в состояние  $Q=1$ , R01, R02=0, счет разрешен. Код на выходе счетчика последовательно увеличивается на каждый тактовый импульс, пока схема сравнения кодов (выход U8  $Y=0$ ) не выдаст сигнал равенства кода счетчика и управляющего кода (ключи S1-S4). После тактовой привязки на триггере U9, сигналом 0 старт-стопный триггер U2 устанавливается в 0. Длительность импульса на выходе триггера U2 будет пропорциональна величине управляющего кода. При моделировании измерялась длительность импульса ШИМ при изменении управляющего кода.

### Литература

1. Бабенко В. П. Методические особенности разработки модели электродвигателя в системе EWB / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. - №2(7). – С. 53-66.
2. Бабенко В. П. Методические особенности компьютерного моделирования ШИМ-контроллеров / В. П. Бабенко, В. К. Битюков // Учебный эксперимент в образовании. – 2015. - №2(74). – С. 60-74.
3. Битюков В. К. Электропреобразовательные устройства: Учебное пособие / В. К. Битюков, А. А. Бокуняев, Э. М. Черниговская // М.: МИРЭА. 2000. – 155 с.
4. Битюков, В. К. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда / В. К. Битюков, А. В. Богатов, Н. Г. Михневич, В. А. Петров // Научные технологии. – 2012. – Т. 13. - № 5. – С. 5–15.

### АЛГОРИТМ РАБОТЫ МИКРОСХЕМЫ РЕГУЛИРУЕМОГО СТАБИЛИЗАТОРА MAX1759 В РЕЖИМЕ Понижения Напряжения

Битюков В.К., Миронов А.В., Михневич Н.Г., Петров В.А.  
Москва, МИРЭА

Проведены исследования различных характеристик источника вторичного электропитания с накачкой заряда, построенного на базе микросхемы MAX1759, работающей в режиме понижения

входного напряжения. На основании полученных результатов представлен алгоритм работы микросхемы в данном режиме.

**Algorithm of operation of regulated charge pump DC-DC converter MAX1759 in buck regime.  
Bityukov V.K., Ivanov A.A., Mikhnevich N.G., Petrov V.A.**

Study of the charge pump secondary power supply, built up on DC-DC converter MAX1759, in buck regime is carried out. On the base of obtained results the algorithm of integrated circuit operation is presented.

Введение. Преобразователи напряжения, работающие по принципу накачки заряда, с каждым годом получают всё большее распространение. Они дешевы, компактны и могут работать как в режиме понижения, так и повышения входного напряжения. Именно поэтому они наиболее часто используются в мобильных устройствах с батарейным питанием.

**1. Используемое оборудование**

На кафедре теоретической радиотехники и радиофизики МИРЭА разработан испытательный стенд, который позволяет исследовать характеристики различных источников вторичного электропитания, в частности, проводить измерения нагрузочных и передаточных характеристик в широком диапазоне определяющих параметров при различных токах нагрузки. Испытательный стенд в свою очередь входит в состав лабораторного комплекса, который включает в себя компьютер IBM PC, цифровой осциллограф GDS-820С компании GW instek и цифровой мультиметр 34405 компании Agilent. Структурная схема стенда, а также всего лабораторного комплекса представлена в [1].

**2. Исследование.** Ключевым элементом схемы с накачкой заряда является «летающий» конденсатор. Он осуществляет управляемый перенос энергии с входа на выход. В случае, когда выходное напряжение меньше входного, микросхема обеспечивает стабилизацию напряжения за счет работы в ключевом режиме, при котором отрицательный полюс «летающего» конденсатора накачки заряда постоянно подключен к «земле», а положительный полюс поочередно подсоединяется к источнику питания, а затем к выходному конденсатору, который в свою очередь подключен к нагрузке [2]. Управление коммутацией ключа осуществляется блоком управления, на который от осциллятора поступает тактовая частота. На рис.1 показаны кривые разряда-заряда «летающего» конденсатора, полученные при проведении измерений с различными токами нагрузки.

В средней части этого рисунка видно характерное изменение напряжения на «летающем» конденсаторе при его разряде в случае работы микросхемы в режиме понижения напряжения ( $U_{вх}=5,2$  В,  $U_{вых}=3,3$  В) при различных токах нагрузки. Из рис. 1 видно, что вне зависимости от тока нагрузки время разряда «летающего» конденсатора остается постоянным и примерно равно 300 нс.

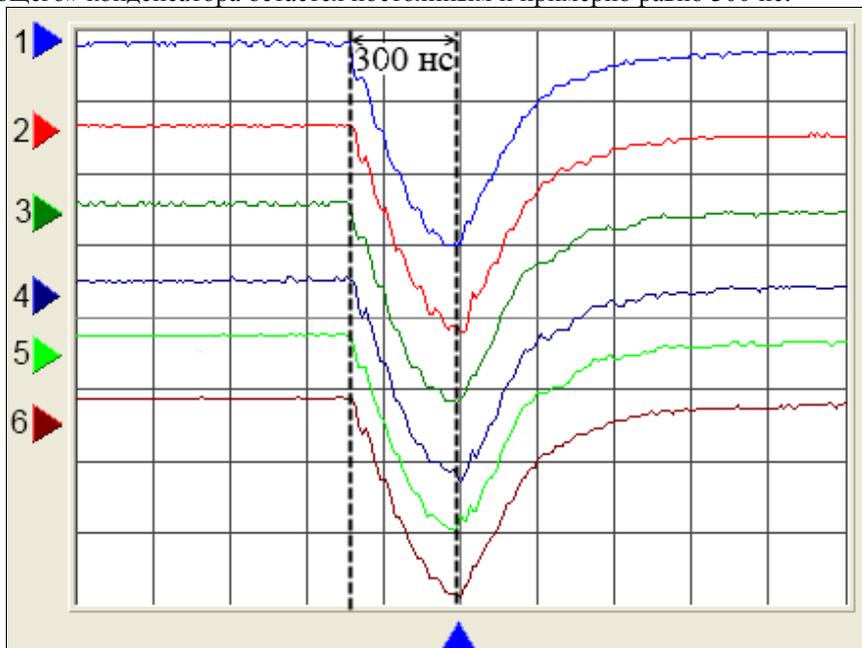


Рис. 1. Формы переменной составляющей напряжения на «летающем» конденсаторе (500 мВ/дел., 250 нс/дел.) при различных токах нагрузки: 1– 24 мА; 2– 39 мА; 3– 53 мА; 4–71 мА; 5– 83 мА; 6– 105 мА

На рис. 2 показана форма переменной составляющей выходного напряжения при работе в том же режиме, что и на рис. 1.

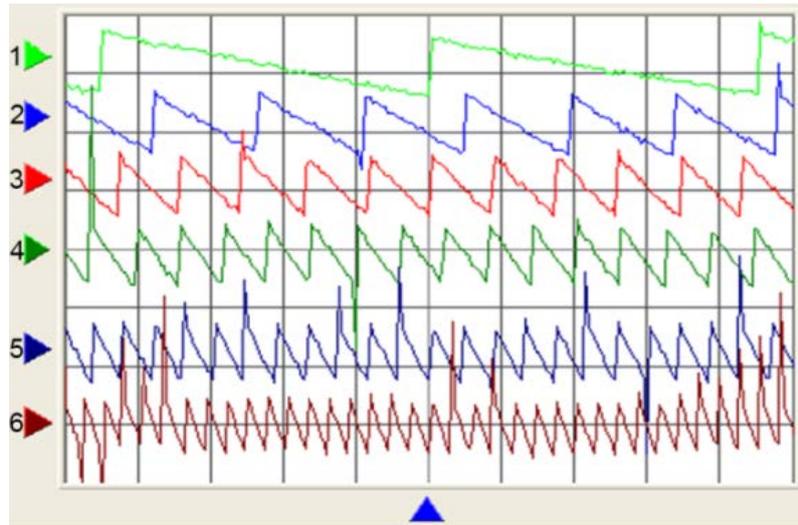


Рис. 2 Формы переменной составляющей выходного напряжения (50 мкс/дел., 100 мВ/дел.) при различных токах нагрузки: 1 – 2.94 мА, 2 – 9.38 мА, 3 – 15.6 мА, 4 – 21.9 мА, 5 – 31.3 мА, 6 – 46.4 мА

Заметно увеличение частоты работы коммутационного ключа преобразователя с увеличением тока нагрузки. При малом токе нагрузки выходной конденсатор разряжается медленно, и может поддерживать выходное напряжение на заданном уровне достаточно долгое время. Осциллятор прекращает свою работу до того момента, когда напряжение обратной связи упадет ниже опорного напряжения компаратора 1,235 В. После этого осциллятор включается, и «летающий» конденсатор вновь переключается на нагрузку.

### 3. Алгоритм работы микросхемы MAX1759

На рис. 3 представлен алгоритм работы MAX1759 в виде блок-схемы.

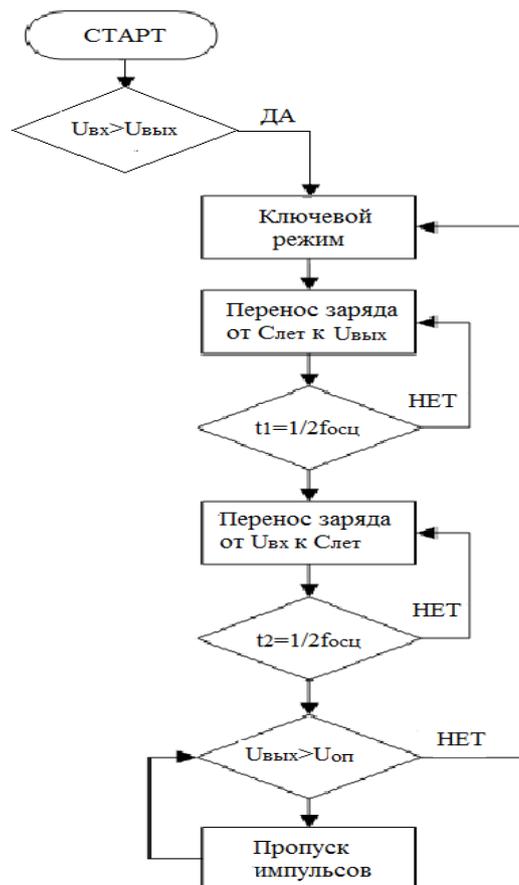


Рис. 3. Блок-схема работы MAX1759 в режиме понижения напряжения.

#### 4. Заключение

В результате проведенного исследования получен алгоритм работы микросхемы MAX1759 в режиме понижения входного напряжения. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение алгоритма ее работы в режиме повышения напряжения.

#### Литература

1. Битюков В.К., Богатов А.В., Михневич Н.Г., Петров В.А. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда // Научные технологии. 2012. № 5. - С. 5-15.
2. Buck/Boost Regulating Charge Pump in  $\mu$ MAX, MAX1759, Data Sheet 19-1600. – Maxim Integrated Products, 2000. - 10 pp.

### ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОДАВЛЕНИЯ ПУЛЬСАЦИЙ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ МИКРОСХЕМАМИ ЛИНЕЙНЫХ Понижающих СТАБИЛИЗАТОРОВ

Битюков В.К., Иванов А.А., Михневич Н.Г., Петров В.А.  
Москва, МИРЭА

Рассмотрена методика измерений с помощью осциллографа коэффициента подавления пульсаций во входной цепи линейных понижающих стабилизаторов напряжения. Приведены некоторые результаты исследований микросхемы регулируемого стабилизатора LM317L.

**Measurement of Power Supply Rejection Ratio of low dropout linear regulators. Bityukov V.K., Ivanov A.A., Mikhnevich N.G., Petrov V.A.**

Features of measurement of Power Supply Rejection Ratio (PSRR) of low dropout linear regulators using oscilloscope are considered. Some obtained results for LDO regulator LM317L are presented.

Микросхемы линейных понижающих стабилизаторов напряжения широко применяются в источниках вторичного электропитания (ИБЭ), поскольку с их помощью осуществляется наиболее простой способ регулирования выходного напряжения, используя более высокое входное. Главным преимуществом линейных стабилизаторов напряжения по сравнению с импульсными стабилизаторами являются существенно меньшие пульсации выходного напряжения. Однако пульсации на выходе не исключены полностью. Как правило, эти пульсации носят случайный характер, обычно их называют “шумом” и не анализируют его источники. Между тем можно выделить два источника такого “шума” на выходе стабилизатора: внутренний “шум” и внешний “шум”. Внутренний шум генерируется транзисторами и резисторами микросхемы и внешними компонентами стабилизатора. Внешний шум обусловлен внешними по отношению к линейному стабилизатору причинами – шумом (пульсациями) питающего напряжения и наводками на соединительные цепи. Линейные стабилизаторы напряжения должны быть спроектированы так, чтобы уменьшать (подавлять) внешний шум. Мерой такого подавления является коэффициент подавления пульсаций входного напряжения  $k$ , для которого в зарубежной литературе наиболее часто используют аббревиатуру PSRR (Power Supply Rejection Ratio). В отечественной литературе коэффициент  $k$  также называют коэффициентом сглаживания пульсаций [1] или коэффициентом ослабления изменений питания [2].

Коэффициент  $k$  измеряется в дБ и определяется по формуле:

$$k = 20 \log \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вых}}},$$

где  $U_{\text{вх}}$  – амплитудное значение напряжения пульсаций на входе стабилизатора, а  $U_{\text{вых}}$  – амплитудное значение пульсаций напряжения на выходе.

Для каждой конкретной микросхемы коэффициент  $k$  является своей функцией частоты напряжения пульсаций. Эта функция зависит от тока нагрузки и от разности между входным и выходным напряжением стабилизатора. Несмотря на важность этого параметра, отсутствует единая методика измерения таких характеристик. В ГОСТе [1], с которого снято ограничение срока действия, нет необходимой информации по методике измерений. Лишь указывается, что для измерения  $k$  нужно использовать комплексный источник постоянного и переменного напряжений, подаваемых на вход непрерывного стабилизатора напряжения и измеряемых измерителями постоянного и переменного напряжения соответственно, и подобные измерители нужно использовать на выходе стабилизатора. В технических описаниях зарубежных микросхем, как правило, приводятся одна или две частотные зависимости PSRR для одного комплекта определяющих параметров: конкретных значений тока

нагрузки, входного и выходного напряжений [3], при этом сведения о методике измерений не сообщаются.

Целью настоящей работы было создание методики измерений  $k$ , позволяющей проводить исследования в широком диапазоне определяющих параметров. На рис. 1 показана принципиальная схема платы, с помощью которой можно проводить необходимые измерения. На этой схеме в качестве примера показана реализация методики для исследования микросхемы LM317L.

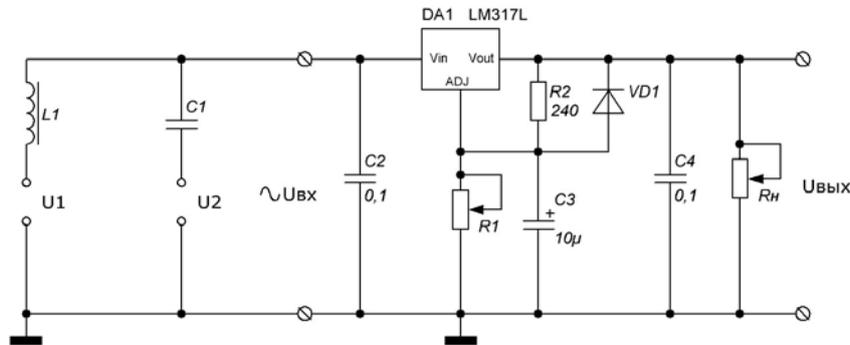


Рис. 1. Принципиальная схема измерительной платы

В основу методики положено суммирование на входе микросхемы DA1 напряжения постоянного тока  $U_1$ , которое играет роль общепринятого напряжения питания стабилизатора, с зондирующим напряжением переменного тока  $U_2$  синусоидальной формы, играющего роль внешнего “шума”. Конденсатор  $C_1$  и дроссель  $L_1$  изолируют оба источника напряжения друг от друга. В качестве источника напряжения  $U_1$  использовался регулируемый источник напряжения постоянного тока GPD-72303S компании GW Instek, а в качестве источника  $U_2$  – генератор сигналов AFG 3022 компании Tektronix. Интегральный стабилизатор LM317L включен по типовой схеме, приведенной в [3]. С помощью резистора  $R_1$  устанавливалось необходимое напряжение постоянного тока на выходе стабилизатора, а с помощью резистора  $R_n$  выбиралось необходимое значение тока нагрузки.

Основная трудность в исследовании коэффициента  $k$  интегральных линейных стабилизаторов напряжения обусловлена необходимостью измерения малых значений амплитуды пульсаций на выходе. Из-за этого часто возникает потребность в использовании дорогостоящих анализаторов цепей и специальных усилителей. Однако достаточно широкий частотный диапазон можно охватить, применяя современные осциллографы. В работе в качестве такого измерительного прибора был использован осциллограф GDS-72202 компании GW Instek. Используя разрешение 1 или 2 мВ/дел и осреднение, удалось провести измерения  $k$  в диапазоне от 1 кГц до 25 МГц. При этом максимальный размах синусоиды генератора  $V_{pp}$  был равен 5 В.

На рис. 2 в качестве примера показан один из результатов исследований частотной зависимости коэффициента подавления пульсаций входного напряжения микросхемой LM317L, при котором напряжение питания составляло 15 В, стабилизированное выходное напряжение 10 В и номинальный ток нагрузки 100 мА.

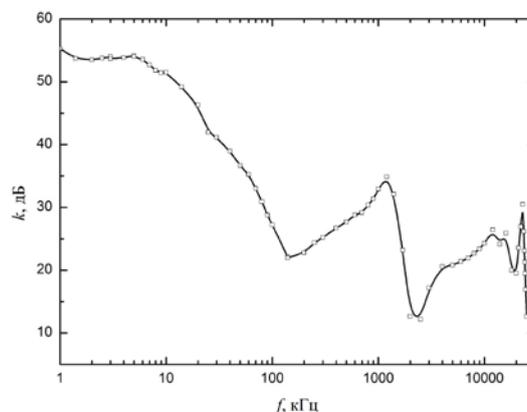


Рис. 2. Коэффициент подавления пульсаций на входе микросхемой LM317L

При этих измерениях с целью повышения точности в зависимости от частоты использовались различные величины значений амплитуды синусоидального напряжения на входе стабилизатора. В

диапазоне от 1 до 20 кГц, например, эти значения имели порядок одного вольта, при этом амплитуда сигнала на выходе составляла 2...4 мВ, в диапазоне от 7 до 25 МГц амплитуда на входе была в диапазоне 0.5...0.6 В, а амплитуда на выходе составляла несколько десятков мВ.

Полученные результаты показывают, что по мере увеличения частоты пульсаций на входе общей тенденцией является уменьшение коэффициента подавления  $k$ . Однако на зависимости  $k(f)$  есть ряд максимумов и минимумов. Подобный характер сохраняется при различных токах нагрузки. Некоторые соображения о причинах наблюдаемого характера зависимости  $k(f)$  имеются в [2], однако этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

#### Литература

1. ГОСТ 26949-86. Микросхемы интегральные. Методы измерения электрических параметров непрерывных стабилизаторов напряжения // М.: Изд-во стандартов, 1986. - 11 с.
2. Г. Морита. Источники шума в стабилизаторах с малым падением напряжения. // Часть 1. Электронные компоненты, 2011, № 11. - с. 66-70. Часть 2. Электронные компоненты, 2011, № 12. - с. 84-87.
3. LM317L-N 3-Terminal Adjustable Regulator // Texas Instruments Incorporated, 2013. - 16 pp.

### ПОСАДКА ВЕРТОЛЕТА НА НЕПОДГОТОВЛЕННУЮ ПЛОЩАДКУ

Бондарев В.Г.

*Воронеж. ВУНЦ ВВС «ВВА им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

Рассмотрен алгоритм измерения параметров положения вертолета при посадке на неподготовленную площадку типа заснеженное поле. В качестве измерительного средства предложено использовать бортовую систему технического зрения с дополнительной системой лазерных излучателей, обеспечивающих искусственные контрастные точки на земной поверхности.

#### **Landing of helicopter not on the prepared ground. Bondarev V.**

The algorithm of measuring the parameters of the position of the helicopter during landing not on the prepared ground type snow-covered field. As the measuring means is proposed to use an onboard vision system with an additional system of laser emitters, providing artificial contrasting points on the earth's surface.

Известно, что посадка летательного аппарата (ЛА) является сложным режимом полета, который сопровождается большим количеством катастроф и летных происшествий. Анализ показывает, что количество авиационных происшествий на этапе посадки составляет порядка 12 – 15 % от общего числа происшествий, а число катастроф на этапе посадки достигает 40% от их общего числа.

Наиболее сложным этот режим полета ЛА становится при осуществлении посадки на неподготовленную площадку, которая может иметь самый непредсказуемый рельеф и неожиданный визуальный образ.

Очевидным решением проблемы посадки ЛА является создание системы автоматической посадки. Именно в этом направлении уже не первый десяток лет работают разработчики авиатехники, но результаты этой работы весьма противоречивые. Основным препятствием является отсутствие удовлетворительных способов измерения положения ЛА на посадке, поэтому разработка новых подходов к решению этой задачи остается актуальной по настоящее время.

Перспективным средством измерения положения ЛА на посадке представляется система технического зрения. Однако в пассивном режиме она не может обеспечить измерение положения ЛА относительно земной поверхности в силу отсутствия оптических контрастов на площадке типа заснеженное поле, принципиально необходимых для ее работы. Поэтому рассмотрим бортовую СТЗ летательного аппарата, дополненную системой из четырех ИК полупроводниковых лазерных излучателей (рисунок 1). Измерение координат световых пятен, образованных их излучением посредством стереопары ФК1 и ФК2 обеспечивает определение положения ЛА как на снежном поле, так и в сложных метеоусловиях, в любое время суток, при этом не демаскируя ЛА в видимой части спектра.

Вместо естественных оптически контрастных точек на земной поверхности используются искусственные, сформированные посредством четырех бортовых лазерных излучателей, которые могут обеспечить надежное определение положения ЛА, относительно земной поверхности, ее наклон относительно местной вертикали, а также кривизну поверхности.

Измерения координат контрастных точек выполняются посредством СТЗ

$$X_v^{(2)} = F \left( \frac{B}{Z_{2v} - Z_{1v}} + 1 \right), \quad Y_v^{(2)} = Y_{1v} \frac{B}{Z_{2v} - Z_{1v}}, \quad Z_v^{(2)} = \frac{B}{2} \cdot \frac{Z_{2v} + Z_{1v}}{Z_{2v} - Z_{1v}}. \quad (1)$$

где  $Y_{\lambda v}$ ,  $Z_{\lambda v}$  – координаты изображения контрастной точки на первой и второй фоточувствительных матрицах,  $\lambda = 1, 2$  – номер фоточувствительной матрицы,  $v = 1 \dots 4$  – номер точки  $S_v$ ,  $B$  – расстояние между центрами фоточувствительными матрицами,  $F$  – фокусное расстояние объективов телекамер.

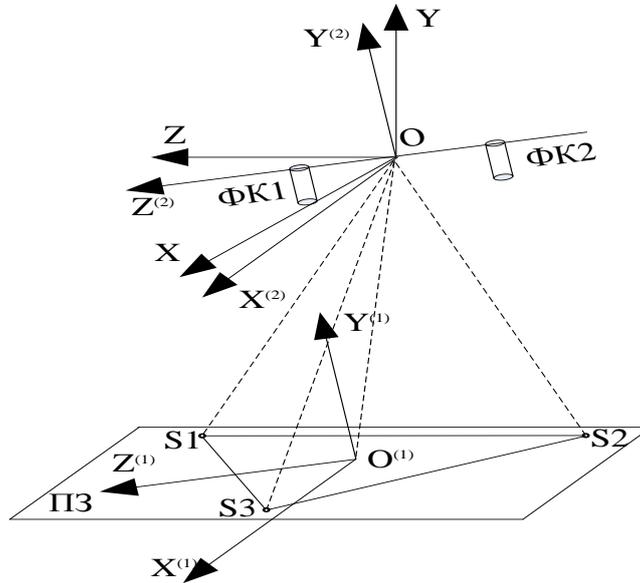


Рисунок 1 – Схема измерения положения ЛА на снежном поле:

ФК1, ФК2 – фотокамеры СТЗ; OXYZ – горизонтальная система координат;  $O^{(2)}X^{(2)}Y^{(2)}Z^{(2)}$  – измерительная система координат СТЗ, связанная с ЛА;  $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$  – система координат, связанная с плоскостью ПЗ; S1, S2, S3,  $O^{(1)}$  – система четырех световых пятен (маркеров); ПЗ – поверхность земли в окрестности точки посадки, задается в виде плоскости проходящей через точки S1, S2, S3.

Пусть положение ЛА, с которым связана система координат  $O^{(2)}X^{(2)}Y^{(2)}Z^{(2)}$ , относительно горизонтальной системы координат OXYZ описывается углами крена  $\gamma$  и тангажа  $\vartheta$ . Опуская вывод соотношений, позволяющих вычислить положение ЛА относительно земной поверхности, приведем основные результаты.

Выражение для угла наклона плоскости  $S_1S_2S_3$  от вертикали

$$\begin{aligned} \cos \nu = & \sin \vartheta \frac{\left[ (y_2^{(2)} - y_1^{(2)}) (z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)}) (y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) \right]}{|N|} + \\ & + \cos \gamma \cos \vartheta \frac{\left[ (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) (z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)}) (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) \right]}{|N|} + \\ & + \sin \gamma \cos \vartheta \frac{\left[ (x_2^{(2)} - x_1^{(2)}) (y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) - (y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) \right]}{|N|} \end{aligned} \quad (2)$$

Угол  $\beta$  разворота плоскости  $S_1S_2S_3$  вокруг вертикальной оси

$$\begin{aligned} \cos \beta = & \sin \gamma \frac{\left[ (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) (z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)}) (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) \right]}{|N|} + \\ & + \cos \gamma \frac{\left[ (x_2^{(2)} - x_1^{(2)}) (y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) - (y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) (x_3^{(2)} - x_1^{(2)}) \right]}{|N|} \end{aligned} \quad (3)$$

Чтобы исключить влияние угловых эволюций ЛА на результат измерения высоты, представляется резонным стабилизировать в горизонтальной плоскости положение лазерных излучателей, используя для этого двухрамочный карданов подвес, управляемый по сигналам угла крена и тангажа. После такой модификации системы высота ЛА может быть вычислена по выражению

$$\begin{aligned}
 y = h = & -x_1^{(2)} \sin \vartheta \cos \gamma + y_1^{(2)} \cos \vartheta \cos \gamma + z_1^{(2)} \sin \gamma + \\
 & + \frac{(x_1^{(2)} \cos \vartheta + y_1^{(2)} \sin \vartheta)((y_2^{(2)} - y_1^{(2)})(z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)})(y_3^{(2)} - y_1^{(2)}))}{(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})(z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)})(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})} + \\
 & + \frac{(x_1^{(2)} \sin \vartheta \sin \gamma - y_1^{(2)} \cos \vartheta \sin \gamma + z_1^{(2)} \cos \gamma)}{(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})(z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)})(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})} \times \\
 & \times \frac{(x_2^{(2)} - x_1^{(2)})(y_3^{(2)} - y_1^{(2)}) - (y_3^{(2)} - y_1^{(2)})(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})}{(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})(z_3^{(2)} - z_1^{(2)}) - (z_2^{(2)} - z_1^{(2)})(x_3^{(2)} - x_1^{(2)})}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, посадка ЛА (вертолета) в автоматическом режиме должна осуществляться по сигналам  $h$ ,  $\beta$ ,  $\psi$ .

Кроме этого, СТЗ позволяет вычислить неровность поверхности в окрестности точки посадки (формулы не приводятся ввиду их значительного объема);

Необходимо также отметить, что современный уровень развития оптоэлектронных компонент и цифровой вычислительной техники вполне соответствует потребностям бортовой СТЗ, поэтому реализуемость такого подхода в настоящее время не вызывает сомнений. В качестве лазерных маяков с успехом могут быть использованы импульсные полупроводниковые лазеры инфракрасного диапазона (940 нм, 1,3 мкм, 1,54 мкм!!!), что позволяет создать изделия малого веса, габаритов и стоимости, с низким энергопотреблением и безопасные для зрения летного состава и персонала аэродрома [2].

#### Литература

1. Бондарев В.Г. Алгоритм системы технического зрения посадочного модуля. Тезисы доклада. НТК. Современные проблемы ориентации и навигации, Таруса: ИКИ РАН, 2012.
2. Бондарев В.Г. Автоматическая посадка летательных аппаратов. Авиакосмическое приборостроение. - 2011, - №3. - С. 21-25.

### МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГАЗОПРОВОДОВ

Бушмелев П.Е., \*Увайсов С.У., \*\*Бушмелева К.И., \*\*Плюснин И.И.

*Сургут, Управление связи ООО «Газпром трансгаз Сургут», \*Москва, НИУ ВШЭ, \*\*Сургут, Сургутский государственный университет*

Разрабатываемая информационная система это программный продукт являющийся комплексом клиентских и серверных приложений, основанных на технологии OPC и используемый для контроля технологических параметров, оперативного диспетчерского управления, сбора и визуализации данных о состоянии технических средств, в частности беспроводных модулей, распределённой беспроводной системы мониторинга магистральных газопроводов.

#### **Model of information system of control engineering distributed wireless monitoring system gas. Bushmelev P., Uvaysov S., Bushmeleva K., Plusnin I.**

Developing an information system is a software product is a set of client and server applications based on OPC technology and is used to control the process parameters, operative dispatching management, collection and display of data on the state of technical equipment, in particular, wireless modules, distributed wireless monitoring system of main gas pipelines.

Основной стратегией XXI века нефтегазодобывающих компаний становится качество. Базовыми приоритетами производственной деятельности в порядке их значимости можно назвать экологию и безопасность. При этом невозможно построить, каждую из этих двух систем самостоятельно - обе они тесно взаимосвязаны, и оказывают взаимное влияние друг на друга.

Длительная эксплуатация газопроводных систем предъявляет повышенные требования безопасности к их техническому состоянию. Периодический контроль и освидетельствование состояния

магистральных газопроводов (МГ) дают возможность продлевать ресурс их эксплуатации. Одной из основных проблем, возникающих при эксплуатации МГ, является проблема воздействия на окружающую среду выбросов (утечек) загрязняющих веществ, в большей степени углеводородов (порядка 66%), получаемых в результате производственных процессов, осуществляемых при добыче и транспортировке газа [1,2].

Диагностика является одним из основных инструментов обеспечения длительной и безаварийной эксплуатации газопроводов. Своевременное обнаружение утечек газа приведет к уменьшению риска аварийных ситуаций, сопровождающихся значительным загрязнением окружающей среды и огромным материальным ущербом, и повышает вероятность бесперебойной работы всех производственных объектов газотранспортной системы.

Одним из способов обнаружения мест утечки газа и оценки технического состояния МГ, позволяющий получать информацию по всей трассе в целом, является использование распределенной беспроводной системы мониторинга (РБСМ) газопроводов [3,4]. Данная система мониторинга осуществляет сбор и передачу показаний с распределенных датчиков по обнаружению утечек газа. Таким образом, РБСМ позволяет дистанционно осуществлять непрерывный мониторинг в режиме реального времени. Но для полного контроля над техническими объектами недостаточно одной РБСМ, так как нет прямого доступа к данным всех элементов системы и представление полной картины происходящего.

Основным оборудованием, используемым в РБСМ, являются беспроводные модули (БМ). С их помощью осуществляется контроль над происходящими на газопроводах процессами. БМ состоит из: микропроцессора; датчика обнаружения газа-метана (газоанализатор); радиопередающего (с функцией ретрансляции) устройства; блока (на базе солнечной батареи) автономного питания [3,4].

В связи с этим, целью данной работы будет создание такой информационной системы (ИС) контроля технических средств РБСМ газопроводов, которая будет показывать все рабочие процессы в системе в режиме реального времени за счет мнемосхем.

Мнемосхема представляет собой условное графическое изображение технологической схемы определенной функциональной группы. Это может быть энергетическая система, технологический процесс и т.п. Иначе говоря, мнемосхема - это наглядная информационная модель производственного процесса или системы, выполненная как комплекс символов, изображающих элементы системы (или процесс) с их взаимными связями. Главная задача мнемосхем: отображение логики контролируемых и управляемых процессов, способствовать упрощению поиска и опознания нужной информации и оперативному принятию правильных решений.

В процессе управления мнемосхема является для оператора важнейшим источником информации о текущем состоянии системы, характере и структуре протекающих в ней процессов, в том числе связанных с нарушением технологических режимов, авариями и т.п. Мнемосхемы помогают оператору, работающему в условиях большого количества поступающей информации, облегчить процесс информационного поиска, помогают осуществлению технической диагностики при отклонениях процесса от нормы, обеспечивают внешнюю опору для выработки оптимальных решений и формирования управляющих воздействий.

Актуальность темы связана с тем, что в настоящее время идентификация технологического состояния газотранспортной сети (ГТС) на мнемосхемах осуществляется, как правило, локально под каждый участок МГ на газораспределительных пунктах (ГРП) текущего участка, но нет такой системы, которая объединит все эти мнемосхемы в одну. Результатом работы разрабатываемой ИС будет отображение текущего состояния всей ГТС с оборудованием РБСМ, что позволит выявлять: опасные участки МГ с частым превышением предельной концентрации метана; участки с наиболее частым выходом из строя оборудования; самые безопасные участки МГ.

Главным назначением ИС является повышение вероятности бесперебойной работы всех производственных объектов ГТС.

Проанализировав предметную область, была разработана архитектура будущей ИС контроля ТС РБСМ газопроводов. За основу создания ИС была взята архитектура РБСМ [3,4]. Данная архитектура была усовершенствована добавлением резервного БМ, который устанавливается вблизи компрессорной станции, на уровне беспроводных модулей и отображением результатов работы на мнемосхемах на клиентском уровне. Таким образом, в результате работы системы, вся необходимая информация будет отображаться на главной мнемосхеме.

Выбор беспроводной связи для передачи информации между датчиками и серверной, куда будет стекаться информация со всех датчиков для анализа, объясняется сложностью прокладки кабеля в труднодоступных районах эксплуатации МГ. Можно отметить, что для данной системы подходит беспроводная технология ZigBee – это открытый стандарт беспроводной связи для систем сбора данных и управления. Передача данных от 1-го БМ к маршрутизатору будет осуществляться по интерфейсу ZigBee IEEE 802.15.4, а от маршрутизатора к координатору - локально по интерфейсу USB/RS232.

Добавление резервного модуля является необходимостью, так как в РБСМ не было учтено возникновение отказа 1-го БМ, по причине которого данные не были бы переданы на сервер.

Мнемосхемы для ИС будут создаваться в SCADA-системе, передача данных в которых основана на OPC стандарте. Главной целью стандарта OPC является обеспечение возможности совместной работы средств автоматизации, функционирующих на разных аппаратных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами, поэтому в качестве сервера будет использоваться OPC-сервер.

В работах [3-7] было описано, что беспроводная сенсорная сеть (БСС) состоит из 2 ветвей с  $N$  количеством БМ, каждая ветвь охватывает половину расстояния до следующей и предыдущей компрессорной станции. Схема архитектуры ИС на примере одной ветви БСС (уровень БМ) с учетом трех уровней управления представлена на рисунке 1.

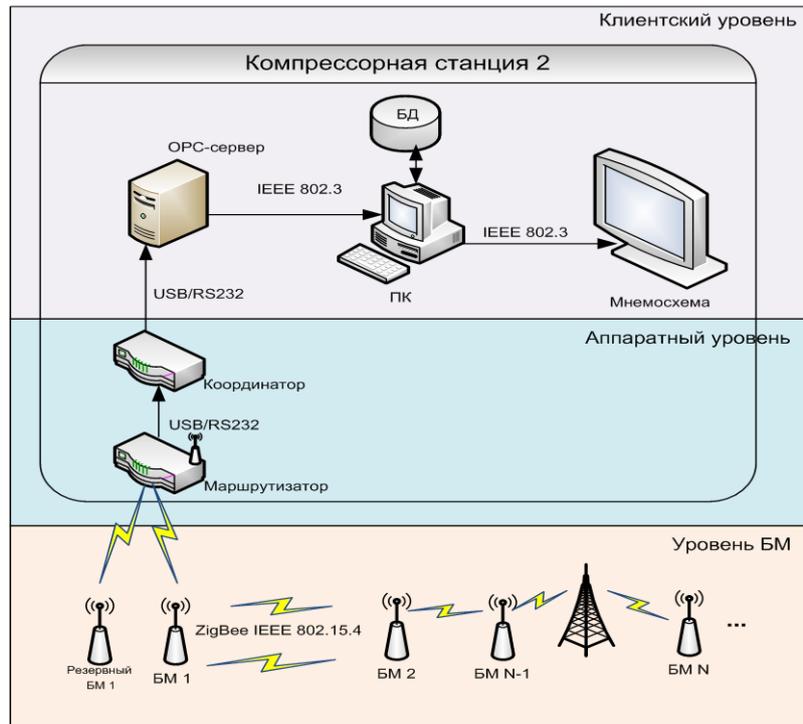


Рис.1 Архитектура ИС контроля ТС РБСМ газопроводов

Основным достоинством разрабатываемой ИС является отображение результатов работы БСС на мнемосхемах. Все мнемосхемы отдельных элементов системы обобщаются в главную мнемосхему всего газопровода, на которой и будет выводиться вся информация о состоянии системы и данные об элементах системы, включая метаданные.

Для разработки ИС будут использоваться программные продукты: SCADA-система MasterSCADA [8], OPC-сервер Modbus Universal MasterOPC Server и MS SQL Server 2008. MasterSCADA – основа автоматизированных систем управления технологическими процессами различной информационной мощности – от простых систем управления отдельными технологическими установками до многоуровневых клиент-серверных или распределенных систем, управляющих заводами и электростанциями. Особенностью MasterSCADA является встраиваемая исполнительная система для любых контроллеров с открытой архитектурой, полная поддержка стандарта OPC для связи с внешними контроллерами, возможность подключения нового оборудования без написания драйверов обеспечивает совместимость MasterSCADA любых устройств связи с объектом, что облегчает не только выбор технических решений при создании новых систем, но и дает возможность безболезненной модернизации уже существующих.

Функциональная модель ИС (рис. 2,3) разрабатывалась с помощью CASE – средства AllFusion Process Modeler [5-7], которая является инструментальной средой для визуализации моделирования, анализа, документирования и оптимизации бизнес-процессов, позволяющей графически, используя диаграммы IDEF0. Назначением использования диаграммы IDEF0 служит визуальное отображение потоков данных между подсистемами и поток взаимодействия с внешними, относительно системы, элементами.

Модель ИС содержит три типа диаграмм: контекстная (обобщенная) диаграмма представлена; диаграмма декомпозиции (детализированная) представлена на рис. 2; диаграмма декомпозиции модуля обработки данных на рис. 3. В границы охвата модели входят все подсистемы информационной системы,

представленные функциональными блоками. Ниже представлено детальное описание данных, используемых в системе.

Входные данные: информация с БМ; данные о БМ; запрос оператора. Управляющие данные: должностные инструкции; правила обнаружения отказов; справочник возможных состояний; математический аппарат обработки данных; эксплуатационные документы. Механизм: оперативный персонал; администратор; оборудование; ЭВМ. Выходные данные: рабочее состояние БМ; индикатор/утечка газа; отчетность; паспорт БМ; индикатор отказ; статистика.

Для более подробного описания структурно-функциональной модели проектируемой системы, на рис. 2 представлен уровень декомпозиции.

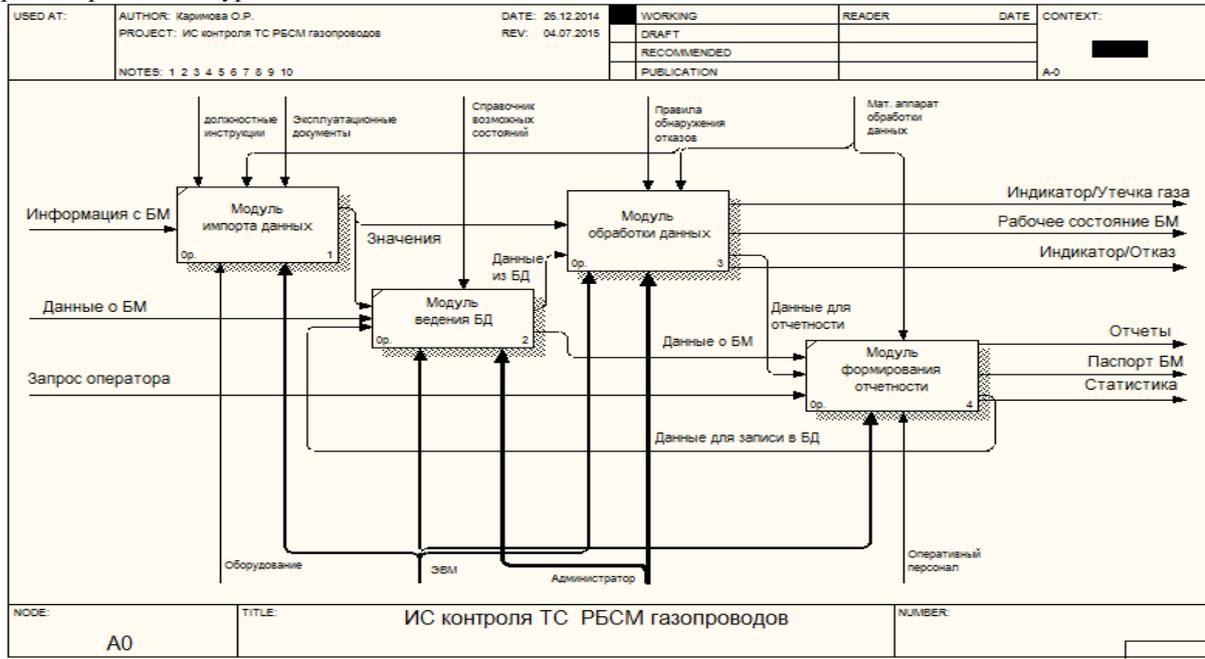


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции функциональной модели

На данной диаграмме выделены 4 функциональных блока: модуль импорта данных; модуль ведения базы данных (БД); модуль обработки данных; модуль формирования отчетности. Связи между блоками: значения; данные из БД; данные о БМ; данные для отчетности; данные для записи в БД.

На вход модуля импорта поступает информация с БМ, а на выходе эти данные преобразуются в приемлемую для обработки форму, то есть в значения. Значения из модуля импорта данных подаются на вход модуля обработки данных, которые взаимодействует с модулем ведения БД.

Основная функция модуля ведения БД информационная – хранение показаний всех БМ и паспортов БМ. Также модуль хранит все отчеты и статистику по работе системы. Данные после обработки в модуле обработки данных отправляются на выход в виде отображения на мнемосхеме рабочего состояния БМ, утечек газа или отказов на сигнализационном дисплее мнемосхемы.

Помимо отправки на выход системы, данные поступают в модуль формирования отчетности, где они преобразуются в форму, удобную для записи, и подаются на выход системы в виде статистики и отчетов. Также они отправляются в БД для архивирования.

Следующим уровнем детализации функциональной модели является декомпозиция модуля обработки данных (рис. 3).

На данной диаграмме выделены 3 функциональных блока: модуль сравнения с ПДК; модуль обнаружения отказов; модуль записи в БД. Связи между блоками: утечка газа; допустимые значения; отказ.

Значения и данные из БД поступают на вход модуля сравнения с ПДК и модуля обнаружения отказов, которые отправляются на выход в виде индикатора отказа, индикатора утечки газа и рабочего состояния БМ.

Данные из модуля сравнения с ПДК поступают на вход модуля записи в БД, где они преобразуются в форму, удобную для записи для отчетности, и подаются на выход системы.

Внедрение данной информационной системы на предприятиях газовой отрасли, безусловно, приведет: к уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду за счет своевременного обнаружения утечек газов; к уменьшению потерь при транспортировке газа и, следовательно, увеличение прибыли предприятий; к сокращению расходов на периодические проверки состояния ГТС и покупке дорогостоящего оборудования для этих проверок.

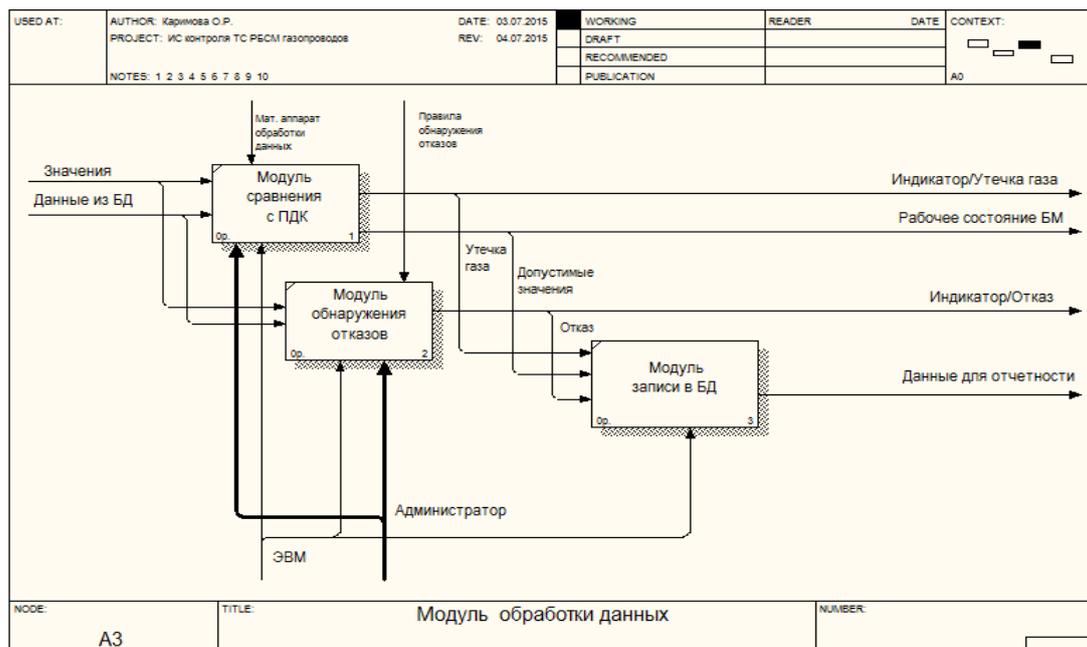


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции модуля обработки данных

### Литература

1. Бушмелева К.И. Методы и средства диагностирования магистральных газопроводов: Монография. - Сургут.гос. ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2011. – 215 с.
2. Методы мониторинга качества нефтегазовых коммуникаций: Монография /К.И. Бушмелева, П.Е. Бушмелев, И.И. Плюснин, С.У. Увайсов; Сургут.гос. ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2014. – 252 с.
3. Bushmeleva K.I., Plusnin I.I., Bushmelev P.E., Uvaisov S.U. Distributed wireless system for monitoring the technical state of objects in gas-transport network //Measurement Techniques. - 2013. - V.56, № 3. - P. 226-231.
4. Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Плюснин И.И., Бушмелева К.И. Беспроводная сенсорная сеть обнаружения утечек газа на магистральных газопроводах //Инновационные информационные технологии: Материалы межд. науч.-практ. конф. «IT-2012». - Прага, апрель 2012. – С. 377 - 380.
5. Bushmeleva K.I., Plusnin I.I., Bushmelev P.E., Uvaisov S.U. Modeling the optimal parameters for a remote sensing device //Measurement Techniques. - 2011. - V.54, №3. – P. 294 – 299.
6. Плюснин И.И., Бушмелев П.Е., Бушмелева К.И., Дергунов Н.В. Модель системы мониторинга объектов газотранспортной сети на основе топологии Mesh //Инновационные информационные технологии: Материалы межд. науч.-практ. конф. «IT-2013».- Прага, апрель 2013. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. Т. 3. – С. 88 – 94.
7. Бушмелев П.Е., Расальскис С.А., Увайсов С.У., Бушмелева К.И., Плюснин И.И. Модель сенсорной сети телекоммуникационной системы контроля утечек метана //Качество. Инновации. Образование. – 2015. - №3. – С. 28 – 34.
8. MasterSCADA. Основы проектирования: методическое пособие. М.: InSAT, 2012. 106 с. – Режим доступа: <http://www.insat.ru/products/?category=815>

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕДЯНОЙ ПРОБКИ В ПРОЦЕССЕ ИСТЕЧЕНИЯ ГАЗА ИЗ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Бушмелева К.И., Тенсин В.Е., Бушмелев П.Е., Плюснин И.И.  
Сургут, Сургутский государственный университет

Рассмотрены предпосылки формирования ледяной пробки при истечении природного газа из магистрального трубопровода. Обоснована необходимость разработки программного обеспечения позволяющего производить компьютерное моделирование поведения утечки газа и образования ледяной пробки с учетом как внешних, так и внутренних факторов, в условиях действия эффекта Джоуля - Томсона.

**Computer simulation of the effect of education of ice plugs in process gas flowing out of the trunk truboprovodov. Bushmeleva K., Tensin V., Bushmelev P., Plusnin I.**

The preconditions of formation of ice jams at the end of the natural gas pipeline. The necessity of developing software allows computer simulation of the behavior of leakage of gas and the formation of ice jams, taking into account both external and internal factors, under the action of the Joule - Thomson.

Магистральные трубопроводы (МТ) являются одними из наиболее экономичных, а в случае транспорта газообразных веществ - единственным видом транспорта, обеспечивающим поставку природного газа от мест добычи к потребителям. С другой стороны, это один из самых капиталоемких видов транспорта. Важно отметить, что, будучи при нормальной работе экологически чистым, газ может нанести невосполнимый ущерб окружающей среде при авариях на МТ. Отсюда понятно внимание, уделяемое вопросам надежности и эффективности работы МТ при их проектировании и эксплуатации. Надежность работы данных объектов обеспечивается соблюдением рекомендаций нормативных документов при проектировании и эксплуатации трубопроводов (строительных норм и правил, норм технологического проектирования и правил эксплуатации) [1-3].

Эффективность работы зависит от технического состояния объектов и оборудования и рациональности их использования. При этом фактические условия работы МТ отличаются от проектных решений. В процессе эксплуатации меняется состояние линейной части и оборудования станций, что предопределяет изменение пропускной способности МТ и изменение параметров работы при постоянной производительности.

Решение задачи повышения эффективности эксплуатации МТ полностью зависит от качества выполнения анализа функционирования всего трубопровода и отдельных его элементов за счет проведения технического диагностирования различными методами. Результаты анализа должны позволить сделать вывод о фактическом состоянии линейной части и оборудования МТ, рациональности их использования, экономичности используемой технологической схемы и об основных причинах приводящих к утечкам газа (авариям), снижающих в свою очередь эффективность работы данных объектов [1-3].

Как показывает практика, причиной утечек газа являются различные дефекты, в частности, возникающие вследствие коррозии стенок трубопроводов, нарушений сварных соединений и др. дефекты [1-3]. Своевременное обнаружение утечек газа из МТ позволяет уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций. Однако наблюдения показывают, что при свободном истечении (утечки) газа под давлением через малое отверстие в трубе, происходит его закупорка. Таким образом, в процессе истечения газа из МТ, согласно действию эффекта Джоуля – Томсона, должна периодически формироваться (в связи с конденсацией) и исчезать (из-за давления в трубе) ледяная пробка вещества (влаги, газа и т.п.). Что в свою очередь будет препятствовать диагностированию технического состояния МТ.

Периодичность формирования ледяной пробки оказывает как положительный, так и отрицательный эффект при эксплуатации МТ. Положительный заключается в уменьшении объема утечки газа, закупорки места истечения. Отрицательный связан с резким снижением вероятности обнаружения места утечки основными оптическими, дистанционными методами диагностирования [1-3]. Поэтому важным является выявление, какое вещество конденсируется, определения периодичности процесса конденсации – плавления ледяной пробки и влияния внутренних и внешних факторов оказывающих воздействие на этот процесс. Создание программного обеспечения (ПО) позволяющего проводить компьютерное моделирование поведения утечки газа и образования ледяной пробки, учитывающего данные факторы, позволит подтвердить математическую зависимость этого явления и использовать ее для корректировки и уточнения методик проведения технического диагностирования МТ [4-7].

Данное ПО «Истечение газа» будет представлено в виде автоматизированной системы (АС) позволяющей: моделировать процесс образования ледяной пробки при истечении газа из МТ вследствие действия эффекта Джоуля-Томпсона и представление результата в числовом виде; расчёт значения массы намерзающей ледяной пробки и суммарного значения количества теплоты, необходимого, для полного таяния намерзающей ледяной пробки; осуществлять сбор, обработка и накопление данных о моделируемых процессах, с представлением пользователю данных о предыдущих процессах моделирования; создание документационных отчётов в формате pdf о результатах проведённых процессов моделирования; реализация прогнозирования времени таяния ледяной пробки.

На основе представленных функциональных возможностей была построена организационно-функциональная модель, описывающая работу АС. Анализ функциональной модели позволяет понять, где находятся наиболее слабые места, в чем будут состоять преимущества новых процессов автоматизации. Для разработки данной модели был выбран мощный инструмент моделирования,

анализа, документирования и оптимизации бизнес-процессов корпорации CA Technologies – AllFusion Process Modeler 7.

Реализованная модель содержит два вида диаграмм: контекстная (обобщенная) диаграмма; диаграмма декомпозиции (детализированная) [5-7]. На рисунке 1 представлена диаграмма декомпозиции организационно-функциональной модели АС «Истечение газа». Входными данными (стрелки с лева) для реализуемой АС являются: логин и пароль пользователя; временные рамки по проведению процесса моделирования в виде запроса пользователя. Управляющие данные (стрелки сверху) - математическая модель. Механизмы (стрелки снизу): пользователь АС «Истечение газа», исследователи данного процесса; ЭВМ, посредством которой будет производиться процесс моделирования. Выходные данные (стрелки справа): результаты расчёта данного процесса; отчёт.

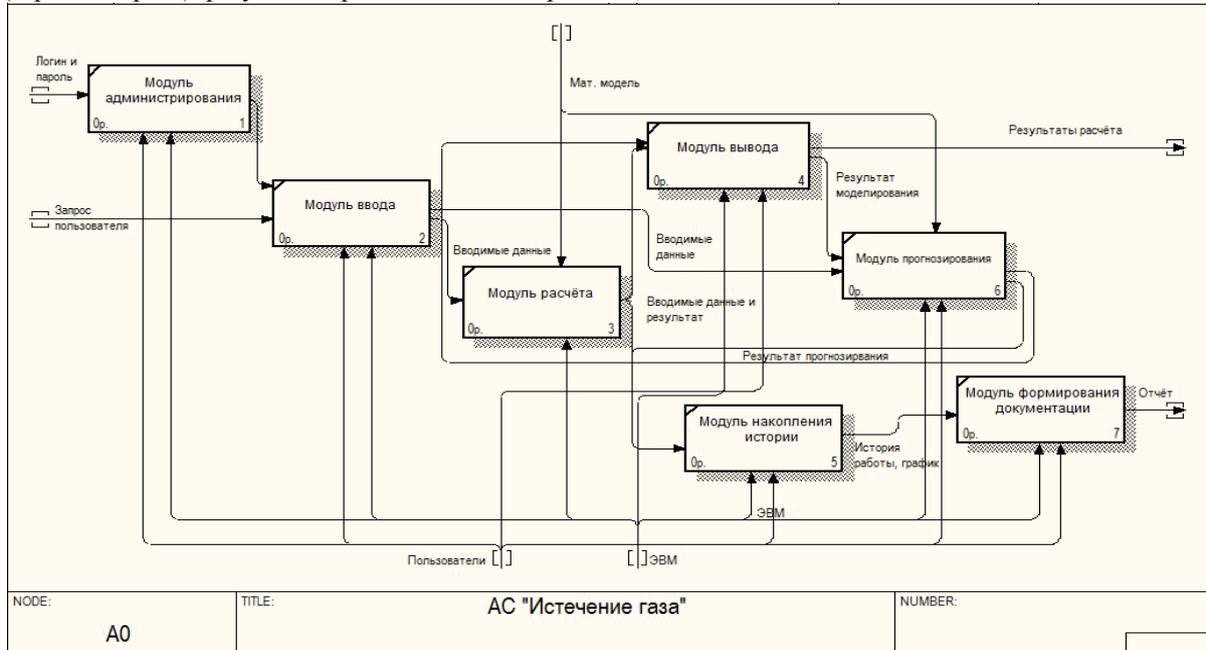


Рис. 1. Диаграмма декомпозиции функциональной модели АС

В детализированной диаграмме выделены семь блоков (модулей).

1. Модуль администрирования, должен обеспечивать: идентификацию и аутентификацию пользователей; управление правами доступа к информации и функциям системы.

2. Модуль ввода; осуществляет: ввод данных о моделируемом процессе из базы данных (БД); ввод отдельных параметров математической модели самим пользователем.

3. Модуль расчёта должен осуществлять расчет разности температур газа, истекающего из МТ под действием эффекта Джоуля-Гомпсона, по выбранной математической модели и параметрам, необходимым для выбранной модели.

4. Модуль накопления и представления истории работы пользователей с АС должен обеспечить: накопление информации в БД в виде истории работы пользователей с АС «Истечение газа» и включающей в себя значения заданных параметров моделируемого процесса, математическую модель, результат компьютерного моделирования, результат прогнозирования, точное системное время, в которое было осуществлено моделирование, имя пользователя; экспорт истории работы пользователей из БД по заданным полям для дальнейшего использования этих данных в других модулях.

Реализация задачи накопления информации возникает автоматически сразу после завершения работы модуля расчета и модуля прогнозирования.

По окончании реализации задачи экспорта истории работы пользователей, полученные данные передаются либо в модуль представления информации, либо в модуль формирования документации по выбору пользователя.

5. Модуль вывода должен обеспечить представление информации пользователю в виде: сведений о моделируемом процессе (значения параметров, расчетная формула, результат моделирования); сведений о производимом прогнозе (значение массы ледяной пробки, значение количества теплоты, необходимое для таяния ледяной пробки, прогнозируемое время таяния ледяной пробки); графика динамики по данным, полученным из модуля истории работы.

6. Модуль прогнозирования необходим для расчёта значение массы ледяной пробки, расчета значения количества теплоты, необходимого для таяния ледяной пробки, а так же расчета прогнозируемого времени таяния ледяной пробки.

7. Модуль формирования документации должен формировать документацию со следующими данными: отчёт о результатах проведенного моделирования; график динамики по данным, полученным из модуля истории работы.

Рассмотренная организационно-функциональная модель автоматизированной системы позволит реализовать на ее основе программное обеспечение позволяющее моделировать процесс образования ледяной пробки при истечении газа из МТ вследствие действия эффекта Джоуля-Томпсона и осуществлять представление полученных результатов, как в виде различных математических моделей, так и в документационных отчётах в зависимости от запросов пользователя, с реализацией прогнозов учитывающих различные внешние и внутренние воздействия, оказываемые на данный эффект. Это в свою очередь предполагает повышение точности и оперативности поиска утечек газа методами диагностирования дефектов, что в значительной мере позволит экономить ресурсы предприятия, а также предотвратить серьезные экологические последствия от утечек газа.

#### **Литература**

1. Бушмелева К.И. Методы и средства диагностирования магистральных газопроводов: Монография. - Сургут. гос. ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2011. – 215 с.
2. Методы мониторинга качества нефтегазовых коммуникаций: Монография /К.И. Бушмелева, П.Е. Бушмелев, И.И. Плюснин, С.У. Увайсов; Сургут. гос. ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2014. – 252 с.
3. Bushmeleva K.I., Plyusnin I.I., Bushmelev P.E., Uvaisov S.U. Distributed wireless system for monitoring the technical state of objects in gas-transport network //Measurement Techniques. - 2013. - V.56, № 3. - P. 226-231.
4. Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Плюснин И.И., Бушмелева К.И. Беспроводная сенсорная сеть обнаружения утечек газа на магистральных газопроводах //Инновационные информационные технологии: Материалы межд. науч.-практ. конф. «IT<sup>2</sup>-2012». - Прага, апрель 2012. – С. 377 - 380.
5. Bushmeleva K.I., Plusnin I.I., Bushmelev P.E., Uvaisov S.U. Modeling the optimal parameters for a remote sensing device //Measurement Techniques. - 2011. - V.54, №3. – P. 294 – 299.
6. Плюснин И.И., Бушмелев П.Е., Бушмелева К.И., Дергунов Н.В. Модель системы мониторинга объектов газотранспортной сети на основе топологии Mesh //Инновационные информационные технологии: Материалы межд. науч.-практ. конф. «IT<sup>2</sup>-2013».- Прага, апрель 2013. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. Т. 3. – С. 88 – 94.
7. Бушмелев П.Е., Расальские С.А., Увайсов С.У., Бушмелева К.И., Плюснин И.И. Модель сенсорной сети телекоммуникационной системы контроля утечек метана //Качество. Инновации. Образование. – 2015. - №3. – С. 28 – 34.

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАРТФОНА В КАЧЕСТВЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРА ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Веселов М.В., Приходько В.В.  
*Ульяновск, УлГУ*

Рассмотрены требования, предъявляемые к персональному прямопоказывающему дозиметру, способному функционировать совместно со смартфоном. Показано, что на рынке существует ряд решений, предназначенных для измерения мощности дозы, однако отсутствуют соответствующие решения для измерения дозы, поглощенной человеком в течение длительного срока. Рассмотрены основные методы детектирования ионизирующего излучения и предложены наиболее перспективные направления решения данной проблемы.

#### **On the possibility of using a smartphone as a personal dosimeter of ionizing radiation. Veselov M., Prikhodko V.**

The requirements are analyzed to be met by a personal direct reading dosimeter that is designed to function in conjunction with smartphones. It is shown that there are several solutions for measuring the dose rate on the market, but there are no similar solutions for measuring the dose absorbed by a man during a long period. The basic methods of detecting ionizing radiation are reviewed and the most promising ways of solving the problem are proposed.

В последние годы смартфоны перестали быть просто средством связи. Функционал мобильных устройств расширяется постоянно, предлагая пользователям сервисы, потребность в которых самим пользователем еще до конца не осознана. С технологической точки зрения современный смартфон или

планшет представляют собой довольно универсальное вычислительное устройство, позволяющее подключать дополнительные модули, управляемые специальным программным обеспечением. К таким модулям могут относиться сенсоры, которые позволяют пользователям наблюдать за важными параметрами, имеющими значение для здоровья, например, за количеством потребляемых нами калорий в пищу, за уровнем физической активности, за частотой сердцебиений и за другими ключевыми параметрами состояния человека.

Учитывая печальный опыт техногенных катастроф, в первую очередь – аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1, особое внимание в современном мире следует уделять измерению ионизирующих излучений. В этой области смартфон с небольшим подключаемым модулем представляется перспективным устройством, способным выступить в роли прямопоказывающего персонального дозиметра.

Дозиметрический модуль, подключаемый к смартфону и пригодный для повседневного использования, очевидно, должен удовлетворять следующим требованиям:

1. малые габариты, позволяющие постоянно носить дозиметр с собой;
2. возможность измерять не только мощность дозы, но и накопленную дозу за достаточно длительный период;
3. малая мощность источника питания модуля либо его полное отсутствие;
4. простота подключения к мобильному устройству;
5. вывод информации о мощности дозы/поглощенной дозе в мкЗв/мЗв на экран мобильного устройства посредством специального программного обеспечения;
6. относительная дешевизна решения.

Рассмотрим вкратце существующие на рынке решения.

Классический дозиметр, способный определять основные виды радиоактивного излучения (альфа, бета и гамма), строится на базе счетчика Гейгера-Мюллера. В отечественных дозиметрах используются счетчики СБМ-20 или СБМ-21, реже – Бета 1-1, в зарубежных – LND7317. При всех своих достоинствах счетчики Гейгера-Мюллера имеют недостатки – высокую цену и невысокую доступность. Так, например, стоимость дозиметра на базе LND7317, разрабатываемого в рамках краудфандингового проекта на Kickstarter [1], составляла \$400. Среди отечественных разработок следует отметить подключаемый к смартфону дозиметрический модуль Мера Р-1000 на основе сенсора Бета 1-1, способный производить измерение бета- и гамма-излучения. Стоимость данного решения начинается от 6000 руб.

Более миниатюрной альтернативой счетчику Гейгера-Мюллера служит полупроводниковый детектор на базе PIN-диода. В вариантах схем, кроме PIN-диода, могут использоваться малошумящие операционные усилители и компаратор – такая схема была предложена, например, компанией Maxim [2]. К недостаткам полупроводникового детектора можно отнести слабую чувствительность к гамма-излучению и нечувствительность к альфа- и бета-излучениям.

Одной из наиболее амбициозных отечественных разработок, использующих полупроводниковый детектор, является малогабаритный дозиметр-радиометр «ДО-РА», который работает на базе мобильного телефона (смартфона). Питание модуля «ДО-РА» производится от штатного аккумулятора смартфона. К сожалению, данный проект уже длительное время находится в стадии изготовления опытных экземпляров.

Следует отметить многочисленные самодельные разработки, основанные на применении совместно с мобильными устройствами как счетчиков Гейгера-Мюллера (например: [3, 4]), так и полупроводниковых детекторов (например: [5]).

Существуют также экзотические способы измерения мощности дозы при помощи закрытой от света камеры смартфона. Однако проведенные исследования [6] позволили установить, что корректная работа таких сенсоров начинается при уровнях излучения в 20 мкГр/ч для смартфонов Samsung и 30 мкГр/ч для смартфонов Apple. Главный недостаток такого подхода – низкая чувствительность к малым значениям мощности дозы.

Кроме рассмотренных выше решений, в дозиметрии уже долгое время используется ряд других методов детектирования ионизирующих излучений [7, 8]. Перечень основных типов детекторов ионизирующих излучений приведен в таблице 1.

Анализ таких параметров, как габариты, чувствительность к излучению малой мощности и стоимость детекторов позволяют оценить целесообразность их применения в качестве подключаемого модуля к смартфону (см. табл. 1).

Табл. 1. Перечень основных типов детекторов излучений

Тип детектора	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Целесообразность использования совместно со смартфоном

Ионизационная камера	+	+	+	–
Пропорциональный счетчик	+	+	–	– +
Счетчик Гейгера-Мюллера	+	+	+	+
Искровой счетчик	+	–	–	–
Камера Вильсона и диффузионная камера	+	+	–	–
Сцинтилляционные счетчики	+	+	–	+ –
Кристаллический счетчик	+	+	+	+
Химический дозиметр	–	+	+	+
Фотоэмульсия	+	+	+	– +
Калориметрический детектор	+	+	+	–
Пузырьковая камера	+	+	–	–

Из таблицы следует, что, кроме традиционно популярных счетчиков Гейгера-Мюллера и полупроводниковых детекторов, для изготовления модульных персональных дозиметров, применяемых совместно со смартфоном, возможно использование таких типов детекторов, как сцинтилляционный, кристаллический, химический и фотоэмульсионный.

Следует отметить еще один аспект проблемы, которому производителями дозиметров не уделяется должного внимания. Несмотря на многообразие решений по измерению мощности дозы ионизирующего излучения с помощью мобильного устройства, обзор рынка показывает отсутствие аналогичных решений, способных обеспечить замер накопленной человеком дозы. Измерение дозы актуально не только для персонала предприятий атомной промышленности, сотрудников МЧС, военнослужащих некоторых родов войск, но и для обычных граждан, регулярно совершающих авиаперелеты, проживающих в зонах, пострадавших от радиоактивных осадков, и пр.

Существующие в настоящее время решения по измерению дозы либо громоздки, либо относятся к непосредственно показывающим дозиметрам, требующим совершения достаточно сложных технологических процедур для прочтения показаний. К таким устройствам относятся, в первую очередь, поглощающие таблетки типа ТЛД-500К, которые используют термолюминесцентный метод определения дозы; фотоэмульсионные пленки и некоторые другие.

Учитывая вышеизложенное, представляется перспективным создание малогабаритного дозиметрического модуля, способного не только выполнять измерения мощности дозы при подключении к смартфону, но и проводить замер накопленной дозы в автономном режиме в течение длительного времени. В докладе приводятся результаты исследования авторского коллектива в этом направлении.

#### Литература

1. <https://www.kickstarter.com/projects/seanbonner/safecast-x-kickstarter-geiger-counter>
2. Application note 2236, Gamma-Photon Radiation Detector, <http://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/2236>
3. <http://habrahabr.ru/post/204808/>
4. <http://habrahabr.ru/post/170785/>
5. <http://habrahabr.ru/post/184554/>
6. <http://www.ansto.gov.au/AboutANSTO/MediaCentre/News/ACS049898>
7. Кмент В., Кун А. Техника измерений радиоактивных излучений. – М.: Наука, 1964, с.14.
8. Izewska Joanna, Rajan Govinda. Radiation Dosimeters / Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005, p.64.

#### ОСОБЕННОСТИ МНОГОРЕЖИМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫМ СКАНАТОРОМ

Выскуп В.Г.

*Москва, Научно-исследовательский институт-Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы*

В работе приводится описание особенностей управления зеркальным сканатором с магнитоэлектрическим приводом. Рассмотрены задачи управления сканатором для считывания и воспроизведения информации, приводящие к многорежимности.

**Features of multimode control of the mirror scanner. Vyskub V.**

The description of the features of the control of the mirror scanner with the magnetoelectric drive is given in the work. The tasks of the scanner control for reading and reproducing information and leading to multimode usage are reviewed in the paper.

Необходимость многорежимного управления зеркальным сканатором с магнитоэлектрическим приводом связана с разнообразием задач обработки и воспроизведения графической информации, особенностями сканатора как объекта управления, стремлением максимально реализовать преимущества оптико-механических зеркальных сканаторов.

Один из типовых режимов работы сканатора –позиционное перемещение сканирующего пятна по кадру размерами порядка  $100 \times 100 \text{ мм}^2$  и стабилизация сканирующего элемента в заданном положении.

При отклонении сканирующего зеркала от положения равновесия возникает возвращающий момент, величина которого определяется упругими свойствами подвижной части либо гравитационным взаимодействием и возрастает с увеличением угла отклонения. Кроме того, подвижная часть сканатора подвергается воздействию механического "шума", характер которого зависит от условий задачи. Для удержания сканирующего элемента в заданном положении необходимо иметь систему стабилизации, которая обеспечивает динамическое равновесие в любой заданной точке пространства перемещений с минимально возможной амплитудой колебаний относительно этого положения и минимальным временем отработки возмущающих воздействий. Требования к погрешности стабилизации сканирующего элемента в ряде приложений выражаются значениями в десятые доли угловой секунды в диапазоне углов до нескольких угловых градусов [1]. Такие точности достигаются применением интерференционных измерителей, определяющих дискретность сигнала о перемещении сканирующего элемента в пространстве.

Упругие связи магнитоэлектрического привода усложняют управление сканатором. Применение распространенного на практике пропорционального управления с обратными связями по положению и скорости имеет ограниченные возможности. Линейный подход к реализации управления по состоянию сканатора, описываемого дифференциальным уравнением высокого порядка, является проблематичным, так как требуются высокие коэффициенты усиления и высокие управляющие сигналы, нарушаются условия линейности. При этом необходимо измерение переменных состояния.

Позиционные перемещения сканирующего элемента в рабочем пространстве могут быть выполнены с использованием квазиоптимального по быстродействию управления – в виде простейшего алгоритма с двумя интервалами максимального управляющего воздействия. Практически задача решается системой с переменной структурой, в которой на основном по длительности участке движения работает релейная система, а вблизи конечного положения – линейная система стабилизации. Эффективность применения релейно-линейного управления зависит от постоянных времени сканатора, величин перемещения, максимально допустимого ускорения, условий включения системы стабилизации. Средством улучшения качественных показателей систем управления является комбинированное управление. Вместе с тем, имеется определенное противоречие между условием малой погрешности в переходном и установившемся режимах. Отсюда вытекает, что коррекция должна быть раздельной: отдельно для переходного и для установившегося режимов. Сочетание релейного форсирующего режима на начальном участке движения и дальнейшего, с некоторого момента, комбинированного управления, обеспечивающего астатизм по скорости, позволяет уменьшить динамическую ошибку при отработке линейного воздействия [2].

В общем случае отображения цифровых данных возникает задача функционального управления, при которой должно выполняться согласованное движение сканирующего пятна по заданной траектории и с заданной скоростью. Многие практические задачи воспроизведения сложных траекторий движения могут быть решены кусочно-линейными траекториями. При графическом отображении цифровых данных с помощью зеркального сканатора реализуется как векторный (в виде коротких отрезков), так и растровый режим построения изображений. Динамическая ошибка на изломах траектории также как и на прямолинейных участках, должна удовлетворять установленным требованиям. Нестабильность скорости движения светового пятна по носителю изображения, например, ведет к изменению величины экспозиции, т.е. изменению плотности изображения и нарушению линейности развертки. При непрерывном воспроизведении заданной кривой должны быть обеспечены согласованные перемещения сканирующего пятна по обеим координатам, работа модулятора, узла фокусировки. Комбинация сканаторов различных типов дает возможность сочетать преимущества каждого в отдельности, использовать более быстрый, но меньшего разрешения для строчной развертки, а с большим разрешением, но более медленный - для кадровой развертки и коррекции [3].

В некоторых случаях возникает задача двумерного программного управления сканатором, при котором точное движение по заданной кривой означает не только точное воспроизведение ее формы, но

и синхронную с заданием обработку величины перемещения, а также синхронизации нескольких сканаторов, работающих на общую нагрузку.

Средством расширения динамических возможностей оптико-механических сканирующих систем является оптическая коррекция, связанная с использованием дополнительного малоинерционного корректирующего дефлектора, в качестве которого может быть сканирующее устройство иного принципа, например, акустооптический или электрооптический дефлектор. Дополнительный дефлектор, не уменьшая разрешения всей оптической схемы формирования сканирующего пятна, должен компенсировать динамические погрешности системы управления сканатором. Для эффективности коррекции постоянная времени звена коррекции должна быть значительно меньше электромеханической постоянной времени основного сканатора. В случае задачи создания микроаэра требуется формирование дополнительного управляющего воздействия, синхронизированного с движением по строке. Вместе с тем, дополнительный дефлектор, встраиваемый в сканирующую систему, приносит дополнительную нелинейность оптического характера.

Требование обеспечения фокусировки пучка по плоскому носителю приводит к необходимости введения дополнительной оптической коррекции также в фокусирующем канале. Такая коррекция выполняется, например, с помощью короткофокусной линзы, перемещаемой в осевом направлении. Сигнал управления перемещением линзы может быть сформирован по данным измерителей перемещения сканирующего пятна.

#### **Литература**

1. Петраков, А.В. Высокоточные телевизионные читающие автоматы /А. В. Петраков, В.Г. Выскуб. М.: Энергоатомиздат, 2008.- 576 с.
2. Выскуб, В.Г. Устройства и системы автоматического управления высокой точности /В.Г. Выскуб, В.И. Сырякин, В.С. Шидловский. Томск: ТГУ, 2009.-307 с.
3. Быстродействующий лазерный генератор изображений/ Н.А. Афонников, А.М. Буфан, А.Ф. Дунайцев и др. // Автметрия.- 1991.- N1. С. 68-74.

### **НОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Третьяк Л.Н., \*Герасимов Е.М.

*Оренбург, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», \* «Оренбургский Центр промышленной медицины»*

Предложен новый принцип конфигурации формального нейрона (ФН) нижнего уровня интеллектуальных нейронных сетей (ИНС), предназначенных для автоматизированного управления многоэтапным технологическим процессом. Новый ФН наделен функцией обратной связи, что позволяет модернизировать многоярусные ИНС до двухуровневых. ИНС с новым ФН позволяют создавать гибкие технологические линии.

#### **The formal neuron new configuration as a basis of the innovative reconstruction of intellectual neural networks. Tretyak L., Gerasimov E.**

The new principle of the formal neuron (FN) configuration of the lower level of the intellectual neural networks (INN), intended for the automated management of the multi-stage technological process, is offered. The new FN is allocated with the feedback function that allows to modernize multi-tier INN to the two-level. The INN with the new FN allow to create flexible technological lines.

Впервые формализованная математическая модель нейрона была разработана в 1943 году Мак-Каллоком и Питтсом как бинарный пороговый элемент, суммирующий входные сигналы и формирующий на выходе сигнал величины «1», если эта сумма имеет пороговое значение, и «0» – в противном случае. Именно в этом смысле должна была использоваться теория ФН для разработки концепции автоматизированного управления любым процессом. Принципиальная ошибка разработчиков математического аппарата ИНС на основе структуры ФН состоит в представлении функции биологического нейрона как функции его синапса, а функции НС как искаженной функции типичной рефлекторной дуги.

Первыми, кто ещё в 1969 году подверг критике теорию НС с использованием ложного представления о функции ФН, были М. Минский и С. Пейперт. Они подвергли строгому математическому анализу структуру перцептронных схем ИНС и показали их нерепрезентативность: однослойные нейронные сети имеют ограниченные возможности, а обучение многослойных сетей –

бесперспективно. Как показал К.А. Пупков (2007 г) в своем обзоре методов организации ИС, аргументация М. Минского и С. Пейперта была настолько серьезна, что остановила процесс разработки ИИС более чем на 10 лет.

Модернизация промышленных технологических линий в настоящее время направлена на совершенствование управления технологическими процессами с использованием ИИС. Мечтой конструкторов и технологов всего мира является создание гибких автоматизированных технологических линий, которые можно было бы быстро перенастраивать на изменяющийся потребительский спрос. Используя бионику, как перспективную прикладную науку, переносящую биологические принципы в современные технические устройства, мы пришли к выводу, что модернизация ИИС в направлении быстродействия, миниатюризации и повышения их надежности возможна при технологическом моделировании функции биологической нервной клетки (рис. 1).

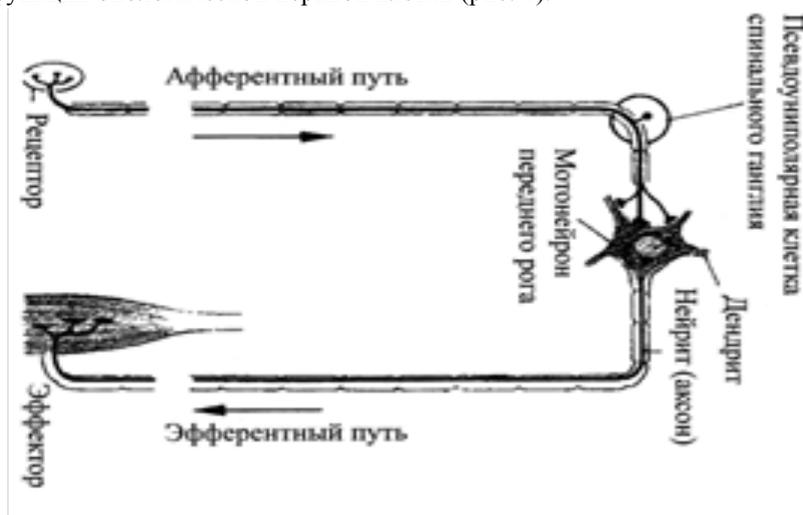


Рис. 1 Схема биологической рефлексогенной дуги

Применительно к техническим устройствам «рецепторам» принадлежат функции «датчиков». Чувствительный нерв или афферентный путь это природный эквивалент технической проводной связи, соединяющей рецептор (датчик) через систему синапсов с управляющей нервной клеткой мотонейроном переднего рога. При этом псевдоуниполярная клетка спинального ганглия играет роль «усилителя» афферентной (чувствительной, сенсорной) импульсации, тогда как синаптические окончания соединяют афферентный путь импульсов с телом и аксонами управляющего мотонейрона.

Новый принцип на основе конфигурации ФН мы применили при автоматизации управления биотехнологическим процессом пивоварения [1, 2]. Принципиально новым в модернизированных ИИС является конфигурация ФН нижнего уровня, обладающего обратной связью. Предусмотрена возможность блокировать процесс и инициировать корректирующие действия в случае расхождения реальных параметров процесса (по данным автоматизированного мониторинга). От заданных параметров процесса (или показателей качества полупродукта на этапах технологического процесса). При этом иерархическая структура ИИС становится двухъярусной, причем второй уровень управления предназначен только для ручного управляющего воздействия (для подтверждения дежурным оператором необходимости включения автоматизированного корректирующего действия). Этот прием исключает необходимость существования компьютеризированного рабочего места на каждом технологическом этапе.

Разработанная нами модель автоматизированного мониторинга и управления технологическим процессом (патент РФ № 2 396 101) не требует капитальных затрат и может быть реализована в рамках модернизации существующего производства и его дооснащения автоматизированными блоками (рис. 2). Управление осуществляет процессор 1 через блок коррекции 11, в котором также анализируется информация от блока 4 мониторинга технического состояния основного оборудования 5.1, 5.2, 5.м и блока контроля качества промежуточного продукта 6, через сигнал рассогласования из блока сравнения 7 (блок сравнения фактических параметров объекта управления с параметрами, заданными моделью), и формируется управляющее воздействие на блок управления основным 2 и, через него, на блок вспомогательным 3 оборудованием. При этом дежурный оператор-технолог 8 вводит параметры стандарта качества в блок стандарта качества и безопасности полупродукта 9 по специальному каналу связи 10. Блок контроля (мониторинга) качества промежуточного продукта 6 через блоки 9 и 7 взаимосвязан с блоком коррекции 11 и по тревожному сигналу рассогласования 12 связан с управляющим процессором 1. Сигнал аварийной технической ситуации по каналу 13 выводится на мнемосхему 14 текущего состояния процесса через блок управляющего процессора 1. Причем можно

дистанционно изменять диапазоны допустимых параметров процесса и отклонений показателей качества полупродукта в процессе его поэтапного превращения из сырья в готовый продукт (информация поступает из блока сравнения 7 стандарта и фактических данных мониторинга).

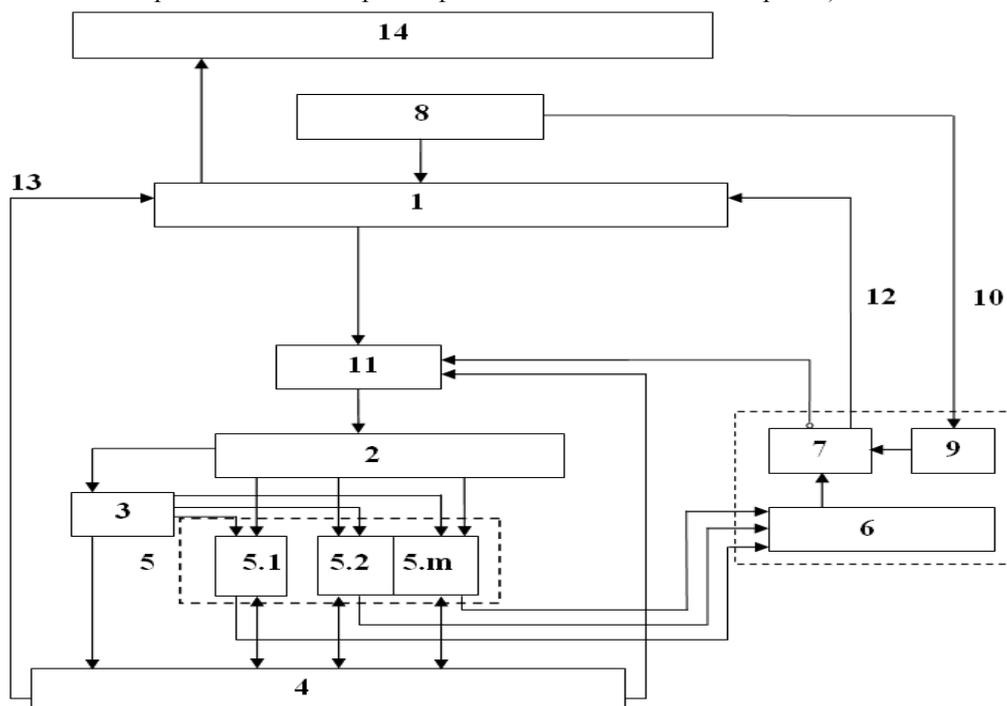


Рис. 2 Двухъярусная ИНС управления процессом пивоварения по предлагаемым принципам

Предлагаемая конфигурация ФН нижнего уровня, функционально схожая с морфологической структурой биологической рефлекторной дуги с участием биологического нейрона, рецепторов и эффекторов, оказалась применимой и в нефтехимической промышленности при учете потоков нефти от нефтедобытчиков к потребителю. При этом, становятся излишними системы контроля качества нефти (например, СИКН 551) и системы автоматизированного управления комплексом перекачивающего оборудования.

#### Литература

1. Третьяк, Л.Н. Технология производства пива с заданными свойствами: монография. / Л.Н. Третьяк. – СПб.: Издательство Профессия, 2012. – 463 с.
2. Третьяк, Л.Н. Проблемы управления биотехнологическим процессом пивоварения и пути их решения / Л.Н. Третьяк: материалы 10-й МНПК «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» // научн. ред. А.Н. Тихонов – М.:МИЭНИУ ВШЭ. – 2013. Т. 1. С. 543-545.

#### СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОБЛАСТИ ЗА ВИДЕОМОНИТОРОМ

Богачёв К.А., Глухов П.А.  
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ.

Показана необходимость освещения области за экраном видеомонитора, проведен анализ существующих решений. Предложена структурная схема системы на основе датчиков освещенности.

#### Automatical Lightning System of the Region Behind a Video Screen. Bogachev K.A., Glukhov P.A.

The necessity of lighting the area of the display screen, and an analysis of existing solutions was shown. A structural diagram of a system based on light sensors was suggested.

При работе за компьютером самому неблагоприятному для организма воздействию подвергается зрительная система пользователя. Причиной быстрой усталости глаз является несоблюдение правил, необходимых для более безопасной, с точки зрения эргономики, работы за ЭВМ. Для того чтобы обезопасить себя, требуется следить за такими факторами, как: правильное расположение рабочего

места, визуальные параметры видеомонитора и внешнее освещение. Для контроля яркости внешнего освещения относительно яркости видеомонитора предлагается система автоматического освещения области за монитором. Ниже представлены варианты реализации данной системы.



Рис. 1. Вид монитора спереди.

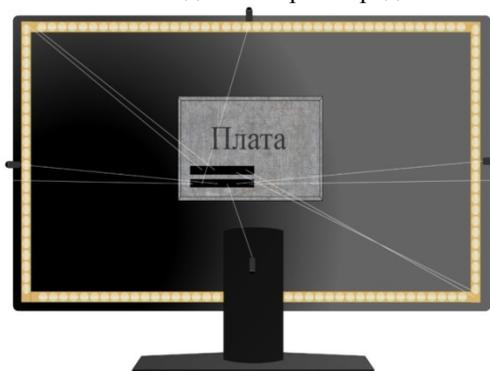


Рис.2. Вид монитора сзади.

СВЕТОДИОДНАЯ ЛЕНТА



ФОТОДИОД



Рис. 3. Условные обозначения.

С помощью фотоприёмников, которые используются в роли датчиков яркости экрана и внешнего освещения, передаётся сигнал яркости в блок обработки и управления, который реализует контроль яркости периферийных осветителей, реализованных на светодиодах, что обеспечивает изменение внешнего освещения с яркостью, идентичной яркости монитора, в автоматическом режиме.

Данная система имеет 3 режима работы:

1 режим: если яркость окружающей среды ниже, чем яркость монитора, то яркость периферийных осветителей, установленных позади монитора, будет подстраиваться под текущую яркость монитора.

2 режим: если яркость окружающей среды выше, чем яркость монитора, то система оповестит пользователя о недостаточной яркости монитора мигающим индикатором, пока пользователь не увеличит яркость монитора до приемлемого уровня.

3 режим: если яркость окружающей среды и яркость монитора совпадают, то срабатывает режим бездействия.

Таким образом, предложенная система обеспечивает автоматическую подстройку адаптирующего уровня внешнего освещения для обеспечения комфортных условий зрительной работы, что позволит минимизировать зрительное утомление.

#### **Литературы.**

1. Богачев К. А. Оптимизация качества информационного взаимодействия в человеко-машинных комплексах // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 5. С. 47-51.

2. Богачев К. А. Оценка и повышение качества информационного взаимодействия операторов комплексов отображения информации // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции (2012) /

Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ.ред.: С. У. Увайсов. М. : МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. С. 514-516.

## УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ – МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Гродзенский С.Я., Калачева Е.А.

Москва, Московский государственный университет информационных технологий радиотехники и электроники (МИРЭА)

Рассмотрены основные причины, вынуждающие компании воздерживаться от реализации PDM-системы. Показано, что внедрение PDM-системы возможно и при сравнительно небольшом бюджете.

### Product data management - myths and reality. Grodzenskiy S.Ya., Kalacheva E.A.

The main reasons that lead companies to refrain from the PDM-system implementation are considered. It is shown that the introduction of the PDM-system is possible with a relatively small budget.

Информационная поддержка жизненного цикла (ЖЦ) продукции основана на переходе от «бумажной» к интегрированной информационной среде, охватывающей все стадии ЖЦ продукции. Средством перехода служит технология хранения и управления данными об изделии (PDM-система) [1-3]. Основная идея PDM-технологии - эффективность управления информацией за счет повышения доступности данных об изделии, требующихся для информационных процессов ЖЦ продукции. В работах [4,5] рассмотрен выбор наиболее рациональной PDM-системы и процесс ее внедрения на предприятии. Три основных свойства PDM-системы:

- управление данными о продукте;
- возможность быстро находить и повторно использовать информацию;
- обмен информацией и сотрудничество с другими подразделениями компании.

Применение PDM-системы позволяет существенно улучшить процесс проектирования и разработки продукции и несет в себе ряд преимуществ перед традиционным подходом, в частности:

- автоматизирование работы с документами, как результат - сокращение времени на поиск текущих и архивных документов;
- информационная поддержка изделия на этапах производства и эксплуатации;
- упрощение процесса обмена и повторного использования проектных данных.

Очевидные достоинства PDM-системы ни у кого не вызывают сомнения, но ее реализация на практике наталкивается на определенный консерватизм мышления менеджеров, базирующийся на своеобразных мифах. По данным фирмы Tech-Clarity [6] на рис. 1 приведены причины, по которым компании не применяют PDM-систему (при опросе можно было указывать несколько вариантов). Основные причины – высокая стоимость внедрения и малая доступность ИТ-ресурсов. Например, 21% из 2500 опрошенных представителей компаний не знают, что такое PDM-система.



Рис. 1. Распределение причин, по которым компании не применяют PDM-систему

Миф 1: «Стоимость и период внедрения PDM-системы неприемлемо велики»

Известно много историй о длительном и дорогостоящем внедрении PDM-системы. В реальности процесс внедрения PDM-системы не займет много времени и не потребует значительных средств. При этом необходимо, чтобы компания провела необходимые изменения в своих процессах или их организации. Внедрение может занять больше усилий, если компания имеет много подразделений, находящихся к тому же на значительном удалении друг от друга.

PDM (англ. Product Data Management) – управление данными об изделии.

Tech-Clarity – независимая консалтинговая фирма, специализирующаяся на анализе бизнес-ценности технологий программного обеспечения и услуг.



Рис. 2 Время внедрения PDM-системы

Среднее время, необходимое для внедрения PDM-системы составляет около 9 месяцев. На основе данных рис. 2 можно сделать следующие выводы:

- более половины компаний реализовали PDM-систему менее чем за год;
- более одной четверти реализовали PDM-систему менее чем за три месяца.

То же самое верно и для стоимости (рис. 3). Средняя стоимость составляет около \$ 75 000, все зависит от величины организации и числа автоматизированных рабочих мест.

На основе данных рис. 3 можно сделать следующие выводы:

- более половины компаний тратят меньше, чем \$ 100 тыс. для реализации PDM;
- около одной трети компаний тратят меньше, чем \$ 25 тыс.

Вышеперечисленное показывает, что PDM-система может быть реализована эффективно, даже при сравнительно небольшом бюджете.



Рис.3 Цена внедрения PDM-системы

**Миф 2: «PDM-система только для тех, кто используют 3D CAD»**

В реальности те, кто используют 2D CAD, также получают существенную выгоду от PDM-системы.

**Миф 3: «PDM-систему надо внедрять сразу во всех подразделениях»**

В реальности большинство компаний начинают с ограниченного масштаба внедрения (пилотный проект) и растут с течением времени.

**Миф 4: «Небольшим компаниям нет необходимости в PDM-системе»**

В реальности все зависит от сложности выпускаемой продукции. Стоит понимать, что не размер компании приводит к задачам управления данными, а, прежде всего, сложность выпускаемой продукции.

**Миф 5: «PDM-система применима только для управления CAD файлами»**

В реальности PDM-система не только позволяет управлять файлами всех типов, но при этом автоматизирует и улучшает бизнес-процессы.

**Миф 6: «PDM-система – только средство проектирования»**

CAD (Computer Aided Design) - системы компьютерной поддержки проектирования. Предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуется системами автоматизированного проектирования – САПР). В CAD-системы могут входить модули моделирования двумерной конструкции (2D) и/или трехмерной объемной конструкции (3D) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т. д.).

В реальности большинство компаний расширяет использование PDM-систем на всех стадиях ЖЦ продукции, а не только при ее разработке и проектировании.

PDM-система помогает компаниям повысить эффективность бизнеса за счет сокращения времени выхода продукции на рынок, повышения качества продукции и, как результат, повышается конкурентоспособность компании.

Нужно преодолеть собственный консерватизм мышления, пересмотреть предвзятые представления о стоимости и времени, необходимом для внедрения PDM-системы на основе данных, приведенных в докладе. Компаниям, которые используют 3D в качестве основного инструмента проектирования, следует признать, что можно применять PDM-систему не только для контроля сложных файловых отношений.

### Литература

1. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В. CALS-технологии: основные направления развития // Стандарты и качество. —2002. —№7. — С. 12-18.
2. Гродзенский С.Я., Овчинников С.А., Калачева Е.А. Применение стандартов моделирования в CALS-технологиях / Методы менеджмента качества. — 2013. — № 6. — С. 38—43.
3. Гродзенский С.Я., Калачева Е.А. Система управления данными об изделии как основа интегрированной информационной среды / Вестник МГТУ МИРЭА. —2014. —№3. — С. 130-134.
4. Калачева Е.А. Внедрение PDM-системы на предприятии как фактор оптимизации производства / Методы менеджмента качества. — 2015. — № 1. — С. 46-49
5. Гродзенский С.Я., Калачева Е.А., Киселевич В.П. Выбор PDM-системы для информационной поддержки СМК // Стандарты и качество. —2015. — №5. — С. 59-61.
6. Jim Brown. Tech-Clarity Perspective: The Facts About Managing Product Data / Tech-Clarity, Inc. 2015. — P.1-20.

### ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОСТАВЩИКОВ

Володина М.В. Гродзенский Я.С.

*Москва, Московский государственный университет информационных технологий радиотехники и электроники (МИРЭА)*

Обсуждается оценка качества поставщиков, высказанная классиками квалитологии. Даются рекомендации по выбору поставщиков на основе количественных критериев.

#### **On suppliers quality evaluation. Volodina M., Grodzensky Ya.**

The suppliers quality evaluation is discussed according to qualitology classics. The recommendations on suppliers selection on the basis of quantitative criterias is provided.

Среди 14 принципов Деминга для управляющего один звучит так: «*Положите конец практике закупки по самым низким ценам*» [1]. Отношениям с поставщиками посвящен и восьмой принцип TQM. Суть этих принципов сводится к тому, чтобы при выборе поставщиков, помимо цены на продукцию, оценивать их возможность обеспечивать ее качество. Предлагается уменьшить число поставщиков одного и того же продукта, отказываясь от услуг тех из них, кто не смог статистически подтвердить свое качество, стремиться к установлению долгосрочных, доверительных отношений с поставщиками. Цель в этом случае – минимизация общих, а не только первоначальных затрат. Важность закупки качественных комплектующих и материалов и, соответственно, управления качеством поставщиков определяется влиянием закупаемой продукции на конечный продукт. По оценкам Ф. Кросби 50% дефектов продукции в компании вызваны низким качеством закупаемых комплектующих. К. Исикава приводит данные о 70% случаев низкого качества закупаемых комплектующих.

Дж. Джуран предложил идею многочисленных поставщиков и потребителей: все осуществляется в ходе процесса, в котором участвуют потребители и поставщики. При этом качество может быть обеспечен только путем нарастающих дополнений - создания цепочки повышения ценности. А. Фейгенбаум полагал, что в основе качества лежит система общего контроля качества, охватывающая и потребителей и поставщиков. По его мнению, необходимо тесное взаимодействие для обеспечения высокого уровня качества.

Идеи Ф. Кросби основаны на определении качества как соответствие установленным требованиям. Применительно к выбору поставщиков можно говорить о необходимости задавать четкие требования поставщикам и оценивать степень соответствия данным требованиям и возможность их выполнения. Таким образом, для оценки качества поставщиков, первостепенной задачей становится определение четких критериев оценки поставщиков

При проведении анализа любого процесса первостепенное значение имеет выбор критериев – признаков, на основе которых будет проводиться дальнейшая оценка. Универсального набора критериев оценки качества поставщиков не существует.

Для задания эффективных критериев оценки необходимо четко определить факторы, влияющие на принятие решения о возможности последующей работы с поставщиком, присвоить им весовые коэффициенты и ранжировать в порядке возрастания их значимости, в зависимости от типа поставщика и характера предполагаемых отношений с ним.

Долгосрочное сотрудничество (стратегическое партнерство) подразумевает проведение комплексной оценки качества поставщика, при этом оценке подвергается ряд дополнительных

критериев. В работе [2] проведен анализ критериев, влияющих на качество поставки. Результаты представлены на рис. 1.

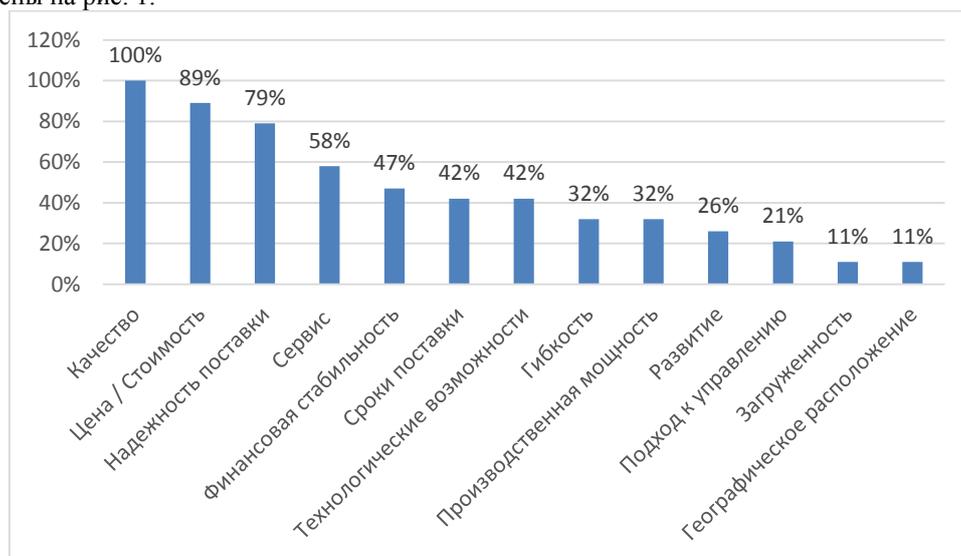


Рис. 1. Вес критериев, определяющих качество поставки

По результатам исследования [2] в совокупности с анализом работ [3-6], условно, можно выделить три основные группы критериев качества поставщиков, признанные большинством авторов.

- Качество
- Логистическая эффективность
- Затраты

Каждая группа включает совокупность оцениваемых показателей. Так, например, качество включает в себя оценку качества продукции, оценку возможности поставщика поставлять продукцию в соответствии с требованиями спецификации. Для оценки данного критерия необходимо проверить СМК поставщика на соответствие требованиям стандартов, например, ISO серии 9000.

Общепринятыми показателями качества поставляемой продукции является доля несоответствий и количество забракованной продукции на миллион поставленных (ppm):

$$\text{Доля несоответствий} = \frac{\text{Количество несоответствий}}{\text{Количество поставленной продукции}} \times 100$$

Другой показатель -

$$ppm = \frac{\text{Количество забракованной продукции}}{\text{Общее количество поставленной продукции}} \times 1\,000\,000$$

Для оценки качества поставляемого товара предлагается рассчитывать темп роста поставки товаров ненадлежащего качества (Тн.к.) по каждому поставщику:

$$T_{н.к.} = \frac{d_{нк1}}{d_{нк0}} \times 100$$

где  $d_{нк1}$  – доля товара ненадлежащего качества в общем объеме текущего периода;  $d_{нк0}$  – доля товара ненадлежащего качества в общем объеме поставок предшествующего периода.

При расчете логистической эффективности, для каждой поставки оценивают соответствие даты поставки и количества продукции заранее согласованным.

$$\text{Своевременность поставок} = \frac{\text{Количество поставленных в срок заказов}}{\text{Общее количество заказов}} \times 100$$

Важное значение имеет вариабельность сроков поставки:

$$\frac{\text{Прогнозируемый срок поставки} - \text{Фактический срок поставки}}{\text{Фактический срок поставки}} \times 100$$

Количественной оценкой надежности поставки служит среднее время задержки поставок, т. е. число дней опозданий, приходящихся на одну поставку. Эта величина определяется как частное от деления общего количества дней задержки за определенный период на количество поставок за тот же период.

В настоящее время необходим пересмотр взглядов на процесс оценки и выбора поставщиков. Важно понимание того, что каждое дефектное изделие, полученное от поставщика, влияет на качество конечной продукции и увеличивает затраты на ее изготовление. В связи с этим, стоит предпринимать предупреждающие действия, с целью снижения количества несоответствующей продукции. Это возможно только при условии совместного сотрудничества поставщика и заказчика в направлении повышения качества продукции и снижения затрат.

Для сбора, обработки и анализа данных, расчета показателей качества поставщиков, следует применять инструменты статистического контроля качества и управления процессами, что является предметом самостоятельного исследования.

#### Литература

1. Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами /Пер. с англ. 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 419 с.
2. Gallego, L. V. 2011. Review of existing methods, models and tools for supplier evaluation. Master thesis. Institute of technology, Linköpings Universitet Sweden, 81 pp.
3. Джеймс Харрингтон Управление качеством в Американских корпорациях Пер. с англ. – М.: Экономика, 1990.
4. Граб В. П., Процедура оценки поставщиков и качества покупных изделий, материалов, Журнал «Менеджмент, вооружение, качество», бюллетень ЦОСДС Военный регистр №2,2006, кол. стр. — 10, п. л. 0,4.
5. Салимова Т.А. Управление качеством: учебник по специальности «Менеджмент организации». 5-е изд., М.: Омга-Л, 2011. – 414 с.
6. Гродзенский С.Я. Менеджмент качества: учебное пособие. – М.: Проспект, 2015. – 200 с.

#### СРЕДСТВА ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ СОСТАВОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕГОНЕ

Давыдов Н.Н., Гулин А.С., Давыдов Н.Н., Никитин О.Р.  
*Владимир, ВлГУ*

Предложены уникальные средства реализации программной и аппаратной частей создаваемой автономной системы обеспечения безопасных грузоперевозок. Предложен метод каскадного радио взаимодействия управляющих элементов подсистемы контроля рельсового полотна и упомянуты аспекты рабочих фаз контрольных блоков. Рассмотрены прототипы созданного программного обеспечения диспетчеров отдельных пунктов и машинистов, а также их основные особенности.

#### **Info-communication tools to ensure the effectiveness of an autonomous system of traffic control of trains on the railroad haul. Davydov Nt., Gulin A., Davydov N., Nikitin O.**

It offers a unique means of implementing software and hardware parts of the developed safety railway system. It offers a method of radio interaction control devices of control rails subsystem and mentioned aspects of the working phase control units. Considered prototypes created software dispatchers and drivers, as well as their main features.

Проблема повышения эффективности инновационной деятельности в ключевой отрасли обеспечения промышленного производства, а именно, при организации транспортных железнодорожных грузоперевозок, сформулирована в «Стратегии развития железнодорожного транспорта до 2030 года» [1], - утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008г. № 877-р, - в которой предусмотрено решение следующих инфокоммуникационных задач: разработка и адаптация новейших технологий и программно-аппаратных средств обеспечения безопасности; создание автоматизированной системы мониторинга состояния и управления безопасностью критически важных и опасных объектов инфраструктуры; охват системой мониторинга состояния защищенности 100 процентов потенциально опасных объектов; создание эффективной системы обеспечения защищенности объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта для устойчивого и безопасного функционирования транспортной системы и защиты от актов незаконного вмешательства; разработка

решений по защите устройств автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) от воздействия помех естественного и искусственного происхождения; разработка автоматизированных систем «противокаровой» сигнализации и др. [2]. Рассматривая случаи применения инновационных решений в сфере автоматизации процессов мониторинга и контроля состояния важных и опасных объектов [3...7], следует заключить, что они наиболее эффективны и целесообразны, если достигают определенного уровня комплексности и сложности. То есть, решение конкретных задач, направленных на диагностирование и обнаружение неисправностей, без достаточного развития информационной, технологической и технической базы приводит лишь к «распылению» материальных ресурсов и средств и не дает заметного результата. Следовательно, при помощи разрабатываемых инновационных средств инфокоммуникационного обеспечения и автоматизации необходимо создавать широкую по назначению информационно-техническую базу, использование которой позволит решать сложные задачи оперативного контроля и обеспечения безопасности железнодорожного движения.

Целью создания инновационной автономной системы управления безопасным движением и контроля состояния нагруженных элементов подвижного состава, земляного полотна и рельсового пути является совершенствование процесса диагностирования и обнаружения ошибок и дефектов в условиях постоянного роста объема и скорости грузоперевозок, в условиях влияния внешних возмущающих факторов естественного и искусственного происхождения, при нахождении на железнодорожном перегоне нескольких подвижных составов попутного и встречного движения. Использование в автоматизированных системах приемных устройств спутниковой навигационной системы (GPS-Nawstar и др.) и радиоканалов стандарта сотовой связи GSM в условиях сложной помеховой обстановки внешних возмущающих воздействий естественного и искусственного происхождения (электрические и электромагнитные поля и излучения Земли и атмосферы, средств радиолокации и радиопеленгации, ядерных энергоустановок и реакторов, поражающих факторов ядерного взрыва и радиоэлектронного противодействия, сейсмических и иных ударных импульсных и периодических нагрузок), а также «специальная погрешность», то есть искусственная фальсификация времени в сигнале, переданном спутником, - приводят к отказу в работе автоматизированных систем [8...10].

Технология предлагаемой автономной системы базируется на использовании специальных малогабаритных контрольных блоков (КБ), размещаемых, например, в шпалах рельсошпальной решетки (рисунок 1), RFID-меток (Radio Frequency Identification - технология радиочастотной идентификации [11]) и программного обеспечения, которое, в свою очередь, позволяет реализовывать процессы взаимодействия датчиков и средств подвижного состава, а также обрабатывать и хранить данные регистрации. Подобное позиционирование контрольных блоков на перегоне позволяет осуществлять непрерывный контроль состояния букс колесных пар движущегося состава [12, 13].

Один из вариантов электрического обеспечения автономных КБ предусматривает применение малогабаритных встраиваемых магнитоэлектрических генераторов колебательного типа [14].

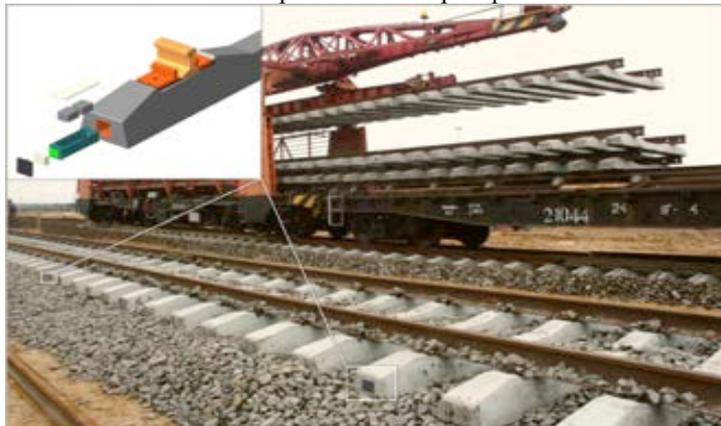


Рисунок 1 – Схема позиционирования контрольных блоков на перегоне

Каскад КБ посредством радиообмена обеспечивает возможность объективного контроля параметров и характеристик не только элементов рельсошпальной решетки, но и букс железнодорожных вагонов и средств маршрутизации движения поездов на железнодорожном перегоне.

Позиционирование КБ вдоль рельсового полотна предопределяет необходимость автоматизации процесса передачи данных (рисунок 2). Снабжение КБ радиопередатчиками и приемниками исключает необходимость прокладки электрических и волоконно-оптических линий связи и снижает себестоимость элементов системы. Задачу снижения энергозатрат предлагается решать путем внедрения датчиков автоматического перехода КБ в «спящий режим», в том числе, с помощью радиосигналов АЛС подвижного состава.

Алгоритм радио взаимодействия КБ реализуется следующим образом:

1. При появлении подвижного состава на перегоне АЛС активизирует упорядоченную последовательность «необходимого и достаточного количества» КБ;
2. Каждый КБ передает сигнал отклика, оповещая о функциональном состоянии (включен/выключен), и данные об исправности элементов рельсовых плетей соседнему предшествующему блоку. Исчезновение радиосигнала отклика КБ означает, что он является предшественником первого;
3. Первый КБ передает данные контроля пути на АЛС;
4. По мере продвижения состава по перегону АЛС отправляет управляющие сигналы подключения дополнительных КБ по ходу следования;
5. АЛС в режиме реального времени передает полученные данные о состоянии нагруженных элементов подвижного состава, земляного полотна и рельсового пути диспетчерам отдельных пунктов перегона.

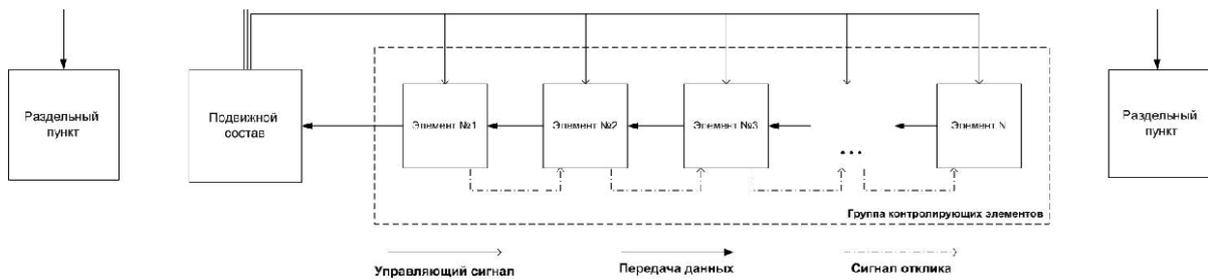


Рисунок 2 – Процесс каскадного радио взаимодействия элементов КБ вдоль путевого позиционирования

Одной из задач по разработке программного обеспечения [15...19] являлось создание «дружественных» интерфейсов, не требующих от пользователей специальных знаний в области информационных технологий. Программное обеспечение должно отвечать следующим требованиям: высокая интуитивность; максимальная информативность; доступная «портируемость» в мобильные операционные системы; обеспечение возможности взаимодействия «Машинист – Диспетчер» путем текстовых сообщений; отображение запрашиваемой статистики в удобных для рядового пользователя ПК форматах (диаграммы, графики).

На рисунке 3 представлен интерфейс программного обеспечения диспетчеров отдельных пунктов железнодорожных перегонов. Активными функциями данного приложения являются: отображение информации по каждому КБ методом «клика» на него; выгрузка данных за определенный период времени работы системы; графическое отображение информации за выбранный период. Разработанные интерфейсы приложений диспетчеризации и оповещения позволяют выйти на стадию альфа-релиза программного обеспечения.

Для повышения устойчивости (к воздействию дестабилизирующих факторов естественного и искусственного происхождения) информационных сигналов во внутриблочных каналах связи, в датчиках и в цифровых электронных узлах управления разработана структура микросредств коммутации с применением лазерных и оптоэлектронных технологий изготовления. Получены патенты РФ на изобретения [20, 21].

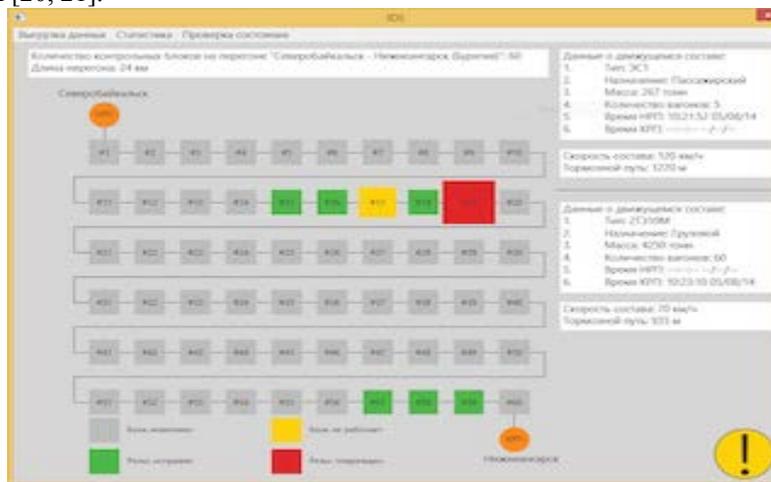


Рисунок 3 - Терминал удаленного контроля рельсового полотна и мониторинга железнодорожного сообщения

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (гранты № 14-07-00794А и № 14-07-97520р), а также Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере "Фонд содействия инновациям" (гранты У.М.Н.И.К. № 1771 и № 1774).

#### Литература

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 года [Электронный ресурс] // URL: <http://www.protown.ru/information/doc/4308.html> (дата обращения: 29.07.2015).
2. Железнодорожный путь. Правила проектирования, строительства и реконструкции [Электронный ресурс] // Свод правил: Министерство транспорта РФ. – 2-я ред. – М.: ОАО «ВНИИЖТ», 2011. – С.121. URL: [http://www.vniizht.ru/files/file\\_147/2011-12-21\\_v3/set\\_of\\_rules-railroad\\_r2\\_14-12-2011\\_v3.doc](http://www.vniizht.ru/files/file_147/2011-12-21_v3/set_of_rules-railroad_r2_14-12-2011_v3.doc) (дата обращения: 29.07.2015).
3. Патент RU 2365517 C2, МПК B61L 1/06, B61L 23/04.
4. Patent US 5743495 C1, Int. Cl. B61L 23/04.
5. Patent US 7226021 B1, Int. Cl. B61L 23/04, B61L 25/00, G01R 31/08.
6. Патент RU 2519317 C1, МПК B61L 25/00, B61L 23/34.
7. Патент RU 2355596 C1, МПК B61L 3/00, B61L 27/00.
8. Кузнецов Ю. Обычные ошибки GPS [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mainsail.ru/rus/safety/document434.shtml> (дата обращения: 29.07.2015).
9. Ошибки и неточности GPS при определении местоположения [Электронный ресурс] // URL: <http://www.tesla-tehnika.biz/sputnik-gps-error.html> (дата обращения: 29.07.2015).
10. Причины ошибок в системе GPS. Специальная погрешность [Электронный ресурс] // URL: [http://www.paraclub.ru/NB/pogrshnost\\_GPS.shtml](http://www.paraclub.ru/NB/pogrshnost_GPS.shtml) (дата обращения: 29.07.2015).
11. Давыдов Н.Н., Руфицкий М.В. Система автоматической идентификации и складирования контейнеров, оснащенных радиочастотными идентификационными метками, на стационарных и подвижных складах // Патент № 2343100 РФ, МПК B65G65/00, B61L25/04, G01S1/02, G01S5/02. - № 2007137964/09; Заявлено 12.10.2007. - Оpubл. 10.01.2009. Бюл. № 1.
12. Давыдов Н.Н., Силин В.В., Руфицкий М.В. и др. Устройство для мониторинга состояния букс колесных пар вагонов движущегося поезда // Патент № 2381935 РФ, МПК B61K9/04. - № 2008126861/11; Заявлено 01.07.2008. - Оpubл. 20.02.2010. Бюл. № 5.
13. Давыдов Н.Н., Руфицкий М.В. Устройство для мониторинга состояния букс колесных пар вагонов движущегося поезда // Патент № 2384444 РФ, МПК B61K9/04. - № 2008130746/11; Заявлено 24.07.2008. - Оpubл. 20.03.2010. Бюл. № 8.
14. Давыдов Н.Н., Безродный Б.Ф., Силин В.В. и др. Магнитоэлектрический генератор колебательного движения // Патент № 2368056 РФ, МПК H02K35/04. - № 2008122818/09; Заявлено 05.06.2008. - Оpubл. 20.09.2009. Бюл. № 26.
15. Давыдов Н.Н., Орешкин Д.М. и др. Сервер хранения и обработки параметров // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014615084: рег. 16.05.2014 г. – Заявлено 25.03.2014 г., № 2014612556.
16. Давыдов Н.Н., Орешкин Д.М. и др. Клиент централизованного просмотра данных // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014615091: рег. 19.05.2014 г. – Заявлено 18.03.2014 г., № 2014612231.
17. Давыдов Н.Н., Орешкин Д.М. и др. Операционная система датчиков контроля параметров // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613345: рег. 12.03.2015 г. – Заявлено 12.01.2015 г., № 2015610133.
18. Давыдов Н.Н., Орешкин Д.М. и др. Управляющая программа комплекса контроля // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615840: рег. 26.05.2015 г. – Заявлено 13.04.2015 г., № 2015612906.
19. Давыдов Н.Н., Орешкин Д.М. и др. Операционная система аппаратной части комплекса контроля // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615856: рег. 26.05.2015 г. – Заявлено 10.04.2015 г., № 2015612832.
20. Давыдов Н.Н., Никитин О.Р., Руфицкий М.В. и др. Способ изготовления оптоэлектронной микросборки // Патент № 2373605 РФ, МПК H01L27/14. - № 2008118045/28; Заявлено 05.05.2008. – Оpubл. 20.11.2009. Бюл. № 32.
21. Давыдов Н.Н., Аракелян С.М., Прокошев В.Г. и др. Способ изготовления сигнальных устройств // Патент № 2388026 РФ, МПК G02B1/00.- №2008112358/28; Заявлено 31.03.2008. - Оpubл. 27.04.2010. Бюл. № 12.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТРЕХМЕРНОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОНОКУЛЯРНОЙ КАМЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЧЕК СХОЖДЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Домрачева А.Б., Кудеров П.В.  
Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Проведена апробация метода позиционирования в системах ориентации на основе монокулярной камеры в условиях городской застройки. Для анализа использована специальная база тестовых изображений YorkUrbanDb. Получены результаты вычисления углов Эйлера для 102 изображений. Даны рекомендации применения метода ориентации в городской среде.

### **Three-dimensional monocular camera's orientation using perspectives convergence points in an urban environment. Domracheva A. B., Kuderov P.V.**

Method of object's orientation with monocular camera in an urban environment is approved. For analysis used a special database of test images YorkUrbanDb. Euler angles are calculated for 102 images. Recommendations for object's orientation in an urban environment is given.

В настоящее время все более популярной становится автономная самоуправляемая, в том числе самопилотируемая техника. Ей находится применение как в условиях экстремальных для человека ситуаций, так и при выполнении стандартных наборов действий, в первую очередь при организации типовых маршрутов пассажиро- и грузоперевозок.

В числе наиболее проблемных подсистем самопилотируемой техники значится система навигации с подсистемой позиционирования. В процессе функционирования таких систем имеет место рост погрешностей измерения (дрейф). В настоящее время известны системы, принцип функционирования которых не допускает дрейфа. Речь идет о спутниковых системах глобального позиционирования и о ряде систем локального позиционирования, предполагающих построение трехмерной карты окружающей среды на основе данных эхолокации. Следует отметить, что общим недостатком всех этих систем является сложность и, как следствие, высокая стоимость.

Альтернативой дорогостоящим системам являются активно развивающиеся в настоящее время системы «машинного зрения». Предполагается определение углов наклона и поворота видеокамеры, установленной на перемещающемся объекте на основе серии изображений, полученных при его перемещении. В этом случае, видеокамера, позиционируя движение объекта, выполняет роль гироскопа.

В 2012 году Роберт Пише и его ученик Вилле Хуттунен предложили и апробировали в помещении метод определения трехмерной ориентации монокулярной камеры с использованием точек схождения перспективы (ТСП), обнаруженных в последовательностях изображений [1].

Теория точек схождения перспектив рассматривается обычно в терминах проективной геометрии. Проективная геометрия изучает геометрические свойства, являющиеся инвариантами относительно проективных преобразований, а также сами эти преобразования. Примером таких преобразований является проецирование трехмерной сцены на двухмерную плоскость изображения, регистрируемое фото- или видеокамерой.

Приложения геометрии перспективных изображений различны. Подобные методы могут применяться в трехмерной реконструкции сцены, в частности, в реконструкции архитектурных видов, для коррекции фотографий, а также для калибровки цифровых фото- и видеокамер.

Метод Хуттунена–Пише применяется для позиционирования движущегося в помещении объекта и заключается в

- регистрации изображения или видеоряда с последующей декомпозицией его на кадры;
  - анализе изображения с целью и обнаружения на нем сегментов линий (СЛ); сегменты линий детектируются на основе алгоритма, предложенного Джиои и др. [2];
  - последовательном выделении трех максимальных кластеров сегментов линий, индуцируемых точками схождения перспективы, в предположении, что они образуют три взаимно ортогональных направления на основе адаптивного алгоритма RANSAC [3];
  - уточнении направлений точек схождения перспективы;
  - вычислении углов ориентации по полученным направлениям точек схождения перспективы.
- Разработчики указывают на следующие достоинства подхода [1]:
- наличие большого количества линейных объектов правильной геометрической формы позволяет достигнуть высокой точности позиционирования;
  - число интересующих нас ТСП ограничено — не больше трех;
  - ТСП не зависят от положения камеры — только от ее ориентации;

робастность подхода относительно случайных нестационарных объектов, попадающих в кадр (люди, транспортные средства и т.п.).

К недостаткам этой работы можно отнести тот факт, что тестирование метода проводилось исключительно в помещениях. Кроме того, применялась калиброванная камера мобильного телефона Nokia N900, имеющая внутренний инерциальный измерительный модуль (ИИМ) с трехосным акселерометром, трехступенным гироскопом и магнитометром. Наличие такого регистрирующего устройства по сути само по себе обеспечивало требуемую точность позиционирования объекта.

Кроме того, авторы метода указывают в качестве недостатка снижение точности позиционирования при небольшом количестве характерных линий, выделяемых в кадре.

Целью настоящей работы является апробация метода Хуттунена–Пише и проверка применимости подхода вне помещения, в условиях городской застройки.

Предполагается, что видеоизображение предварительно декомпозировано на серию кадров (операция производится автоматически при съемке видеокamer современных гаджетов). В настоящее время серии (по 20-25 кадров) с разрешением не хуже 720 точек на дюйм можно получать цифровыми камерами, камерами смартфонов и планшетов уровня Samsung GalaxyTAB III и выше.

В качестве набора тестовых данных метода выбраны фотографии из базы изображений YorkUrbanDb [4], специально созданной для решения подобных задач на базе Centre for Vision Research Йоркского университета города Торонто. Таким образом, для тестирования подхода и оценки точности позиционирования как внутри, так и вне помещений использовался набор выбранных случайным образом изображений, находящихся в открытом доступе. Для каждого изображения из базы известны:

- внутренние параметры камеры;
- данные по точкам схождения перспективы, что позволяет оценить уровень точности работы созданного приложения;
- список распознанных сегментов с отмеченным соответствием их точкам схождения перспективы.

Для решения поставленных задач было разработано программное приложение (разработчик Кудеров П.В.), реализующее алгоритмы геометрии перспективных изображений. Приложение написано на языке C++ с использованием средств интегрированной среды разработки Visual Studio 2010. При разработке приложения использовалась библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV версии 3.0.0 beta.

В [5] приводились результаты апробации метода Хуттунена-Пише по серии снимков одного и того же объекта. Пример обработки изображения приведен на рис. 1.



Рисунок 1 – Результат работы приложения на тестовом изображении из базы изображений YorkUrbanDb [4].

В данном случае приложение тестировалось на 45 снимках различных объектов из базы изображений, полученных внутри помещений. Следует отметить, что продолжительность и точность вычисления углов ориентации камеры варьируется от запуска к запуску, поэтому для каждого из изображений было проведено по 20 запусков алгоритма.

Среднее время обработки набора изображений составило:

- 4,6 сек или 9,8 fps — для запусков с формированием изображения–результата;
- 4,3 сек или 10,5 fps — для запусков без формирования изображения–результата.

В качестве меры отклонения от истинных значений было принято решение использовать вектор, составленный из абсолютных углов между соответствующими истинными и полученными направлениями ТСП. Вычислялись углы Эйлера (тангажа, рысканья, крена), измерение производилось в градусах. По результатам нескольких запусков алгоритма на каждом из изображений вычислялся вектор среднего отклонения, который в дальнейшем использовался как вектор ошибки работы метода на изображении.

Векторы минимальной, максимальной и средней ошибки вычисления углов Эйлера на наборе протестированных изображений составили:

$$\begin{aligned}M_{MIN} &= [0,1^\circ; 0,1^\circ; 0,1^\circ], \\M_{MAX} &= [14,7^\circ; 1,9^\circ; 14,9^\circ], \\M_{AVG} &= [1,4^\circ; 0,6^\circ; 1,5^\circ].\end{aligned}$$

Также для каждого изображения по результатам итераций запусков считался вектор среднеквадратичного отклонения ошибки вычисления углов Эйлера. В результате средний вектор среднеквадратичного отклонения на всем наборе составил  $V_{AVG} = [0,2^\circ; 0,1^\circ; 0,3^\circ]$ .

Как видно из полученных результатов, имеют место локальные выбросы ошибок ориентации объекта. При этом средняя ошибка оказывается допустимой, а метод, как следствие, применимым.

Анализ применимости метода в случае городской застройки проводился на основе 57 снимков

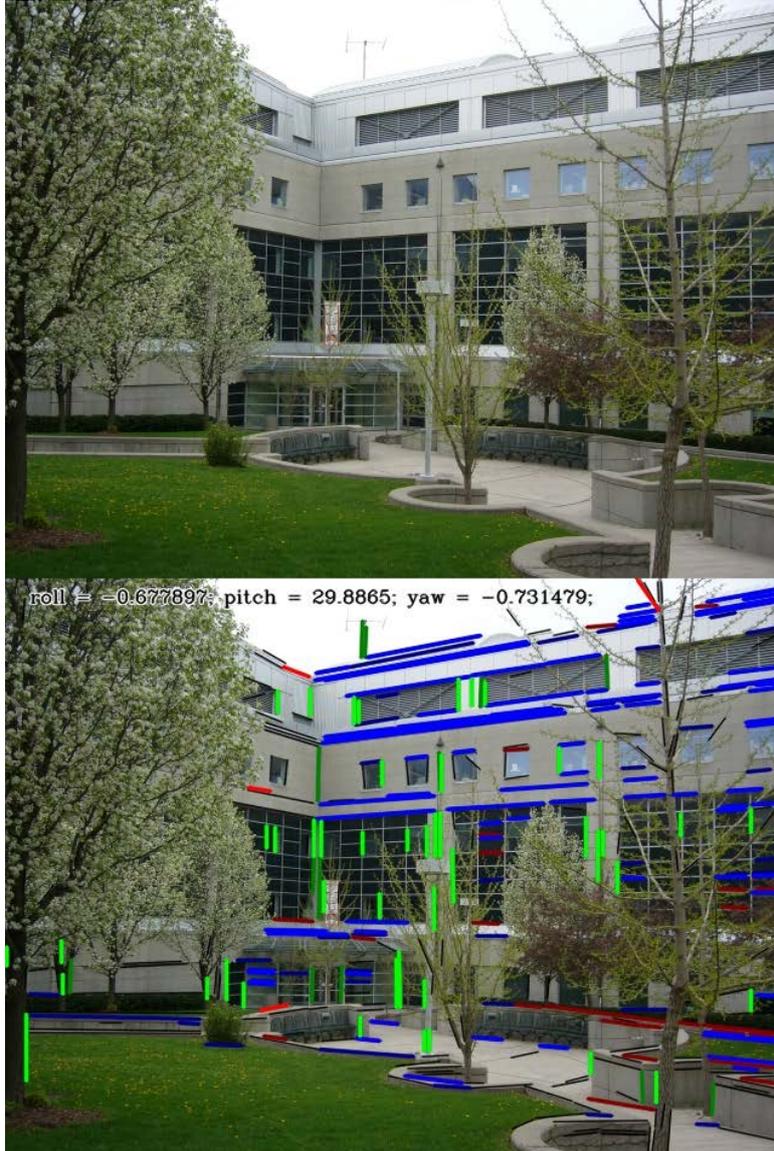


Рисунок 2 — Изображение, при обработке которого, ошибка вычисления углов Эйлера оказалась максимальной  $M_{MAX} = [6,3^\circ; 2,0^\circ; 7,0^\circ]$ .

городских сцен города Торонто из коллекции базы данных YorkUrbanDB. По аналогии с первым этапом тестирования для каждого из изображений было проведено по 20 запусков алгоритма.

Среднее время обработки набора изображений составило:

– 9,6 сек или 5,9 fps — для запусков с формированием изображения–результата;

– 9,4 сек или 6,0 fps — для запусков без формирования изображения–результата.

Получены следующие результаты:

$$\begin{aligned}M_{MIN} &= [0,2^\circ; 0,3^\circ; 0,3^\circ], \\M_{MAX} &= [6,3^\circ; 2,0^\circ; 7,0^\circ], \\M_{AVG} &= [1,8^\circ; 1,1^\circ; 1,9^\circ], \\V_{AVG} &= [0,4^\circ; 0,10^\circ; 0,4^\circ].\end{aligned}$$

Анализ результатов применимости метода в условиях городской застройки демонстрирует принципиальную возможность его использования. При этом изображение, вычисление углов Эйлера по которому дает максимальную ошибку для всех трех углов (рис. 2) требует дополнительного анализа. Невысокую точность дают изображения зданий и сооружений неправильной формы. Можно рекомендовать исключить такие объекты при ориентации объекта на заранее выбранном маршруте. Еще одной причиной низкой точности вычисления углов Эйлера служила регистрация изображений некалиброванной камерой, что также нужно учесть.

В перспективе предполагает провести анализ выбросов в выборках оценок погрешностей вычисления углов Эйлера, а также провести анализ возможности применения подхода при ориентации в природной среде.

### Литература

1. Хуттунен В., Пише Р. Гироскоп на основе монокулярной камеры// Гироскопия и навигация. 2012. №2(77). С. 69-80.
2. Grompone von Gioi Rafael and Jakubowicz, Jérémie and Morel, Jean-Michel and Randall, Gregory LSD: a Line Segment Detector // IPOL Journal — Image Processing On Line: IPOL Journal · Image Processing On Line, 2012. P. 35–55 : Т. 2.
3. Fischler Martin A. и Bolles Robert C. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography// Communications of the ACM: ACM New York, USA, 1981. P. 381–395 : Т. 24.
4. The York Urban Line Segment Database // Elder Laboratory: Human & Computer Vision. 2015. Available at.: <http://www.elderlab.yorku.ca/YorkUrbanDB/> (accessed 15.06.2015)
5. Домрачева А.Б. Анализ точности определения трехмерной ориентации монокулярной камеры с использованием точек схождения перспективы, обнаруженных в серии изображений// Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. №1. С.220-223.

## ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

Абрамешин А.Е., Жаднов В.В.  
Москва, НИУ ВШЭ

Одной из возможных причин отказов интегральных схем бортовой космической аппаратуры является воздействие электростатических разрядов. В докладе рассматривается метод формирования математической модели интенсивности отказов интегральных схем и его применение для интегральных схем аппаратуры космических аппаратов, эксплуатируемых на геостационарных орбитах.

### Evaluation of the failure rate of integrated circuits onboard space equipment when subjected to electrostatic discharges. Abrameshin A., Zhadnov V.

One of the possible causes of failures of integrated circuits on board space equipment is exposure to electrostatic discharges. The article describes a method of forming a mathematical model of the failure rate of integrated circuits and its application to integrated circuits equipment spacecraft operated in geostationary orbits.

В моделях интенсивностей отказов интегральных схем (ИС), приведенных в отечественном справочнике [1] нет коэффициентов, учитывающих влияние стойкости ИС (порогового напряжения -  $V_{TH}$ ) к воздействию напряжения ( $V_{SS}$ ) электростатических разрядов (ЭСР), т.е. предполагается, что если при разработке радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) выполнено условие:

$$V_{TH} > V_{SS},$$

то вероятность отказа ИС из-за воздействия ЭСР пренебрежимо мала [2]. Однако у ИС аппаратуры космических аппаратов (КА), эксплуатируемых на геостационарных или высокоэллиптических орбитах, наблюдается значительное число отказов из-за воздействия ЭСР.

Отказы из-за воздействия ЭСР на ИС представляют собой события, не связанные с внутренними механизмами отказов, т.к. они являются результатом воздействия приложенного внешнего напряжения (или тока). Развитие отказов, связанных с воздействием ЭСР, не зависит от степени интеграции и определяется реальным уровнем стойкости конкретной ИС (за счет соответствующих схемотехнических и технологических решений) и условиями ее применения (характеристиками окружающей электрической среды), зависящими только от изготовителя РЭА.

Поскольку отказы из-за воздействия ЭСР не связаны с внутренними механизмами отказов ИС, то они не зависят от времени, а зависят только от вероятности возникновения чрезмерного напряжения ( $V_{SS}$ ) в окружающей электрической среде и чувствительности ИС к его воздействию. Поэтому вероятность возникновения электрических перегрузок может быть представлена как постоянная величина в функции распределения чувствительности ИС к воздействию  $V_{SS}$ .

Хотя существует много видов моделирования воздействия разрядов на ИС и определения реальных порогов их устойчивости, каждый со своими собственными характеристиками, такие как модель тела человека (Human Body Model, машинная модель (Machine Model), модель с заряженным прибором (Charged Device Model) и др., наилучшим источником информации о чувствительности ИС (и в большинстве случаев единственным источником) являются испытания, предусмотренные в MIL-STD-883 [3], метод 3015 - Human Body Mode. Несмотря на то, что метод 3015.7 является лишь одним из методов измерения чувствительности ИС к воздействию ЭСР, но в силу его широкого распространения его результаты могут использоваться в математической модели интенсивности отказов ( $\lambda_{EOS}$ ) при построении функции распределения чувствительности ИС к воздействию электрических перегрузок.

Обоснованием возможности использования такого подхода является и то, что чувствительность ИС к воздействию электрических перегрузок и пороговое напряжения (уровень чувствительности ИС к воздействию ЭСР) сильно коррелированы. Таким образом, в методе моделирования интенсивности отказов из-за воздействия электрических перегрузок, приведенном в RADS-TR-89-177 [4], отказы КМОП ИС рассматриваются только как результат катастрофических воздействий окружающей электрической среды и чувствительности ИС к их воздействию. Исходя из выше изложенного, в основу модели  $\lambda_{EOS}$  положено следующее соотношение:

$$P(f) = P(c) \cdot P(f|c), \quad (1)$$

где:  $P(f)$  - вероятность отказа ИС из-за воздействия ЭСР;  $P(c)$  - вероятность контакта ИС с источником ЭСР;  $P(f|c)$  - вероятность отказа ИС из-за воздействия ЭСР при контакте с источником ЭСР.

Для получения вероятности  $P(f|c)$  были использованы данные, которые характеризуют распределение порогового напряжения ( $v_{TH}$ ) для всех классов микросхем (в т.ч. с защитой от ЭСР). Можно предположить, что распределение  $v_{TH}$  не является нормальным распределением, каковое было принято в работе [5], а, скорее, является логарифмически-нормальным распределением, которое принято в работе [6], или экспоненциальным распределением:

$$f(v_{TH}) = \Theta \cdot e^{-\Theta \cdot v_{TH}}. \quad (3)$$

Экспоненциальное распределение интуитивно понятно и более адекватно, поскольку плотность вероятности отказа ИС из-за воздействия электрических перегрузок возрастает при снижении ее порогового напряжения.

Предполагая, что распределение порогового напряжения является экспоненциальным распределением (3), и используя среднее значение математического ожидания напряжения  $v_{TH}$ ,

приведенное в работе [5] для показателя экспоненты  $\left( \Theta = \frac{1}{m(v_{TH_3})} \right)$  получается значение  $\Theta$  равно  $0,0002 \text{ В}^{-1}$  и, соответственно, следующая функция плотности вероятности  $v_{TH}$ :

$$f(v_{TH}) = 0,0002 \cdot e^{-0,0002 \cdot v_{TH}}. \quad (4)$$

Несмотря на тот очевидный факт, что окружающая электрическая среда, в которой функционирует ИС, является главным фактором отказов из-за воздействия электрических перегрузок, ее характеристики не могут быть использована в модели  $\lambda_{EOS}$ , поскольку изготовители РЭА, как правило, не имеют достоверных данных об этих характеристиках, позволяющих оценить вероятность

возникновения электрических перегрузок. Например, в авиационном электронном оборудовании наблюдается большое число отказов ИС из-за воздействия электрических перегрузок, несмотря на то, что характеристики электропитания оборудования известны. Это лишний раз подтверждает то, что количественная оценка величины уровня воздействия электрических перегрузок в зависимости от характеристик окружающей электрической среды является сложной задачей и в RADS-TR-89-177 [4] такая задача не рассматривалась. Поэтому при разработке модели  $\lambda_{EOS}$  была получена только её зависимость от порогового напряжения ИС к воздействию ЭСР вида (4).

Для оценки значения  $P(c)$  в RADS-TR-89-177 [4] использованы усредненные значения порогового напряжения и интенсивности отказов, полученные РАС [6, 7], и равные, соответственно,  $V_{50TH}$  и  $\Lambda_{EOS}$  ( $\Lambda_{EOS} = 0,0419 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>). В этом случае значение  $P(c)$  за время  $T = 0,00876 \cdot 10^6$  часов (1 год) составит:

$$P(c) = \frac{1 - e^{-\Lambda_{EOS} \cdot T}}{\int_0^{V_{50TH}} 0,0002 \cdot e^{-0,0002 \cdot v_{TH}} dv_{TH}} = 0,00057. \quad (5)$$

Тогда:

$$P(f) = 1 - e^{-\lambda_{EOS} \cdot t} = 1 - 0,00057 \cdot e^{-0,0002 \cdot V_{TH}}. \quad (6)$$

Разрешив (6) относительно  $\lambda_{EOS}$  для  $t = 0,00876 \cdot 10^6$  часов (1 год) получают итоговую математическую модель  $\lambda_{EOS}$ :

$$\lambda_{EOS} \cdot 10^6 = \frac{-\ln(1 - 0,00057 \cdot e^{-0,0002 \cdot V_{TH}})}{0,00876}. \quad (7)$$

В заключении следует отметить, что метод оценки численных значений коэффициентов модели  $\lambda_{EOS}$ , приведенный в RADS-TR-89-177 [4], может быть использован для уточнения этих значений в тех случаях, если можно оценить вероятность возникновения ЭСР. Так, в работе [8] показано, что для аппаратуры КА, эксплуатируемых на геостационарных или высокоэллиптических орбитах, модель (7) может быть представлена в следующем виде:

$$\lambda_{EOS} \cdot 10^6 = \frac{-\ln(1 - 0,00728 \cdot e^{-0,000125 \cdot V_{TH}})}{0,00876}.$$

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 году.

#### Литература

1. Надежность ЭРИ: Справочник. - М.: МО РФ, 2006.
2. Абрамешин А.Е., Жаднов В.В., Жаднов И.В. Расчётная оценка надёжности электронных модулей аппаратуры космических аппаратов. / Технологии ЭМС. - 2012. - № 1. - с. 29-33.
3. MIL-STD 883D. Method 3015.7. Military Standard for Test Methods and Procedures Microelectronics: ESD Sensitivity Classification.
4. RADS-TR-89-177. VHSIC/VHSIC-LIKE reliability prediction modeling. - USA: RADS, 1989.
5. Giusti J. The probability of an ESD failure in unprotected equipment. / Electrical overstress/Electrostatic discharge symposium proceedings, 1986.
6. MDR-21. Microcircuit device reliability trend analysis. - Reliability analysis center publication, 1985.
7. VZAP-1. Electrostatic discharge susceptibility of electronic device. - Reliability analysis center publication, 1983.
8. Абрамешин А.Е., Жаднов В.В. Моделирование интенсивности отказов интегральных схем бортовой космической аппаратуры из-за воздействия электростатических разрядов. / Технологии электромагнитной совместимости. - 2014. - № 2. - с. 27-34.

## АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Жаднов В.В.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассматриваются методики оценки показателей ремонтпригодности радиоэлектронной аппаратуры и ее составных частей на стадии технического проектирования. Приводятся основные расчетные соотношения и методики расчета. Показано, что стандартизованная методика применима для оценки среднего времени восстановления «последовательной» РЭА, при восстановлении которой ее составные части переводятся в ненагруженный режим.

### **Analysis of the technique of the estimated maintainability indicators of electronic equipment. Zhadnov V.**

The paper discusses methods for the assessment of indicators of maintainability of electronic equipment and its components at the stage of technical design. Presents the key ratios calculated and the calculation method. It is shown that a standardized method is applicable to estimate the average recovery time "serial" REA when you restore which its component parts are transferred to the unloaded mode.

Методики расчета показателей ремонтпригодности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), приведенные в ОСТ 4.012.012 [1] применяются на стадии технического проектирования (ТП). На этапе разработки рабочей документации опытного образца методики могут применяться в случае, если невозможно (или нецелесообразно) проведение испытаний по определению показателей ремонтпригодности. Методики предназначены для расчета среднего времени восстановления РЭА, которая представляет собой изделия вида I по ГОСТ 27.003 [2] и изделия вида II, отнесенные к изделиям вида I путем введения понятия отказа. В методиках принято, что контроль работоспособности РЭА, а также отыскание отказавшей составной части (СЧ) и, если возможно, сменного элемента (СЭ) в ней, проводится с помощью автоматических или автоматизированных систем контроля (АСК), причем если контроль работоспособности РЭА возможен без нарушения ее функционирования, то он осуществляется непрерывно.

Целями расчетов являются:

- оценка показателей ремонтпригодности РЭА;

- разработка по результатам расчетов мероприятий для обеспечения тактико-технических требований по показателям ремонтпригодности или по комплексным показателям надежности.

В соответствии с методиками ОСТ 4.012.012 [1] расчет среднего времени восстановления проводится в два этапа:

I этап: Расчет среднего времени восстановления СЧ;

II этап: Расчет среднего времени восстановления РЭА в целом.

Рассмотрим каждый из этих этапов.

В общем случае среднее время восстановления СЧ ( $t_e$ ) определяются по формуле:

$$t_e = t_{об} + t_{от} + t_y \quad (1)$$

где:  $t_{об}$  - среднее время обнаружения отказа СЧ;  $t_{от}$  - среднее время отыскания отказавшего СЭ;  $t_y$  - среднее время устранения отказа СЧ.

В частном случае, когда устранение отказа СЧ проводится путем ее замены из состава ЗИП, среднее время восстановления СЧ определяется по формуле:

$$t_e = t_{об} + t_3 \quad (2)$$

где:  $t_3$  - среднее время замены СЧ из состава ЗИП.

Слагаемое  $t_{об}$  в формуле (1) определяется на основе параметров работоспособности СЧ, под которыми понимаются выходные параметры СЧ, определяющие их работоспособность, по формуле:

$$t_{об} = \sum_{i=1}^N (t_{об_i} \cdot n_i) / \sum_{i=1}^N n_i \quad (3)$$

где  $t_{об_i}$  - среднее время обнаружения отклонения за пределы допусков параметров работоспособности СЧ через отклонение за пределы допусков параметров работоспособности РЭА;  $n_i$  - количество параметров работоспособности СЧ, среднее время обнаружения отклонения которых за пределы допусков равно  $t_{об_i}$ ;  $N$  - количество различных значений среднего времени обнаружения отклонения за пределы допусков параметров работоспособности СЧ.

Из (3) следует, что среднее время обнаружения отклонения за пределы допуска параметра работоспособности СЧ равно среднему времени обнаружения отклонения за пределы допуска параметра работоспособности РЭА, на который влияет рассматриваемый параметр работоспособности СЧ:

$$t_{обСЧ} = t_{обРЭА}.$$

Если параметр работоспособности СЧ влияет на несколько параметров работоспособности РЭА с различными значениями среднего времени обнаружения, то:

$$t_{обСЧ} = \min_{i=1, J} (t_{об1РЭА}, t_{об2РЭА}, \dots, t_{обIРЭА}).$$

Среднее время обнаружения отклонения параметров работоспособности за пределы допуска определяется в зависимости от условий:

- если отклонение параметра за пределы допуска проявляется для обслуживающего персонала сразу через рабочие индикаторы РЭА или по другим каким-либо прямым или косвенным признакам, то:

$$t_{об} = 0;$$

- если отклонение параметра не является очевидным, а обнаруживается в результате контроля работоспособности РЭА (или СЧ), осуществляемого с периодом регулярного контроля ( $T_K$ ), то:

$$t_{об} = T_K / 2,$$

при этом если контроль работоспособности РЭА (или СЧ) невозможен без нарушения ее функционирования, то значение  $T_K$  вычисляется из условия получения максимального коэффициента технического использования контролируемой РЭА (СЧ):

$$T_K = \sqrt{2 \cdot T_0 \cdot \tau}, \quad (4)$$

где:  $T_0$  - наработка на отказ контролируемой РЭА (СЧ);  $\tau$  - продолжительность контроля параметров работоспособности РЭА (СЧ).

- если отклонение параметра не является очевидным, а обнаруживается в результате контроля работоспособности РЭА (или СЧ), осуществляемого через случайные, распределенные по экспоненциальному закону, промежутки времени со средним периодом контроля ( $T_K$ ), то:

$$t_{об} = T_K.$$

Слагаемое  $t_{от}$  в формуле (1) определяется по формуле:

$$t_{от} = t_n + \sum_{i=1}^K [\lambda_{эpi} \cdot (t_{подi} + t_{провi})] / \sum_{i=1}^K \lambda_{эpi}, \quad (5)$$

где:  $t_n$  - время подготовки СЧ к отысканию отказавшего СЭ;  $K$  - количество групп СЭ в СЧ;  $\lambda_{гpi}$  - суммарная интенсивность отказов  $i$ -й группы СЭ;  $t_{подi}$  - общее время подготовки средств проверки, применяемых при отыскании отказавшего СЭ  $i$ -й группы;  $t_{провi}$  - время проверки параметров при отыскании отказавшего СЭ  $i$ -й группы.

Значение  $t_{провi}$  в формуле (5) определяется формуле:

$$t_{провi} = \sum_{s=1}^{S_i} \sum_{p=1}^{P_i} m_{s,p} \cdot t_{провs,p}, \quad (6)$$

где:  $S_i$  - количество средств проверки, применяемых при отыскании отказавшей СЧ из  $i$ -й группы;  $P_i$  - количество вариантов конструктивного выполнения СЭ, проверяемых при отыскании отказавшего СЭ из  $i$ -й группы;  $m_{s,p}$  - количество параметров, проверяемых  $s$ -м средством проверки при  $p$ -м варианте конструктивного выполнения СЭ при отыскании отказавшего СЭ из  $i$ -й группы;  $t_{провs,p}$  - время проверки одного параметра  $s$ -м средством проверки при  $p$ -м варианте конструктивного выполнения СЭ.

Слагаемое  $t_y$  в формуле (1) определяется по формуле:

$$t_y = \sum_{i=1}^K (\lambda_{эpi} \cdot t_{устpi}) / \sum_{i=1}^K \lambda_{эpi}, \quad (7)$$

где:  $t_{устpi}$  - время, затрачиваемое на проведение операций по устранению отказа СЭ.

На втором этапе определяется среднее время восстановления РЭА ( $T_B$ ) по формуле:

$$T_B = \sum_{i=1}^L (t_{gi} \cdot \lambda_i) / \sum_{i=1}^L \lambda_i, \quad (8)$$

где:  $t_{vi}$  - среднее время восстановления  $i$ -й СЧ;  $\lambda_i$  - интенсивность отказов  $i$ -й СЧ;  $L$  - количество СЧ в РЭА.

Однако, в ОСТ 4Г 0.012.242 [3] указано, что формула (8) справедлива только для РЭА с «последовательной» структурной схемой надежности (ССН), у которой при восстановлении одной СЧ остальные переводятся в ненагруженный режим (режим ожидания). В других случаях пользоваться этой формулой нельзя. Так, например, для РЭА с такой же ССН в случае независимого восстановления СЧ (при восстановлении одной СЧ остальные остаются в нагруженном режиме) в ОСТ 4Г 0.012.242 [3] приведена следующая формула:

$$T_e = T_0 \cdot (1 - K_r) / K_r, \quad (9)$$

где:  $T_0$  - среднее время наработки на отказ РЭА;  $K_r$  - коэффициент готовности РЭА.

Таким образом, сравнивая формулы (5) и (7) с формулой (8) можно сделать вывод о том, что СЧ должны удовлетворять тем же ограничениям по ССН и режиму СЧ, которые приведены для РЭА в ОСТ 4Г 0.012.242 [3]. При этом если ограничения по режиму практически всегда выполняются, то для резервированных СЧ методики ОСТ 4. 012.012 [1] не применимы. Кроме того, в ОСТ 4.012.012 [1] не приведено формулы для расчета значения  $t_3$  в формуле (2). Поскольку  $t_3$  характеризует среднее время замены СЧ из состава ЗИП, можно предположить, что:

$$t_3 = \Delta t_{ЗИП} + t_{A.P}, \quad (10)$$

где:  $\Delta t_{ЗИП}$  - среднее время задержки удовлетворения заявки системой ЗИП;  $t_{A.P}$  - среднее время активного ремонта.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 году.

#### Литература

1. ОСТ 4.012.012-83. Аппаратура радиоэлектронная. Расчет среднего времени восстановления.
2. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
3. ОСТ 4Г 0.012.242-84. Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчета показателей надежности.

### ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Давидов А.О., Жмуров Б.В.

Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

В статье приведен обзор и анализ существующего стендового оборудования для испытаний систем электроснабжения летательных аппаратов. Показаны особенности испытаний систем электроснабжения летательных аппаратов. Приведены принципы организации автоматизированных систем измерений и управления стенда.

#### Organization of the automated system of measurement and control bench for research and testing of aircraft electrical systems. Davidov A., Zhmurov B.

A review and analysis of existing test bench equipment electrical systems of aircraft. The features of testing electrical systems of aircraft. The principles of the organization of the automated systems of measurement and control stands.

#### Введение.

Испытания систем электроснабжения (СЭС) летательных аппаратов (ЛА) требуют применения имитаторов, стендовых устройств и подсистем, которые во многом специфичны и характерны лишь для данной предметной области. Их технические характеристики зависят от целей планируемых испытаний, а выбор конкретного технического решения требует понимания процессов, происходящих в системе.

Основной проблемой при разработке системы автоматизированного управления процессом испытаний является выбор оптимальной структуры и количества измерительных модулей, достаточных для проведения работ с агрегатами и устройствами СЭС, с необходимой информативностью и точностью [1].

Задачей системы автоматизированного управления процессом испытаний является: управление стендовым оборудованием в автоматическом режиме, проведение измерений, обработку и хранение результатов измерений, а также взаимодействие с оператором.

В данной статье рассмотрены принципы организации автоматизированных систем измерений и управления экспериментальных стендов для испытаний агрегатов и устройств СЭС, подсистем СЭС и СЭС в целом.

### **1. Анализ существующего стендового оборудования для испытаний СЭС.**

В настоящее время для проведения испытаний СЭС ЛА существуют ряд стендов и испытательных комплексов [2, 3], которые предназначены для обеспечения комплексных электрических испытаний СЭС ЛА в режиме имитации работы и проверки работоспособности отдельных его подсистем и СЭС в целом.

Недостатками существующих технических решений является то, что в них не предусмотрено имитация отказов СЭС и нет возможности разделения и параллельного использования устройств измерения и управляющих устройств.

### **2. Задачи стенда для испытаний СЭС.**

В большинстве случаев стенды для испытаний СЭС ЛА предназначены для проведения: наземных полунатурных и натурных испытаний и отработок агрегатов и устройств СЭС, подсистем СЭС и СЭС в целом, а также диагностики и контрольных испытаний при ремонте компонент СЭС.

Основным требованием к стенду является возможность обеспечения имитации режимов работы, динамических и статических характеристик всех подсистем СЭС ЛА согласно ГОСТ Р 54073-2010.

Специфика испытаний СЭС ЛА заключается в необходимости:

- измерения текущих значений токов и напряжений в различных участках бортовой электрической сети, с возможностью регистрации переходных процессов;
- контроля правильности срабатывания защиты бортовой электрической сети от токовых перегрузок и коротких замыканий, с регистрацией времени срабатывания защиты;
- оценки правильности выполнения алгоритмов работы СЭС.

Данная специфика накладывает на характеристики стенда дополнительные требования по организации автоматизации процесса испытаний с высокой скоростью регистрации измерений характеристик и принятия решения.

Таким образом, при проведении испытаний СЭС ЛА следует отдельно контролировать воздействие различных факторов на отдельные агрегаты и устройства СЭС и параллельно осуществлять измерения параметров их состояния.

### **3. Особенности построения системы измерения и управления стендом для испытаний СЭС.**

Испытания связанные с имитацией режимов работы СЭС, требуют применения специализированного оборудования, имеющего специфические функциональные и технические характеристики. Для имитации различных сбоев и отказов в различных точках СЭС используются специальные устройства - блоки имитации отказов, которые управляются как в ручном режиме с помощью пульта управления, так и в автоматизированном режиме с помощью персонального компьютера.

Не менее важно обеспечить высокую точность определения характеристик агрегатов и устройств СЭС в процессе испытаний.

Исходя из этих требований, предложенных авторами, в ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт» разработан стенд для испытаний СЭС (рис.1).

В приведенной схеме стенда предлагается разделить системы измерения и управления стендом на две отдельные системы. Такой подход позволяет увеличить скорость измерений и принятия решений при непрерывных параллельных измерениях.

При измерениях информация от токовых трансформаторов и шунтов подключенных в различных точках СЭС, с помощью измерительных проводов передается в пульт контроля и управления (ПКУ), где распределяется на различные устройства. Так для проведения параллельных измерений в различных точках СЭС, анализа результатов измерений и их регистрации к ПКУ подключен стендовый вычислительный, измерительный и регистрирующий комплекс (СВИРК), куда передается сигнал со всех измерительных датчиков. Для контроля измеренных значений и определения точности измерения к ПКУ, также подключены измерительные коммутаторы. К коммутаторам подключаются различные измерительные устройства с помощью которых осуществляется измерение и передача результатов измерений на персональный компьютер.

Управление стендом осуществляется по отдельному каналу управления, который обеспечивает работу стенда в нормальном (штатном) режиме работы, а также в режиме имитации отказов (обрыв, перегрузка и короткое замыкание) в различных точках СЭС. Для имитации обрыва, перегрузки и короткого замыкания в различных точках СЭС используются ключи установленные последовательно и параллельно в цепи СЭС, которые входят в состав блоков имитации отказов. Управление ключами

осуществляется как в ручном режиме с помощью ПУ, так и в автоматизированном режиме с помощью персонального компьютера.

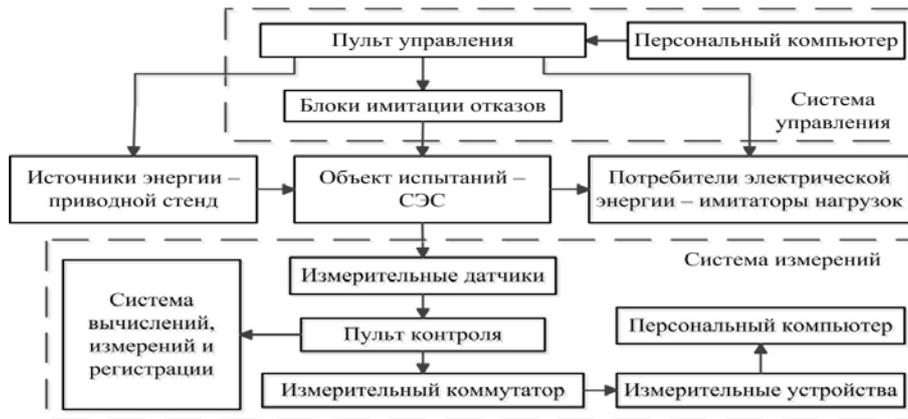


Рисунок 1 - Схема системы электроснабжения летательного аппарата

**Заключение.** Одним из основных принципов построения экспериментального стендового оборудования является принцип параллельности работ и измерений заключается в раздельном и независимом измерении параметров группы однотипных объектов исследования и параллельном проведении работ с ними, что позволяет исключить взаимное влияние объектов друг на друга.

Принцип достаточности измерительных точек реализован путем применения цифровых измерительных модулей в количестве, достаточном для параллельного проведения работ с агрегатами и устройствами СЭС.

Как видно из вышесказанного, в настоящее время не существует универсального стендового оборудования для испытаний СЭС ЛА. Поэтому специалистам в этой области приходится самим создавать стендовое оборудование под каждую отдельную научную и промышленную задачу. В данной статье приведены универсальные основы построения современного экспериментального стенда для исследований и испытаний агрегатов и устройств СЭС, подсистем СЭС и/или СЭС в целом.

#### Литература.

1. Bezruchko, K. Scientific and technical complex for modeling, researching and testing of rocket-space vehicles' electric power installations / K. Bezruchko, A. Davidov // Acta Astronautica. – 2009. – № 64. – P. 59 – 66.
2. Пат. 2552576 Российская Федерация, МПК В64G5/00. Автоматизированный испытательный комплекс для электрических испытаний космических аппаратов [Текст] / Семенов В.А., Ткач В.Ф., Сарычев К.Ф., и др.; заявитель и патентообладатель ОАО "Научно-исследовательский институт электромеханики". - № 2014115912/11; заявл. 21.04.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16. – 14 с.
3. Саханов, К.Ж. Разработка методов и средств контроля для обеспечения оценки технического состояния систем электроснабжения летательных аппаратов: дис. ... канд. техн. наук. СГАУ, Самара, 2010.

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОВЫМИ ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЕЛЬНЫМИ

Занин А.О., Бушмелева К.И.

*БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Сургутский государственный университет»*

Рассмотрены основные проблемы влияющие на надежность работы котельных, а именно ее бесперебойного функционирования. Описаны причины остановки работы котельных. Определены направления разработки алгоритмов автоматического регулирования параметров и предупреждения достижения экстремальных критических значений этих параметров, приводящих к аварийной остановке работы котельных. Определены направления разработки алгоритмов автоматического регулирования параметров, направленных на поддержание наиболее эффективного режима работы котельных.

**System analysis and optimization of automatic gas boiler control process. Zanin A.O., Bushmeleva K.I.**

Overview the main problems of the boiler reliability, namely its smooth functioning is made. Shown the causes of stopping the boiler. The directions of developing of algorithms for automatic control parameters and prevention of parameters critical values leading to an emergency stop are described. Also described the directions of the development of algorithms for the automatic control of parameters aimed at maintaining the most efficient mode of the boiler.

В настоящее время основным нормативным документом, устанавливающим требования к проектированию, строительству и техническому перевооружению котельных в Российской Федерации является свод правил «Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76» [1]. В данном своде правил изложены так же основные требования, предъявляемые к автоматическому процессу управления котельными.

Основными задачами автоматизации котельных является: обеспечение надежной и безопасной работы котельных; обеспечение энергосбережения и повышения эффективности систем теплоснабжения и теплопотребления.

В диссертационной работе будут рассмотрены основные проблемы влияющие на надежность работы котельной, а именно ее бесперебойного функционирования. Выявление основных и второстепенных причин остановки работы котельных. Определены направления разработки алгоритмов автоматического регулирования параметров и предупреждения достижения экстремальных критических значений этих параметров, приводящих к аварийной остановке работы котельных. Разработка алгоритмов автоматического регулирования параметров направлена так же на поддержание наиболее эффективного режима работы котельных.

Основными причинами остановки работы газовых водогрейных котельных являются: повышении или понижении давления газообразного топлива перед горелками; понижении давления жидкого топлива перед горелками за регулирующей арматурой; понижении давления воздуха перед горелками с принудительной подачей воздуха; уменьшении разрежения и/или повышении давления в топке; погасании факелов горелок, отключение которых при работе котла не допускается; повышении температуры воды на выходе из котла; повышении или понижении давления воды на выходе из котла; уменьшении установленного наименьшего расхода воды через котел; остановке ротора форсунки; неисправности цепей защиты.

Разрабатываемые в диссертационной работе алгоритмы автоматического регулирования данных параметров позволяют предупреждать достижение экстремальных критических значений, приводящих к аварийной остановке работы котельных.

Оптимизация автоматического процесса управления направленная на повышение бесперебойности функционирования работы котельных приведет, как следствие к повышению технико-экономических показателей.

Эффективность работы котельных в первую очередь определяется эффективностью процесса горения. Эффективность процесса горения, в свою очередь, обеспечивается путем поддержания на требуемом уровне отношения «топливо-воздух». Тем самым предопределяется та первостепенная роль, которую играют в системе управления топочным устройством системы автоматического регулирования подачи топлива и давления дутьевого воздуха. Для поддержания на требуемом уровне отношения «топливо-воздух» необходимо измерять количество кислорода в отходящих газах, для чего используется стационарный газоанализатор. К этому следует добавить, что эффективность работы котлоагрегата в целом определяется показателями качества конечного продукта. Теплоотдача топки является управляющим воздействием для системы теплогенерации. Следовательно, для поддержания давления на заданном уровне необходимым образом корректировать уставки регулятора подачи топлива. Однако в силу особенностей изготовления и монтажа котлоагрегата такой связи практически нигде нет [2]. Каждая из указанных систем управления функционирует самостоятельно, реагируя только на внешние и внутренние факторы. Связь же между ними осуществляет система автоматического процесса управления. Разработка наиболее эффективных алгоритмов регулирования данных параметров и является основной задачей данной работы.

Значительная часть таких задач решается путем модельных исследований. Поэтому вопросам усовершенствования практических методов моделирования в диссертационной работе уделено большое внимание. Научную новизну работы представляют результаты исследований в области моделирования автоматических процессов управления газовыми водогрейными котельными.

Методы исследования основаны на результатах:

- обобщения фактических режимов и опытных данных о работе оборудования и сопоставления их с установленными нормами, теоретическими предпосылками и опытными данными других исследователей с учетом сложившихся концепций по тому или иному вопросу на уровне мировых стандартов и стандартов Российской Федерации;

- анализа причин отклонения режимов работы оборудования от установленных норм;

- анализа принципиальных и фактических возможностей усовершенствования существующих конструкций оборудования и соответствующих технологий.

Математические модели и полученные при их реализации аналитические зависимости позволят определить параметры наиболее эффективной работы котельных как при номинальной, так и при переменной нагрузке.

#### **Литература**

1. СП 89.13330.2012 «Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП П-35-76» / УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 281 и введен в действие с 1 января 2013/ ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

2. ГОСТ 25365-82 (с изменением №1) «Котлы паровые и водогрейные. Общие технические требования. Требования к конструкции». / УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29 июля 1982 г. N 2951.

### **ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ**

*Алексеев И.В., Захарова М.Н., Носков А.Н., Лукьянов А.В.  
Ярославль, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова*

Авторами рассмотрено понятие программно-конфигурируемой сети, даётся обоснование актуальности программно-конфигурируемой сети (ПКС), как научно-технической концепции, проблем распространения и совместимости.

Существенное внимание уделяется разработанному авторами модулю, позволяющему обеспечить взаимодействие между программными компонентами сетевого контроллера – как друг с другом, так и собственно с контроллером ПКС.

Ключевые слова: SDN; программный контроллер; программно-конфигурируемая сеть; ПКС сети; корпоративная сетевая инфраструктура; протокол OpenFlow; модуль EventBus; распределенный контроллер, MPLS.

**Ключевые слова на русском языке:** SDN; программный контроллер; программно-конфигурируемая сеть; ПКС сети; корпоративная сетевая инфраструктура; протокол OpenFlow; модуль EventBus; распределенный контроллер, MPLS.

#### **Approach to the development of distributed controllers and software configurable networks. I.Alekseev, M.Zakharova, A.Noskov, A.Lukyanov**

The authors examined the concept of software-configurable network, given the relevance of justification and software configurable network (PKS) as the scientific and technological concepts, problems of distribution and compatibility.

Considerable attention is given to the authors developed a module allowing to ensure interoperability between software components of the network controller - both with each other and with the actual controller PCB.

**Keywords in English:** SDN, programmable controller, Software-defined networking, corporate network infrastructure, protocol OpenFlow, module EventBus, a distributed controller, MPLS.

Для того чтобы балласт-наслоение сетевых технологий и протоколов не мешал внедрению новых сетевых сервисов и оптимальных для них схем передачи IP пакетов ведется разработка технологий программно-конфигурируемых сетей, в которых разделены слои передачи пакетов и сетевой топологии. Такие работы ведутся рядом научно-технологических лидеров в мире и России. Однако подход ПКС является пока глубоко академическим, несмотря на то, что некоторые вендоры начинают выпуск оборудования, которое работает по протоколу OpenFlow. Необходимы решения, которые позволят внедрять подходы ПКС в сетях корпоративных пользователей уже в настоящее время, причем с учетом того, что оборудование, поддерживающее ПКС, не является пока распространенным, и, следовательно, полученное в результате работы решение должно обеспечить совместимость традиционных сетей и ПКС в решении насущные проблем корпоративных сетей: контролируемость, безопасность, надежность.

Автоматизированная система контроля и управления процессом работы корпоративной сетевой инфраструктуры представляет собой сетевой контроллер, который способен взаимодействовать с оборудованием, поддерживающим стандарты ПКС по протоколу OpenFlow. Разработка программного контроллера SDN для корпоративных сетей включает в себя ряд направлений работы, а именно:

- разработка графического интерфейса пользователя;
- создание системы сбора и анализа статистики с сетевых устройств;
- реализация работоспособной системы на основе коммутаторов с прошивкой DD-Wrt для тестирования и демонстрации возможностей системы для сети с использованием бюджетных устройств;
- разработка дополнительного уровня промежуточного программного обеспечения, связывающего воедино все компоненты контроллера программно-конфигурируемой сети с точки зрения задач управления и согласования работы компонентов.

Фокус внимания исследований приходится на решении задач, характерных для типовых корпоративных сетей. Разработанный прототип контроллера ПКС, учитывающий потребности управления, обеспечения защиты, учета потребления ресурсов и других аспектов, характерных для корпоративных сетей предприятий является новой разработкой в совершенно новой нише применения технологии ПКС.

Важным компонентом разработок, который стоит особенно выделить, является промежуточное ПО, связывающее воедино компоненты контроллера программно-конфигурируемой сети для решения задачи управления и согласования работы компонентов и программный модуль сбора и анализа данных статистики с сетевых устройств, а также готовая связка компонентов системы с маршрутизаторами или устройствами доступа на базе микрокода DD-WRT, работающих в режиме программно-конфигурируемой сети.

Модуль реализован на языке Python с использованием библиотеки `gevent`. Клиентская сторона, исполняемая в браузере, реализована на основе библиотеки `ExtJS 4.1`. Модуль предназначен для отображения пользовательского интерфейса в браузере. С помощью пользовательского интерфейса производится настройка и обслуживание ПКС сети, вывод отчетов статистики в удобной форме, визуализация топологии ПКС сети. Структурно модуль состоит из двух частей: веб-сервер и клиент `EventBus`. Веб-сервер отвечает за передачу контента в браузер и оповещение браузера о новых событиях. Целесообразно использовать готовый веб-сервер, входящий в состав библиотеки `gevent`.

Для динамического отображения данных в браузере достаточно построить взаимодействие браузера с веб-сервером на основе протокола `websocket`. Для этого использовали Python-библиотеку `gevent-socketio`, которая предоставляет функционал передачи событий поверх протокола `websocket`.

Модуль для POX включает в себя реализацию коммутации пакетов на уровне L2 модели OSI (по MAC адресам), статической маршрутизации на уровне L3 модели OSI (по IP адресам), фаервола на уровнях L2/L3/L4 модели OSI (MAC/IP адреса, TCP/UDP порты). Также создан модуль, который отвечает за статистику коммутаторов, топологию сети и отслеживание нового оборудования. Этот модуль включает в себя готовые модули фреймворка POX: `topology`, `discovery` и `host_tracking`. Весь функционал модуля: оповещения о событиях, связанным с добавлением/удалением устройства в ПКС сети, запрос статистики конкретного устройства, запрос текущей топологии ПКС сети, динамическое добавление/удаление/редактирование правил прохождения пакетов (коммутация, маршрутизация, фаервол) доступен другим модулям программного комплекса посредством модуля `EventBus`. Клиент для связи с модулем `EventBus` реализован также как компонент фреймворка POX.

По техническим соображениям модуль поддержки виртуализации сетевого контроллера рациональнее было включить в данный модуль. Суть работы этого модуля заключается в возможности обработки тэггированных пакетов (vlan) на уровне L2 модели OSI. Также в каждом vlan можно создавать виртуальный интерфейс со своим ip адресом. Для обработки vlan пакетов модуль хранит локальную таблицу MAC адресов для каждого отдельного vlan. Виртуальные интерфейсы помогают настраивать маршрутизацию между разными vlan сетями. Виртуальные сети позволяют более гибко строить сети с большими возможностями организации контроля доступа.

Для простоты изложения весь комплекс (POX + модули) будем называть модуль OFC. Модуль OFC имеет свой конфигурационный файл, в котором хранятся различные правила фильтрации, маршрутизации, настройки для непосредственно самого контроллера на основе POX. Правила маршрутизации и фильтрации могут изменяться «на лету», т.е. можно изменить правила в конфигурационном файле и дать сигнал модулю OFC, чтобы тот перечитал конфигурационный файл и применил новые правила. Также можно динамически изменять правила посредством модуля `EventBus`.

В основе работы модуля OFC лежат два действия: ответ на запрос от OpenFlow коммутатора и установка правил на OpenFlow устройстве. Когда на OpenFlow коммутатор приходит неизвестный пакет, то он посылает его в модуль OFC. Модуль OFC проверяет данный пакет и решает, что должен с этим пакетом коммутатор, приславший пакет. Для этого модуль OFC устанавливает правило на OpenFlow коммутаторе, и после этого данные пакеты будут известны коммутатору для определения действия над ними. Для случаев, когда нужно запросить статистику по пакетам, количество действующих OpenFlow правил на коммутаторе, модуль OFC генерирует и посылает запрос на интересующий коммутатор.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-07-00353.

#### Литература

1. M. Casado, T. Koponen, S. Shenker, A. Tootoonchian. (2012). Fabric: a retrospective on evolving SDN, HotSDN '12: Proceedings of the first workshop on Hot topics in software defined networks.
2. M. Canini, D. Venzano, P. Peresini, D. Kostic, and J. Rexford. (2012). A NICE Way to Test OpenFlow Applications, in NSDI.
3. Красотин А.А., Алексеев И.В. Программно-конфигурируемые сети как этап эволюции сетевых технологий // Моделирование и анализ информационных систем. -2013, №4 - стр. 110-124.
4. OpenFlow Switch Specification, Version 1.4.0 (Oct., 2013). // [www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.4.0.pdf](http://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.4.0.pdf)
5. N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and J. Turner. (March 2008). OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks, SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 38, pp. 69–74.
6. C. Rotsos, N. Sarrar, S. Uhlig, R. Sherwood, and A. W. Moore. (2012). OFLOPS: An Open Framework for OpenFlow Switch Evaluation, in PAM.
7. Nikitinsky M.A., Alekseev I.V. A stateless transport protocol in software defined networks// SDN&NFV: The Next Generation of Computational Infrastructure: 2014 International Science and Technology Conference "Modern Networking Technologies (MoNeTec)". Moscow, October 27-29, 2014.

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ МАЛЫХ АНТЕНН

Иванов А.В.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассмотрены основные результаты применительно к задаче совершенствования техники электрически малых антенн (ЭМА), не затрагивая физические основы и часть истории этого вопроса, которые более подробно изложены в работе [5]. Также описаны основные типы и методы применения метаматериалов в антенной технике.

#### **The use of metamaterials in the technique of electrically small antennas, Ivanov A. V.**

Describes the main results, which are applied to the problem of improving the technology of electrically small antennas (ESA), without affecting the physical basis and part of the history of this issue, which is further detailed in [5]. Also describes the main types and applications of metamaterials in antenna technology.

Использование метаматериалов – это новое и перспективное направление развития радиотехники, которое в первую очередь затрагивает область антенных систем. Технология микрополосковых антенн уже не может дать столь успешных решений для сокращения габаритов СВЧ-устройств. Поэтому поиск нетрадиционных подходов к созданию микроволновой техники в последнее время существенно активизировался. Одно из новых направлений в развитии теории электрически малых антенн (ЭМА) связано с достижениями в области создания метаматериалов.

Метаматериал — композиционный материал, свойства которого обусловлены не столько свойствами составляющих его элементов, сколько искусственно созданной периодической структурой из макроскопических элементов, обладающих произвольными размерами и формой. В очень грубом приближении такие макроскопические элементы можно рассматривать как искусственно внесенные в исходный материал атомы чрезвычайно больших размеров. Искусственная периодическая структура модифицирует диэлектрическую и магнитную проницаемости исходного материала. Разработчик метаматериалов имеет возможность выбора различных свободных параметров (размеры структур, форма, постоянный и переменный период решетки элементов, образующих структуру). Одно из возможных свойств метаматериалов — отрицательный коэффициент преломления, который проявляется при одновременной отрицательности диэлектрической и магнитной проницаемостей материала.

Интерес к материалам с отрицательным коэффициентом преломления начинается с работы советского физика В. Г. Веселаго, которая была опубликована в журнале «Успехи физических наук» за 1967 г.

В работе было указано на возможность существования материала с отрицательным коэффициентом преломления, который был назван «левосторонним». Материал с положительным коэффициентом преломления по аналогии следует назвать «правосторонним». Автор пришел к

заключению, что в левостороннем материале почти все известные оптические явления распространения волн существенно изменяются, хотя в то время материалы с отрицательным коэффициентом преломления еще не были известны. Здесь, однако, следует заметить, что в действительности значительно раньше такие «левосторонние» среды обсуждались в 1957–1960 гг. в работах В. Е. Пафомова, Д. В. Сивухина и Р. А. Сирина. Более подробное описание истории вопроса можно найти в обзоре В. М. Аграновича и Ю. Н. Гартштейна. Уместно упомянуть двухтомное издание объемом более 1000 страниц, в котором собраны обзорные статьи по физике и применению метаматериалов авторов многих международных, в том числе и российских научных центров. Интерес представляют монографии, в которых подробно изложены физические свойства и принципы технических приложений метаматериалов [1].

В 1967 г. российский физик В. Г. Веселаго теоретически исследовал базовые свойства сред с отрицательными значениями  $\epsilon$  и  $\mu$ , назвав их левосторонними в отличие от традиционных – правосторонних. Их практическая реализация началась с 1996 г. в работе Дж. Пендри с соавторами, а исследование их характеристик продолжается до сегодняшнего дня. В отечественной и зарубежной литературе их принято называть композиционными право-левосторонними метаматериалами (КПЛМ-CRLH).

Вопросам изучения свойств СВЧ-метаматериалов различной архитектуры и их некоторым применениям в антенной технике посвящены специальные выпуски журналов IEEE Transaction.

В антенной технике применение нашли следующие типы метаматериалов [2]:

1. Дважды отрицательные материалы (левовинтовые) (ДОС) (double negative materials (lefthanded)).
2. Материалы с электронной запрещенной зоной (ЭЗЗ) (Elektromagnetic Bandgap Structure (EBG)). EBG представляют собой периодические структуры, которые препятствуют распространению электромагнитных волн в определенном направлении. Такими волнами могут быть поверхностные волны в диэлектрической подложке.
3. Искусственные комплексные земляные плоскости, обеспечивающие заданную фазу отражения электромагнитной волны.
4. Частотно-селективные поверхности (ЧСП) (Frequency Selective Surface – FFS).

По способу исполнения антенны на основе метаматериалов можно разделить на следующие категории:

- окруженные метаматериалом;
- расположенные под слоем метаматериала (с покрытием в виде метаматериала);
- расположенные над слоем метаматериала;
- выполненные на подложке из метаматериала (печатные);
- выполненные непосредственно из метаматериала.

Известно, что основная проблема электрически малых антенн заключается в уменьшении излучаемой мощности с уменьшением размера антенны и увеличении реактивной (запасенной) мощности [3]. Последнее затрудняет согласование электрически малой антенны с питающей линией. Авторы показали, что в надлежащим образом спроектированной системе «диполь-слой ДОС» излучаемая мощность увеличивается более чем на порядок по сравнению со случаем диполя в свободном пространстве, а реактивная мощность уменьшается соответственно. Анализ реактивной мощности внутри системы диполь-слой ДОС показал, что слой ДОС действует как естественная согласующая цепь для диполя. Получено максимальное значение относительного коэффициента усиления (по отношению к случаю свободного пространства) для случая  $f = 10$  Гц,  $r_1 = 0,1$  мм и  $r_2 = 0,75$  мм ( $k_2 = 0,16$ ),  $\epsilon_r = \mu_r = -3,0$ , равная 70 (18,45 дБ). Добротность излучения составила  $Q = 29$ . Диссипативные потери и дисперсионные свойства ДОС при анализе авторами не учитывались.

Тремя годами позже R. W. Ziolkowski and A. Erentok опубликовали статью, в которой аналитически и численно исследовали три типа электрически малых резонансных систем, состоящих из сферического слоя однородного изотропного материала с отрицательной диэлектрической проницаемостью (ЭОС) и одной из трёх антенн внутри этого слоя: бесконечно малого электрического диполя, очень короткого центрально запитываемого цилиндрического электрического диполя и очень короткого коаксиально запитываемого электрического монополя, расположенного над бесконечной заземлённой плоскостью (последний изображён на рис. 1). В статье показано, что надлежащим образом спроектированный слой ЭОС работает как индуктивный распределенный элемент, резонансно компенсирующий большую ёмкость электрически малой антенны. В результате этого достигается согласование антенной системы с источником возбуждения в определённой полосе частот.

Максимальное значение относительного коэффициента усиления для случая  $f=300\text{МГц}$ ,  $r_1=10\text{ мм}$  и  $r_2=18,45\text{ мм}$  ( $kr_2=0,18$ ),  $\varepsilon_r=-3,0$ ,  $\mu_r=1$  составила 64 (18 дБ).

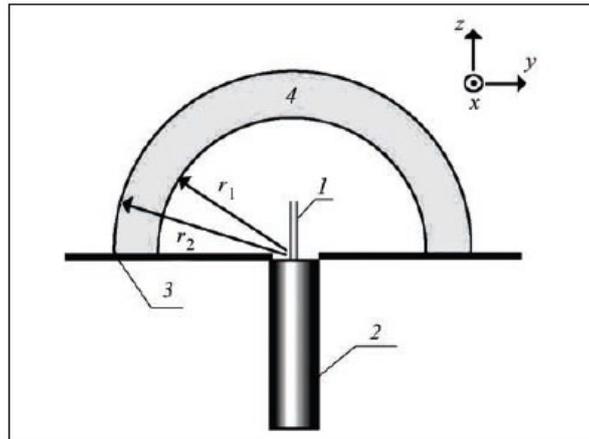


Рис. 1. Антенная система, включающая коаксиально запитываемый монополю над бесконечным экраном и слой ЭОС [3]: 1 – монополю; 2 – коаксиальный провод; 3 – экран; 4 – слой ЭОС

В этой работе авторы включили в рассмотрение диссипативные потери и дисперсионные свойства ЭОС. Выявлено существенное ограничение диапазона частот по согласованию при введении в рассмотрение диссипативных потерь и дисперсионных свойств ЭОС.

Впоследствии эта же задача была рассмотрена теоретически, где результат оказался того же порядка: для  $kr_2=0,3$ ,  $\varepsilon_r=-5-i\cdot 0,01$ ,  $\mu_r=1$  относительный коэффициент усиления составил 58 (17,6 дБ). Более скромный теоретический результат этими авторами получен для резонансной щелевой антенны, окружённой сферическим слоем ЭОС [3]: для  $kr_2=0,57$ ,  $\varepsilon_r=-4-i\cdot 0,01$ ,  $\mu_r=1$  относительный коэффициент усиления составил 15 (11,75 дБ).

Практические примеры реализации электрически малых антенн, окружённых метаматериалом, представлены в одной из последних работ R. W. Ziolkowski and A. Erentok. Реально полученные значения коэффициента усиления трехмерных и двумерных вариантов гораздо меньше тех, которые были получены теоретически.

Анализ известных направлений исследований в теории метаматериалов позволяет спрогнозировать появление антенных конструкций на основе активных и нелинейных метаструктур, теорию и технологии которых еще предстоит разработать. Вполне вероятно, что в этот процесс могут быть вовлечены также хиральные метасреды, материалы с искусственным магнитным и квадрупольным откликом, метаматериалы с сильной пространственной дисперсией, с помощью которых уже пытаются создавать оптические приборы с разрешением, превышающим дифракционный предел. Учитывая успешное начало эры метаматериалов в антенной технике, сопровождавшееся открытием целого ряда замечательных эффектов, есть основания надеяться, что ее продолжение станет не менее впечатляющим.

#### Литература

1. Киселёв В. П., Сайко В. Г., Ильинов М. Д., Федяев В. Е. Современное состояние исследований малогабаритных антенн
2. Слюсар В. Диэлектрические резонаторные антенны. Малые размеры, большие возможности. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2007, №4, с. 89–95.
3. Слюсар В. Фрактальные антенны. Принципиально новый тип "ломаных" антенн. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2007, № 5, с. 78–83; № 6, с. 82–89.
4. Слюсар В. Синтез антенн на основе генетических алгоритмов. – Первая миля, 2008, № 6, с. 16–23; 2009, № 1, с. 22–25.
5. Слюсар В. Метаматериалы в антенной технике: история и основные принципы. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2009, №7, с. 70–79.

## АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ ЭЛЕМЕНТА СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Иванов И.А., Иванов О.А.  
НИУ ВШЭ

В данной статье представлен алгоритм работы приемо-передающего модуля элемента сенсорной сети в части ограничения потребляемой мощности. Описаны его основные режимы работы в зависимости от внешних условий и состояния аккумуляторной батареи.

Ключевые слова: приемо-передающий модуль, энергопотребление, датчик утечки газа, сенсорная сеть, магистральный газопровод.

### The algorithm of limits of the power consumption of transceiver module element of the sensor network. Ivanov I.A., Ivanov O.A.

In this article the receive-transmitting module algorithm of sensor network unit is shown in part of power consumption limitation. The main modes of operation are described depending on external condition and battery status.

Key words: received-transmitting module, power consumption, methane leakage sensor, sensor network, gas main.

Основными и базовыми элементами мониторинговой телекоммуникационной системы на основе беспроводных сенсорных сетей являются автономные миниатюрные снабженные сенсорами (датчиками деформации зданий, утечки газа, температуры, влажности и т.п.) вычислительные устройства, называемые мотами.

С целью решения актуальной задачи по обеспечению непрерывного мониторинга технического состояния магистральных газопроводов предлагается использование технологий беспроводных сенсорных сетей ZigBee. Данное решение, в целом, позволяет обеспечить следующие преимущества системы:

1. гибкость конфигурации при установке мотов;
2. снижение трудозатрат на монтаж, пусконаладку и сопровождение;
3. простота наращивания системы;
4. высокая отказоустойчивость.

Основными и базовыми элементами мониторинговой телекоммуникационной системы на основе беспроводных сенсорных сетей являются автономные миниатюрные снабженные сенсорами (датчиками деформации зданий, утечки газа, температуры, влажности и т.п.) вычислительные устройства, называемые мотами.

Структурная схема мота представлена на рис. 1 и является идентичной по отношению к каждому из используемых типов сенсоров: ДУМ – датчик утечки метана (первичный преобразователь); НУ – нормирующий усилитель; ЧРВ – часы реального времени; МК – микроконтроллер; ППМ – приемопередающий модуль; КЗА – контроллер заряда АКБ (аккумуляторная батарея).

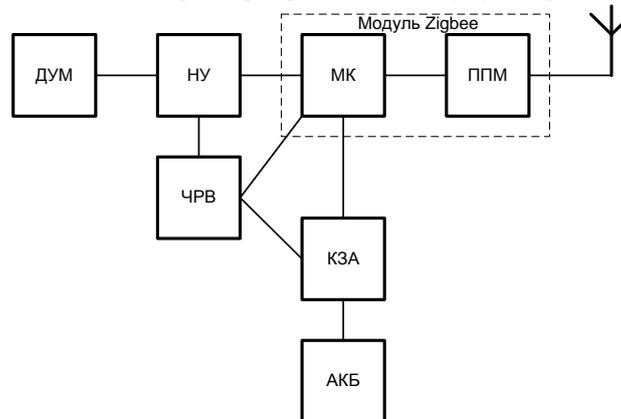


Рис. 1. Структурная схема мота.

Оборудование стандарта IEEE 802.15.4b, к которому относятся и протоколы Zigbee, может работать в трех частотных диапазонах: 868 МГц в Европе, 915 МГц в США и 2,4 ГГц во всем мире. В диапазонах 868 МГц и 915 МГц полосы используются три дополнительных схемы модуляции: двоичная фазовая манипуляция BPSK, квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом OQPSK и технология

расширения спектра методом параллельных последовательностей (Parallel Sequence Spread Spectrum, PSSS), что показано в таблице.

Стандарт протокола физического уровня РНУ, МГц	Диапазон частот, МГц	Чиповая скорость, кчип/с	Модуляция	Битовая скорость, кбит/с	Символьная скорость ксимвол/с	Чувствительность Rx, дБм
868/915	868-868,6	300	BPSK	20	20	-92
	902-928	600	BPSK	40	40	-92
868/915 дополнительно	868-868,6	440	PSSS	250	12,5	-85
	902-928	1600	PSSS	250	50	-85
868/915 дополнительно	868-868,6	400	OQPSK	100	25	-85
	902-928	1000	OQPSK	250	62,5	-85
2450	2400-2483,5	2000	OQPSK	250	62,5	-85

В зависимости от схемы модуляции радиооборудование может поддерживать различные скорости передачи данных: 250 Кбит на частоте 2,4 ГГц, от 20 кбит до 250 кбит на частоте 868 МГц и от 40 Кбит до 250 Кбит в диапазоне 915 МГц. Центральные частоты этих каналов  $f_c$  определяются следующим образом:

- $f_c = 868,3$  [МГц],  $k = 0$ ;
  - $f_c = 906 + 2(k-1)$  [МГц],  $k = 1, 2, \dots, 10$ ;
  - $f_c = 2405 + 5(k-11)$  [МГц],  $k = 11, 12, \dots, 26$ ,
- где  $k$  - номер канала.

При расчете системы электроснабжения для единичных мотов необходимо учитывать, что одними из самых существенных будут энергзатраты, связанные с работой приемо-передающего устройства. Таким образом, когда количество накопленной энергии становится меньше предельного уровня, в том числе и заранее прогнозируемое накопление электроэнергии из внешних источников электроснабжения, то системе необходимо переходить на режим сниженного энергопотребления. Поэтому был разработан алгоритм работы ППУ в зависимости от режима работы контроллера заряда аккумулятора (рис. 2).

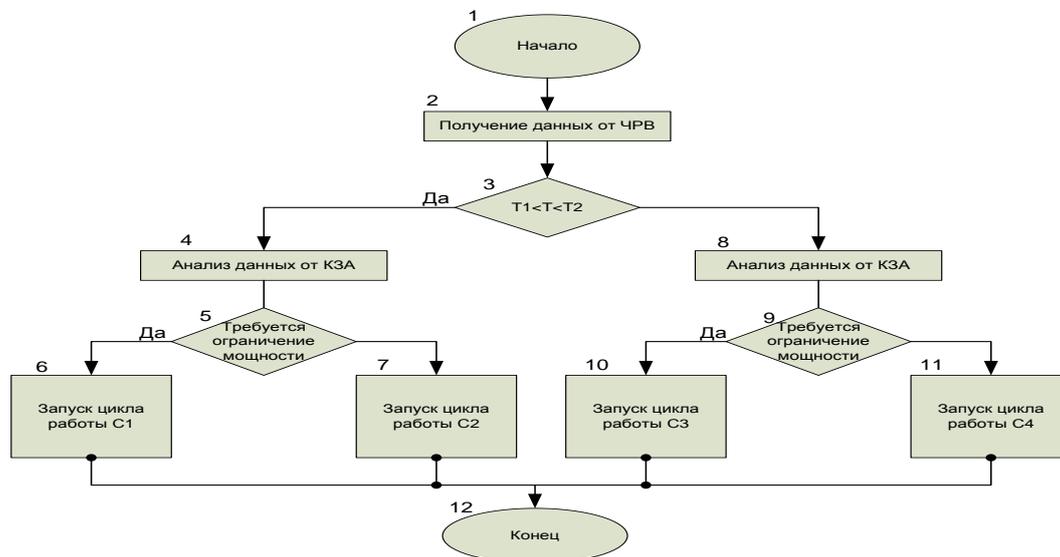


Рис. 2. Алгоритм ограничения мощности ППУ.

Основное отличие разрабатываемой системы от существующих в том, что, так как моты будут устанавливаться в отдаленных труднодоступных местах под воздействием экстремальных факторов окружающей среды (низкие и высокие температуры, осадки и т.п.), то ограничение потребляемой мощности является крайне необходимой задачей, позволяющей значительно повысить срок службы устройства в части передачи данных об утечки газа.

Первым делом блок 2 получает данные от ЧРВ для определения текущего времени, что в дальнейшем будет использоваться для переключения на тот и иной режим работы ППУ. Блоком 3

проводится сравнения реального времени с заданным интервалом  $T_1 \leq T \leq T_2$ , где  $T_1$  и  $T_2$  являются средним временем начала и конца светлого времени суток и зависят от выбранного региона размещения системы. Если текущее время находится в данном интервале, то запускаются дневные режимы работы, если нет, то – ночные. Затем блоки 4 и 8 анализируются полученные данные от КЗА – процесс данного анализа описан ниже. В случае, когда в общий микроконтроллер пришел сигнал от КЗА об ограничении потребляемой мощности, то он записывается во временную память и хранится там до того момента, пока ППУ не обратится к этой ячейке. После чего она стирается (обнуляется). Данные представляют собой только сам факт необходимости ограничения, то есть: 0 – ограничение не требуется, 1 – требуется. Таким образом, в зависимости от того, какое значение было записано в заданную ячейку памяти блоками 5 и 9 определяется необходимый режим работы:

1. Блок 6 запускает дневной режим экономии энергии С1. Во время работы данного режима отключается вся работа беспроводного модуля за исключением контроллера заряда и алгоритма ограничения мощности, а вся накопленная энергия расходуется только на ежедневный выход эфир для передачи. Суточный расход электроэнергии будет составлять:

$$W_{C1} = (P_{kza} + P_n^{in})(T_2 - T_1) + P_{rm} t_{rm}, \text{ где } P_n^{in} - \text{ суммарные внутренние потери системы, } P_{kza} -$$

потери на функционирование КЗА,  $P_{rm}$  - мощность ППУ в режиме приема и передачи данных,  $t_{rm}$  - время работы ППУ в режиме приема и передачи информации.

2. Блок 7 и 11 запускает обычный дневной (С2) и ночной (С4) соответственно режимы работы, то есть БМ функционирует без каких-либо ограничений мощности. Периодичность работы БМ определяется работой следующих основных устройств: ДУМ, ППУ и КЗА. Посуточный алгоритм работы БМ представлен на рис. 3. Из представленной схемы следует, что в светлое время суток, когда солнечная энергия будет интенсивно заряжать АКБ, БМ будет включаться через каждые 2 часа, а в темное время суток достаточно трех тактов контроля, через 4 часа. В итоге БМ будет работать в течение суток 9 раз, начало суточного цикла в 14<sup>00</sup> часов.

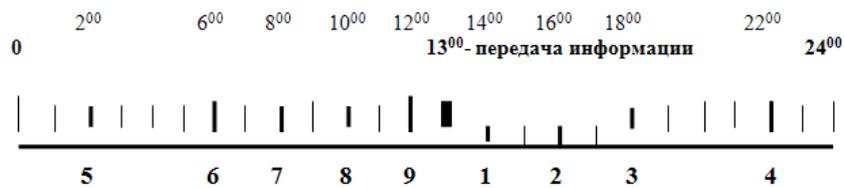


Рис. 3. Время работы БМ

В данных режимах работы суточный расход электрической энергии:

$$W_{C2} = nP_s t_s + (P_{kza} + P_n^{in})(T_2 - T_1) + P_{rm} t_{rm}, \text{ где } n - \text{ количество включений ДУМ в светлое}$$

время суток в интервале времени  $T_1 \leq T \leq T_2$ ,  $P_s$  - суммарная мощность ДУМ и потери на его функционирование,  $t_s$  - продолжительность единичного включения ДУМ.

$W_{C4} = mP_s t_s + (P_{kza} + P_n^{in})(24 + T_1 - T_2) + P_{rm} t_{rm}$ , где  $m$  – количество включений ДУМ в темное время суток в интервале времени  $T_2 \leq T \leq 24 + T_1$ .

А значит, в случае, когда количество накопленной и прогнозируемой к накоплению электроэнергии достаточно для работы ППУ в нормальном режиме работы – без ограничений потребления, - суточный расход составит:

$$W_{\Sigma}^p = W_{C2} + W_{C1}$$

или, принимая во внимание, что  $(n + m) = 9$

$$W_{\Sigma}^p = 9P_s t_s + (P_{kza} + P_n^{in})24 + P_{rm} t_{rm}$$

Блок 10 запускает ночной режим работы ППУ (С3), когда отключается ДУМ и ППУ, а вся накопленная энергия максимально экономится для дневного выхода в эфир. В данном режиме, помимо вспомогательных систем и основного микроконтроллера, работает только КЗА. Расход энергии будет составлять:

$$W_{C3} = (P_{kza} + P_n^{in})(24 + T_1 - T_2)$$

Таким образом, представленный выше алгоритм ограничения потребляемой мощности ППУ позволяет достаточно расходовать накопленную электроэнергию в зависимости текущей мощности доступных источников электроэнергии и средней продолжительности светлого времени суток. А экономия электроэнергии при снижении потребляемой мощности по отношению к полноценному функционированию системы составит:

$$W_{ec} = W_{\Sigma}^p - W_{\Sigma}^{ec}, \text{ где } W_{\Sigma}^{ec} = W_{C1} + W_{C3}$$

Значит,

$$W_{ec} = 9P_s t_s$$

Поскольку факт обнаружения утечки газа запоминается в контроллере ППУ, то результат контроля за сутки в целом достаточно передавать один раз, после девятого такта работы БМ, после чего информационный код обнуляется, при дальнейшей эксплуатации режим работы БМ можно легко изменить.

### Литература

1. Азизов Р. Ф., Аминев Д. А., Иванов И. А., Увайсов С. У. Способ организации связи на основе приоритетов для децентрализованной сети // Технологии электромагнитной совместимости. 2013. № 4. С. 5-8.
2. Увайсов С. У., Иванов И. А., Иванов О. А., Азизов Р. Ф. Принцип размещения датчиков утечки метана магистральных газопроводов // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции, 2014 / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов; науч. ред.: А. Н. Тихонов. М. : НИУ ВШЭ, 2014. С. 289-292.
3. Увайсов С. У., Азизов Р. Ф., Аминев Д. А., Юрков Н. К. Определение оптимальных характеристик алгоритма конкурентного доступа к среде для минимизации времени передачи данных в децентрализованных беспроводных сетях // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015. № 1(29). С. 101-107.
4. Увайсов С. У., Аминев Д. А. Алгоритм распределения пропускной способности систем регистрации сигналов от многих датчиков // Датчики и системы. 2012. № 5(156). С. 26-29.
5. Аминев Д. А., Азизов Р. Ф., Увайсов С. У. Программная интеграция элементов узла децентрализованной сети // В кн.: Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов. Т. 3. М. : МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 23-26.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКРАНОВ ЦВЕТНЫХ КИнесКОПОВ

Ивашов Е.Н., Панфилова Е.С.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассмотрены вопросы технологии изготовления экранов кинескопов. Предложена иерархическая структура технологического оборудования, которая позволяет определить факторы, влияющие на качество изготовления экранов цветных кинескопов, интегральный критерий качества изготовления экранов цветных кинескопов и схема дробления люминофора.

**Innovative information technologies in design of screens of color kinescopes. Ivashov E., Panfilova E.**

Questions of manufacturing techniques of screens of kinescopes are considered. The hierarchical structure of processing equipment which allows to define the factors influencing quality of production of screens of color kinescopes, integrated criterion of quality of production of screens of color kinescopes and the scheme of crushing of a phosphor is offered.

Технология изготовления кинескопов в настоящее время находится на очень высоком уровне и интегрирует в себе новейшие достижения науки и техники, а также новые материалы. Для получения высоких значений контрастности изображения в них применено светопоглощающее покрытие из графита между «зернами» люминофоров, называемое также Black Matrix (черная матрица). Эффективность ее обусловлена высокой степенью поглощения графитом внешней засветки, дополнительно ослабляемой затемненным стеклом экрана кинескопа. Применение затемненного стекла почти вдвое повышает контраст изображения, так как собственное излучение кинескопа проходит через стекло только один раз и ослабляется меньше, чем внешний свет, проходящий через него дважды (после отражения от

внутренней поверхности стекла). Для еще большего повышения контраста изображения на экран дополнительно наносится антибликовое покрытие. Кроме того, широко используется нанесение на поверхность экрана (поверх люминофорных триад) цветных светофильтров. Так как люминофоры первичных цветов излучают свет в достаточно широкой полосе цветового спектра, применение светофильтров значительно улучшает чистоту цвета свечения кинескопа и, следовательно, цветопередачу производимого изображения. Кроме того, эти светофильтры значительно ослабляют засветку люминофора внешним светом в «чужих» спектральных полосах, активно поглощая его. Все эти меры значительно повысили контраст цветного изображения даже при яркой внешней засветке. С начала 90-х годов цветные кинескопы стали выпускать со сверхплоской поверхностью экрана со спрямленными углами.

На основании проведенных анализов качество изготовления экрана цветного кинескопа зависит от трех факторов; теплового режима стеклоформирующего инструмента (СФИ), качества люминофора и качества стекломассы.

От того, в каком тепловом режиме будет находиться стеклоформирующий инструмент в процессе изготовления экрана цветного кинескопа, зависит прочность самого экрана. Качественное изображение готового экрана оценивается его светотехническими параметрами, которые создаются при наличии высококачественного люминофорного покрытия, которое, в свою очередь, зависит от дисперсности. Качество стекломассы зависит в основном от точного соблюдения технологических параметров (качественное изготовление шихты, однородность массы и т.д.).

В качестве техноэкологических параметров, которые влияют на выход годных изделий, следует отметить следующие: качество стекломассы, инородные тела в люминофоре, пары масла от диффузионного насоса в вакуумной камере.

Наиболее эффективными мерами повышения ресурсосбережения при изготовлении экранов цветных кинескопов являются: снижение брака при изготовлении цветных кинескопов, снижение мощности, потребляемой вакуумным насосом. Предложен интегральный критерий оценки качества изготовления экрана цветного кинескопа.

В результате проведенных исследований выяснено, что существует большой перепад температур между рабочими поверхностями стеклоформирующего инструмента, контактирующим с расплавленным стеклом и вспомогательными поверхностями, охлаждаемыми водой и воздухом. На пуансоне эти перепады составляют  $430^{\circ}\text{C}$ , на матрице до  $200^{\circ}\text{C}$ . Известно, что такие перепады температур приводят к деформациям пресс инструмента, которые, в свою очередь, приводят к погрешностям формы экранов. На базе проведенных исследований предложена схема управления качеством процесса стеклоформирования экранов цветных кинескопов (рис. 1). Предложена схема управления качеством процесса нанесения люминофорного покрытия (рис. 2).

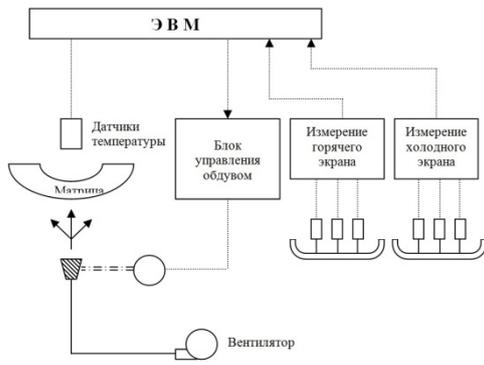


Рис. 1.



Рис. 2

Разработана вакуумная установка для физического дробления люминофоров СВЧ полем. Рассчитана производительность устройства дозирования сыпучих материалов.

#### Заключение

1. На базе системного подхода к процессу производства экранов цветных кинескопов предложена иерархическая структура технологического оборудования, которая позволяет определить факторы, влияющие на качество изготовления экранов цветных кинескопов.

2. Предложенный интегральный критерий качества изготовления экранов цветных кинескопов включает пять локальных критериев качества и позволяет оценить: качество по регулированию теплового режима стеклоформирующего инструмента, качество люминофора, качество вакуумного откачного поста, качества по стоимости изготовления и окупаемости с учетом их весовых коэффициентов.

3. Предложена схема дробления люминофора и дозировки его специальным устройством дозировки сыпучих материалов, позволяющая повысить силу света экрана в 1,3 раза.

#### Литература

1. Быструшкин К.Н. Современные средства отображения информации.- В кн. Базовые лекции по электронике в 2<sup>х</sup> томах. - Т. 1 «Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника». - Под общей редакцией В.Н.Пролейко. - М.: Техносфера. - 2009.- 480 с.

2. Ивашов Е.Н., Цыганова Е.С. Дозирующий питатель для сыпучих материалов. – Материалы XI Научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления» (Датчик-99). Гурзуф-99. М.: МГИЭМ, 1999, с. 60-61.

3. Цыганова Е.С. Анализ путей повышения производительности линии откачки кинескопов. - Материалы шестой Научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника», Гурзуф-99. М.: МГИЭМ, 1999, с. 39.

4. Ивашов Е.Н., Цыганова Е.С. Тепловой режим работы стеклоформирующего инструмента экрана цветного кинескопа. - Материалы XII Научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления» (Датчик-2000). М.: МГИЭМ, 2000, с. 268-269.

5. Ивашов Е.Н., Цыганова Е.С. Совершенствование функциональных элементов линии откачки кинескопов. - Материалы седьмой Научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуум-2000». М.: МГИЭМ, 2000, с. 58-62.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Касьян К.Н., Касьян Н.Н.

*Запорожье, Украина, Запорожский Национальный Технический Университет*

Рассматривается поведения значений диагностируемых параметров во времени, что позволяет прогнозировать ресурс и техническое состояние системы.

#### **Forecasting of the behavior the internal parameters of the technical systems in their diagnosis. Kasian, K.N., Kasian N.N.**

We consider behavior the values of the parameters diagnosed in time, which allows to forecast resources and the technical state of the system.

Использование современных методов диагностирования технических систем позволяет контролировать параметры и характеристики системы, как на этапе ее изготовления, так и на этапе ее эксплуатации. При этом глубина контроля может меняться в зависимости от назначения системы. В некоторых случаях достаточно контролировать только выходные характеристики системы  $Y$  (рис.1). Для систем с повышенными требованиями к надежности, так называемых критических систем, необходимо наряду с выходными характеристиками системы  $Y$  контролировать и параметры ее элементов  $q$ .

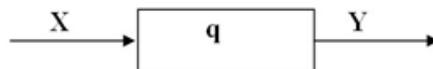


Рис. 1. Диагностируемая система

Когда по результатам диагностирования какой-либо один или несколько внутренних параметров системы из множества  $q$  выходят за свои предельно-допустимые границы  $q_{\text{нижн}}$  или  $q_{\text{верхн}}$  констатируется наличие дефекта [1, 2]. Если же какой-либо внутренний параметр системы еще не достиг своего предельно-допустимого значения, но постепенно приближается к нему, можно говорить о потенциальной аномалии функционирования и возможно в скором времени дефекте.

В таком случае необходимо спрогнозировать ситуацию, чтобы предсказать поведение параметра и принять меры заранее не допустив выхода параметра за допуски. Среди статистических методов прогнозирования наибольшее применение находит метод экстраполяции [3]. В его основе лежат закономерности изменения прогнозируемых параметров во времени. Для описания этих закономерностей подбирают по возможности простую аналитическую функцию с минимальным числом переменных.

Таким образом, для каждого из интересующих параметров необходимо (рис. 2):

- получить выборку значений, т.е. достаточное для прогноза количество наблюдений,

- построить график изменения значения параметра во времени т.е. временной ряд (рис. 3),
- подобрать математическую модель, наиболее точно описывающую наблюдаемый временной ряд (рис. 4),
- спрогнозировать дальнейшего поведения параметра во времени с использованием подобранной модели (рис. 5),
- сравнить прогнозируемые значения параметра с его предельно-допустимыми значениями.



Рис. 2. Процесс прогнозирования значений внутренних параметров системы

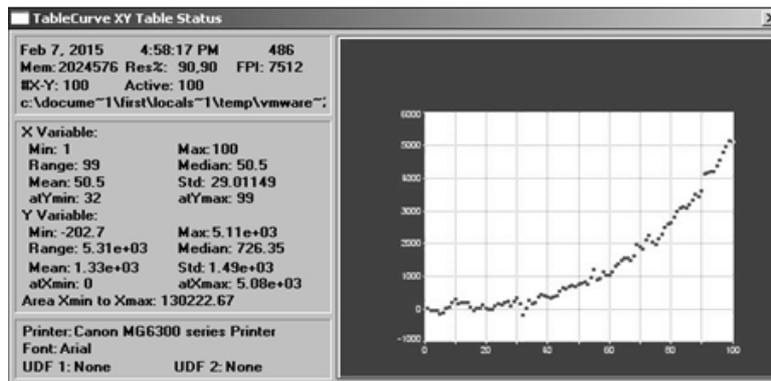


Рис. 3. График изменения значения параметра во времени

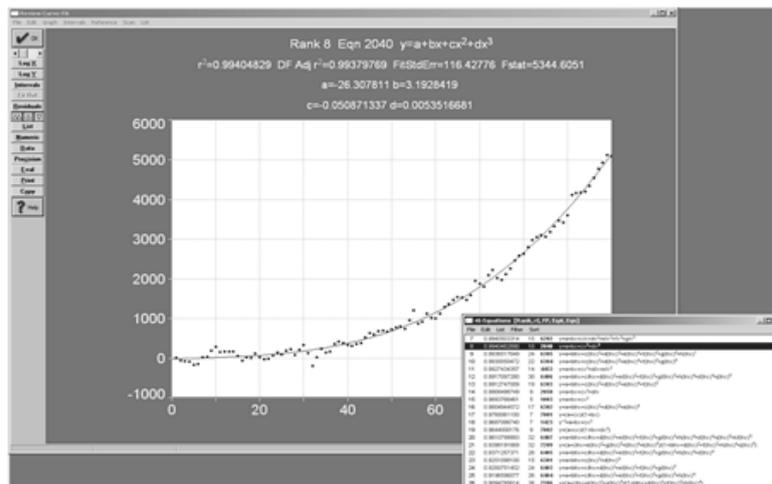


Рис. 4. Временной ряд с подобранной математической моделью

Таким путем статистической обработки определяется каждый внутренний параметр, который служит диагностическим признаком технического состояния системы. По этому параметру прогнозируется остаточный ресурс. При этом следует учитывать то, что действительное значение параметра может колебаться вокруг полученной величины. При опасном приближении значения параметра к своему предельно-допустимому значению необходимо предупредить отказ системы путем либо замены элемента, либо переключения на резервный элемент системы.

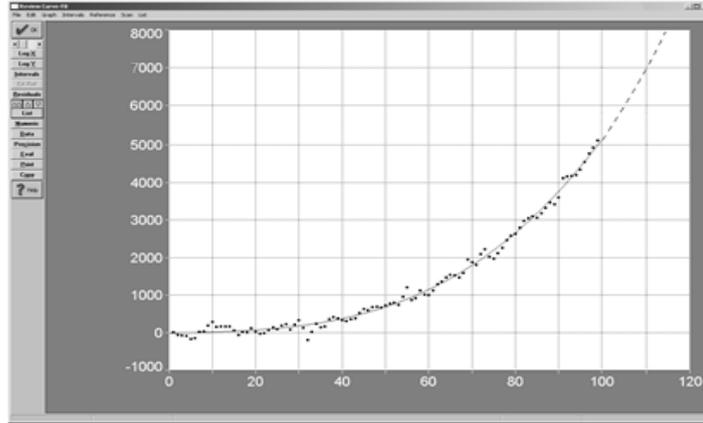


Рис. 5. Временной ряд с прогнозом поведения параметра системы

Таким образом, наряду с традиционными методами контроля и диагностирования, предлагаемый подход дополнительно позволяет прогнозировать поведение внутренних параметров системы и тем самым выявлять потенциальные аномалии функционирования и возможные в скором времени отказы.

#### Литература

1. Kasyan, K. Diagnosing of the radio-electronic equipment with the help of traditional systems of the automated designing/ K. Kasyan, N. Kasyan. – International conference TCSET', 2006. – P. 33–35.
2. Касьян К.Н., Касьян Н.Н. Программная и информационная поддержка диагностирования на этапе сопровождения радиоэлектронных средств// Східноєвропейський журнал передових технологій. - Харків: ПП "Технологічний центр", Укр. держ. акад. залізнич. трансп. - №2/2 (68) 2014, с. 29-33.
3. Ефимов В. В., Барт Т. В. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие./ В. В. Ефимов, Т. В. Барт. – М. : КНОРУС, 2006.

#### СИМУЛЯТОР QUCS: ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Кечиев Л.Н., Крючков Н.М., Кузнецов В.В.  
*НИУ ВШЭ, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Рассмотрены вопросы замещения в учебном и научно-исследовательском процессе проприетарного ПО для схемотехнического моделирования на программу со свободной лицензией Qucs с открытым исходным кодом. Изложены преимущества и недостатки такого подхода. Рассмотрен симулятор электронных схем, разрабатываемый Кузнецовым В.В. с информационной и методической поддержкой соавторов.

#### **The main features of Qucs circuit simulator. Kechiev L.N., Krychkov N.M., Kuznetsov V.V.**

Qucs open-source circuit simulator and its applications for educational and research applications in field of EMC and ESD are considered. Its advantages and disadvantages are considered. New features introduced in Qucs are considered. One of the authors is Qucs developer.

Неуклонный рост быстродействия, мощности, числа источников помех и расширение рабочего диапазона частот электронных средств (ЭС) приводит к ухудшению внешне- и внутриаппаратной обстановки от воздействия электромагнитных полей. Глобализация экономики и введение в действие международных стандартов на внутреннем рынке заставляют производителей все больше уделять внимания методам и средствам обеспечения ЭМС. САПР для схемотехнического моделирования становится необходимым инструментом инженера-разработчика РЭА, что позволяет сократить цикл натуральных испытаний и уже на этапе проектирования оценить помехозащищенность ЭС.

Традиционно при подготовке студентов специальностей, связанных с электроникой и радиотехникой используется моделирование электронных схем на ПК. Это позволяет наглядно продемонстрировать работу электронного устройства и провести измерения, без физического измерительного оборудования. Многие учебные заведения сейчас переходят на лицензионное программное обеспечение (ПО), т.к. использование в учебном процессе нелегального (т.е. незаконного) ПО вызывает вопросы у проверяющих органов [1].

Поэтому в учебном процессе, все больше, используется проприетарное (коммерческое) ПО для схемотехнического моделирования: MicroCAP, MultiSim, OrCAD и т.п. Всё это сложные программные

комплексы стоимостью несколько тысяч долларов. И применение их в учебном процессе для выполнения лабораторных работ, на наш взгляд, не всегда оправдано. В последние годы им появилась альтернатива — легковесная САПР для моделирования электронных схем Qucs [2-4]. Qucs относится к классу свободного ПО и распространяется бесплатно с открытым исходным кодом. Название проекта расшифровывается как Quite Universal Circuit Simulator (почти универсальный симулятор схем). Разработчиками Qucs являются сотрудники Берлинского института высокочастотной техники M. Margraf и S. Jahn. В настоящее время руководителем проекта являются F. Schreuder (Нидерланды) и G. Torri (Италия). Текущей версией проекта является 0.0.18. В настоящее время ведётся подготовка к релизу версии 0.0.19. Все желающие могут предложить изменения для исходного кода программы. Система является кроссплатформенной и работает под управлением ОС Linux и Windows.

Qucs по большинству характеристик не уступает популярным коммерческим САПР. По отдельным характеристикам (моделирование S-параметров и анализ комплексных импедансов) Qucs даже превосходит коммерческие аналоги. Отсутствующие функции не являются препятствием к применению Qucs. Возможности Qucs и наиболее распространённых проприетарных симуляторов электронных схем приведены в [9].

Описание интерфейса программы и базовые приёмы работы можно найти в [2,10,11]. Формат схемного файла Qucs основан на XML и к нему поставляется документация. Поэтому схема Qucs может быть легко сгенерирована сторонними программами. Это позволяет создавать ПО для синтеза схем, которое является расширением Qucs. Проприетарное ПО как правило использует бинарные форматы и создание своих расширений для такого ПО затруднено.

Перечислим основные компоненты, имеющиеся в Qucs: пассивные RCL-компоненты, диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы (JFET, MOSFET, MESFET и СВЧ-транзисторы), идеальные ОУ, коаксиальные и микрополосковые линии. Библиотечные компоненты: транзисторы, диоды и микросхемы. Файловые компоненты: подсхемы, spice-подсхемы, компоненты Verilog. Можно импортировать существующие модели компонентов, основанные на Spice (приводятся в даташитах).

Qucs позволяет проводить следующие виды моделирования: моделирование на постоянном токе (DC analysis), моделирование в частотной области (AC analysis), моделирование во временной области (Transient analysis), параметрический анализ (Parameter sweep), моделирование S-параметров (S-parameter), синтез пассивных фильтров, согласованных схем, расчёт коаксиальных и микрополосковых линий. Результаты моделирования можно визуализировать в виде графиков в декартовых (2D и 3D) и полярных координатах, таблиц и диаграмм Смита.

Отличительной особенностью Qucs является возможность анализа комплексных частотных характеристик (КЧХ), построение графиков на комплексной плоскости и диаграмм Смита, анализ комплексных сопротивлений и S-параметров. Эти возможности отсутствуют в системах MicroCAP и MultiSim, и здесь Qucs даже превосходит коммерческое ПО. Возможности Qucs достаточны для проведения научных исследований например в работе [5] было проведено исследование воздействия ЭСР с печатной платой (СВМ ЭСР) на МДП транзисторы и разработана методика, позволяющая определять порог отказа МДП транзисторов при воздействии СВМ ЭСР.

Недостатком системы Qucs является малое количество библиотечных компонентов. Но это не является препятствием к использованию, так как Qucs совместим с форматом Spice в котором приводятся модели электронных компонентов в даташитах.

В настоящее время Qucs применяется в Калужском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Конструирование и производство РЭА» (ЭИУ1-КФ). Разработан курс лабораторных работ, в ходе которых студенты моделируют различные источники помех и помехоподавляющие схемы [9]. В качестве примера в [9] приведены схема фазового тиристорного регулятора напряжения, излучающего широкий спектр помех.

Также Qucs применялся в 2014 году в МИЭМ НИУ «Высшая школа экономики» на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации» при курсовом и дипломном проектировании для выполнения компьютерного анализа электронных схем. Пример применения можно найти в [6].

Ещё в 2004 году на кафедре РТУиС МИЭМ (с 1 июля 2012 года кафедра РЭТ МИЭМ НИУ «Высшая школа экономики»), в рамках дипломной работы [7], была разработана программа по синтезу активных фильтров, которую в 2014 году переработал и дополнил Кузнецов В.В. под названием qucs-activefilter на основе источников представленных в [7-8]. При помощи Qucs-activefilter можно синтезировать активные ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ с АЧХ Бесселя, Баттерворта, Чебышева, Кауэра и АЧХ задаваемой пользователем на основе схемотехники звеньев фильтра Саллена-Ки, фильтра с многопетлевой ОС и звена фильтра Кауэра. Алгоритмы синтеза фильтров соответствуют справочнику [8].

В заключении рассмотрим перечень нововведений в недавнем релизе Qucs 0.0.18 и перспективных направлений в разработке Qucs:

1. Реализован экспорт графиков, схем в растровые и векторные форматы: PNG, JPEG, PDF, EPS,

SVG, PDF+LaTeX.

2. Возможность открытия документа схемы из будущей версии программы.
3. Исправлены ошибки.
4. Система синтеза активных фильтров для Qucs ожидается в версии 0.0.19.
5. Разрабатывается сопряжение с прочими open-source консольными симуляторами электронных схем (Ngspice <http://ngspice.sourceforge.net/>, Xyce <http://xyce.sandia.gov>, Gnucap). В последующих версиях будет добавлена возможность выбора вычислительного ядра для моделирования схемы [11].

Из вышеприведенного видно, что Qucs представляет собой бурно развивающееся программное средство (ПС) для моделирования электронных схем, в том числе в области ЭМС, позволяющее получать результаты, сопоставимые с коммерческими ПС и заменить их в учебном процессе вузов.

#### Литература

1. Лицензирование программного обеспечения. Вторая часть. [http://center-soft.ru/state/licenzirovanie\\_po2.html](http://center-soft.ru/state/licenzirovanie_po2.html).
2. Qucs: Quite Universal Circuit Simulator. <http://qucs.sourceforge.net>.
3. Brinson M. E., Jahn S. Qucs: A GPL software package for circuit simulation, compact device modelling and circuit macromodelling from DC to RF and beyond // International Journal of Numerical Modelling (IJNM): Electronic Networks, Devices and Fields. — 2008. — September. — Vol. 22, no. 4. — Pp. 297 – 319. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/121397825/abstract>.
4. Кузнецов В.В., Крючков Н.М. Qucs: Использование свободного ПО для моделирования электронных схем в учебном процессе/ XI конференция разработчиков свободных программ: Тезисы докладов/ Калуга, 26–28 сентября 2014 года. М.: Альт Линукс, 2014.
5. Кузнецов В. В., Кечиев Л. Н. Исследование стойкости печатных узлов к воздействию электростатического разряда // Технологии ЭМС. — 2013. — №1. — С. 29–38.
6. Кечиев Л.Н., Шатов Д.С. Моделирование в среде QUCS развязывающих конденсаторов в составе распределенной системы питания цифровых модулей. — Технологии ЭМС. 2014. № 3(50). С. 36-44.
7. Елисеева О.М., Крючков Н.М. Проектирование фильтров. // Электромагнитная совместимость и проектирование электронных средств: Сборник научных трудов МИЭМ. Москва, 2004.
8. Johnson D., Johnson J., and Moore H., A handbook of active filters. Prentice-Hall, Inc, Engewood Cliffs, 1980.
9. Кечиев Л. Н., Крючков Н. М., Кузнецов В. В. Использование свободного ПО Qucs в целях моделирования для оценки факторов ЭМС РЭА // Технологии ЭМС. — 2015. — №1. — С. 28–33.
10. Кузнецов В. В. Симулятор электронных схем с открытым исходным кодом Qucs: основные возможности и основы моделирования // Компоненты и технологии. — 2015. — №3. — С. 114–120.
11. M. Brinson, R. Crozier, V. Kuznetsov, C. Novak, B. Roucaries, F. Schreuder, G. B. Torri. Qucs: improvements and new directions in the GPL compact device modelling and circuit simulation tool., MOS-AK Workshop, Grenoble, March, 2015 [http://www.mos-ak.org/grenoble\\_2015/presentations/T4\\_Brinson\\_MOS-AK\\_Grenoble\\_2015.pdf](http://www.mos-ak.org/grenoble_2015/presentations/T4_Brinson_MOS-AK_Grenoble_2015.pdf)

## ОБЗОР ПАТЕНТОВ США ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ РАДИООХРАННЫМ СИСТЕМАМ

Колганов А.А.  
МИЭМ НИУ ВШЭ

Проводится аналитический обзор патентов США по направлению радиохрана автомобиля. В хронологическом порядке представлено краткое описание изобретений за последние четверть века. Выявлены тенденции их усложнения и развития по ряду ключевых особенностей.

Ключевые слова: патент, изобретение, радиохрана, автомобиль, транспортное средство, обзор.

### **Overview of U.S. patents for vehicle radio security systems. Kolganov A.A.**

Analytical review of USA patents for vehicle radio security is performed. In chronological order, a brief description of the invention in the last quarter of a century is presented. Tendencies of development of complications and a number of key features is identified.

Keywords: patent, invention, radio security, car, vehicle, review.

Радиоохранные системы активно применяются для реализации функций защиты автомобилей от несанкционированного доступа, угона и пр. [1-3]. На изобретения по автомобильным радиоохранным системам получен ряд отечественных, зарубежных и международных патентов. Фаворитом в изобретательстве радиоохранных методов и средств защиты автомобиля за последние четверть века является США.

Система [US4891650] 1990 г. определения местоположения транспортного средства с генерированием сигнала тревоги, включает определенную область, разбитую на ячейки с беспроводным датчиком обнаружения и энергоблока для приема сигнала тревоги, уровень которого имеет зависимость от расстояния между положением транспортного средства и положением каждого из беспроводных датчиков сигнала.

Сигнализация [US4987402] 1991 г. для обнаружения несанкционированного подхода человека к охраняемому объекту, например, к автомобилю, и подачи этому человеку голосового сигнала предупреждения, включает в себя датчик движения, основанный на обнаружении изменения электромагнитного поля, создаваемого вокруг объекта, и средство для генерирования голосовых сигналов синтезированной речи. Такие голосовые сигналы имеют цель заставить нарушителя отступить от охраняемого объекта.

Система [US5032845] 1991 г. удаленного определения местонахождения автомобиля с серийным номером состоит из базовой станции и нескольких локальных сетей, каждый из которых имеет локальные станции, имеющие двунаправленные каналы связи с базовой станцией. Автомобили оснащены приемо-передатчиками Loran-C с соответствующих серийному номеру частотами модуляции несущих.

Изобретение [US5223844] 1993 г. обеспечивает отслеживание и безопасность транспортного средства, позволяет получить немедленный ответ в случае угона, аварии, поломки или другой чрезвычайной ситуации. Функции отслеживания и безопасности предоставляются через связанные с центром управления мобильные устройства, установленные в скрытых местах в транспортных средствах, подлежащих мониторингу. Клавиатура позволяет водителю или пассажиру сигнализировать в Центр управления о необходимости конкретного вида помощи. Изобретение обеспечивает непрерывный мониторинг большого количества транспортных средств для широкого круга аварийных ситуаций в географической области GPS, а также позволяет передать просьбу водителя (пассажира) о помощи в определенном конкретном месте.

Изобретение [US5469151] 1995 г. – простая в установке автомобильная система безопасности: смонтированная в моторном отсеке сирена и датчик в салоне автомобиля связаны по радиоканалу.

Пульт [US5479148] 1995 г. дистанционного управления для системы безопасности позволяет программировать данные о действиях безопасности, выполняемые группой устройств, установленных в данном наборе автомобилей.

Система [US5543776] 1996 г. безопасности автомобиля содержит пульт дистанционного управления, связанный с системой через радиоканал для постановки/снятия с охраны. Состояние заряда батареи пульта отображается и на дисплее, расположенном на транспортном средстве. Имеется устройство памяти для хранения информации о состоянии. Программируемые функции включают в себя регулировку звука и выбор различных сигналов sireны, которая звучит в режиме тревоги.

Изобретение [US5983161] 1999 г. ориентировано на безопасность множества автомобилей, функционирующих в режиме автопилота, и позволяет оценить опасность их столкновения. С помощью GPS и наземных базовых станций компьютеры автомобилей, взаимодействующих подобно нейронной сети, непрерывно определяют свои кинематические положение и путь с точностью до сантиметра. Объекты обнаруживаются во всех направлениях по видео, при помощи радара/лидара, лазерных и оптических сканеров.

Автосигнализация [US6028506] 2000 г. состоит из модифицированного телефонного пейджера и передатчика, который позволяет использовать пейджер в двусторонней связи и уведомления об активации. Изобретение устраняет необходимость применения двух отдельных пейджеров, одного для обычного использования, и другого - для уведомления активации тревоги.

Устройство [US6100792] 2000 г. для защиты автомобиля от угона, взлома и повреждения детализировано уведомляет пользователя об аномальном состоянии автомобиля, обнаруживаемое датчиками. Контроллер сохраняет в памяти идентификацию такого датчика и время обнаружения. Сообщение системы безопасности отображается буквенно-цифровыми символами на дисплее.

Устройство слежения [US6510380] 2003 г. с контактным датчиком и идентификатором местоположения сигнальных блоков обеспечивает поиск подвижного объекта при сближении с ним. Идентификация географического местоположения происходит по GPS; уведомление поступает на станцию мониторинга.

Система [US6553336] 2003 г. дистанционного наблюдения включает датчики, модуль управления преобразователя, устройство связи, системы мониторинга и конечные пользовательские

терминалы отображения, и принимает, хранит и анализирует информацию, принятую от модуля управления преобразователем и передает эту информацию в конечные пользовательские терминалы через Интернет, в ответ на запросы пользователей.

Бортовая автомобильная многоканальная система связи [US6703926] 2004 г. использует портативный беспроводной блок управления и индикации, который может извлекаться из зарядного устройства и перемещаться внутри транспортного средства. Сигнал тревоги напоминает о выходе из области непосредственной близости от автомобиля.

Устройство [US20040113761] 2004 г. для определения и реагирования на условия несанкционированного использования транспортного средства имеет компьютер для мониторинга состояния водителя, непреднамеренного использования и выдачи ответа.

Система [US20040217900] 2005 г. дистанционного отслеживания, мониторинга и обмена сообщениями с использованием GPS, имеет приемопередатчик, расположенный на судне, удаленный центр мониторинга, средства двусторонней связи, одностороннюю связь приемопередатчика со спутниками GPS и связь между датчиками бортовых систем судна и приемопередатчиком.

Устройство [US7391311] 2008 г. для водителя транспортного средства содержит контроллер, соединенный с акселерометром, инклинометром, и визуальной, звуковой или вибро сигнализацией, которая включается, когда изменение ускорения автомобиля больше устанавливаемого порогового значения.

Противоугонная система [US7423353] 2008 г. для разрешения/остановки транспортного средства без использования ключа и предотвращения кражи содержит бортовое, портативное и устройство управления двигателем. В составе бортового и портативного устройств имеется приемопередатчик, схемы хранения и управления. Схема управления производит разблокировку рулевого управления при включенном замке, выдает первичный сигнал разрешения от двигателя к устройству управления двигателем.

Предупреждающее устройство безопасности [US7501937] 2009 г. для автомобиля содержит шины передачи данных, индикатор тревоги и контроллер сигнализации для его запуска при высоком уровне угроз. Многоступенчатый датчик внутри корпуса воспринимает уровень угрозы и передает информацию контроллеру через шину. Кроме того, устройство может включать индикатор предварительного оповещения.

Способ и программный продукт мониторинга [US7516193] 2009 г. событий и состояний устройства и передачи данных на удаленный сервис-центр с помощью модуля доступа в Интернет. Сервис-центр контролирует полученные события и состояния на наличие ошибок или предупреждений. Программное обеспечение (динамически загружаемые библиотеки) поддерживает несколько форматов данных и протоколов.

Система безопасности [US7576637] 2009 г. для транспортного средства содержит: шину передачи данных; датчики безопасности для генерирования предварительного предупреждающего сигнала или сигнала тревоги, в зависимости от измеренного уровня опасности; индикатор тревоги и контроллер запуска индикатора.

Система безопасности [US7602947] 2009 г. для автомобиля с распознаванием лиц содержит телевизионную или инфракрасную камеры, направленную на лицо человека, сидящего в водительском кресле. Система генерирует выходные сигналы включения или отключения стартера автомобиля. Камеры, соединенные с системой распознавания лиц, установлены под крышей и направлены на зеркало заднего вида.

Изобретение [US20060164217] 2009 г. применяется на двухколесных транспортных средствах, содержит процессор, который подключен к географическому центру позиционирования, блок связи с сотовой телефонной системой. Процессор, запрограммированный для систематизации и хранения данных, подключен к старт/стоп и датчику движения, инклинометру, блоку идентификации транспортного средства и/или водителя.

Система [US4794368] 2011 г. сигнализации при несанкционированном проникновении в определенный периметр, например, в закрытый автомобиль, включает устройства для генерирования звуковых сигналов, и для предоставления данных владельцу. Пользователь может выбрать различные параметры отчета. Постановка и снятие с сигнализации происходит вручную или дистанционно, подтверждение осуществляется с помощью звуковых и визуальных сигналов.

Сигнализационная автомобильная технология [US20110227712] 2011 г. содержит камеры видеонаблюдения, датчики дверей, СВЧ датчики движения, датчики удара, разбития стекла, GPS, устройство отключения двигателя, визуальные и звуковые сигналы тревоги, локальную и централизованную компьютерные системы удаленного приема, обработки и хранения данных с программным обеспечением.

Система автозапуска автомобиля ECU [US8294558] 2012 г. имеет блок распознавания команд, соединенный с блоком настройки, запускает двигатель по команде с удаленной клавиатуры.

Система мониторинга транспортного средства [US20120139760] 2013 г. содержит подсистему двухсторонней беспроводной связи, контроллер для приема данных местоположения и их передачи на удаленный терминал.

Система безопасности [US8432268] 2013 г. транспортного средства содержит шину передачи данных, датчики безопасности для генерирования предупреждающего или сигнала тревоги, в зависимости от измеренного уровня опасности, индикатор тревоги и контроллер, взаимодействующий с шиной.

Устройство управления транспортным средством [US8527152] 2013 г. имеет две передающие цепи, взаимодействующие по радиоканалу, блок управления, разрешающий запуск двигателя. Если блок управления обнаруживает, что задняя дверь автомобиля открыта, то он не разрешает запуск двигателя.

Система самодиагностики [US8712600, US20110251735] 2014 г. содержит данные о маршруте перемещения множества транспортных средств, движущихся по маршруту в соответствии с инструкциями от контроллера, который также с помощью датчика обнаруживает аномальное состояние.

Система дистанционного управления [US8749346] 2014 г. транспортного средства имеет шину передачи данных и множество бортовых устройств, сообщающихся между собой по этой шине, сотовый приемопередатчик и контроллер для выполнения команд на основе полученных дистанционных сигналов управления.

Таким образом, основной тренд развития радиоохранных систем начиная с 1990 г. совпадает с трендом развития телекоммуникационных и компьютерных технологий, что подтверждается переходом от пейджинговых и специализированных локальных радиоохранных технологий к глобальным GPS, GSM и Интернет. Наиболее эффективными в части функционала, массогабаритных показателей и энергопотребления являются системы US20110227712, US20040217900, US8749346, US7516193, US6553336, US6100792.

#### **Литература**

1. Колганов А.А. Автомобильные охранные системы. История, состояние и перспективы // В кн.: Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции учащихся и студентов 2 ч. под редакцией Ю.А. Романенко, Н.А. Анисинкиной, С.Г. Воеводиной. – Протвино, Управление образования и науки, 2013. С. 791-794

2. Kolganov A., Sviridov A. GSM modules in energy efficient M2M-systems // Innovative information technologies: Materials of The International Scientific-Practical Conference. Part 3, 2014, p.333-337

3. Колганов А., Свиридов А., Лисицын И., Шутеев В., Хайло Н. Структура современного бортового радиоохранного комплекса // Сборник трудов VII Международной научно-практической конференции учащихся и студентов 1 ч. под редакцией Ю.А. Романенко, Н.А. Анисинкиной, О.А. Солошенко. 2014. С.116-118

#### **МЕТОДИКА КОСВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕЗЕРВА ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ**

Столярчук А. С., Коробов А. В.\*, Серов И. М.\*, Зубков А. В.\*, Романенко М. Д.  
*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет, \*\* ООО «Центр диагностики и контроля нефтегазоперерабатывающего нефтехимического и химического оборудования»*

Приведена оригинальная методика мониторинга остаточного резерва пластичности материалов элементов технических объектов на любой стадии эксплуатации. На примере элементов (в частности, материала трубы нефтепровода) нефтегазового комплекса проведена оценка реального остаточного резерва пластичности.

*Ключевые слова:* микротвердость, усталостные испытания, автокорреляционные функции, остаточный резерв пластичности.

**Method of indirect determination of the residual reserve of plasticity for pipe steel. Stolyarchuk A. S., Korobov A. V., Serov I. M., Zubkov A. V., Romanenko M. D.**

The original technique of monitoring of a residual reserve of plasticity of materials of elements of technical objects at any stage of operation is resulted. On an example of elements (in particular, a material of a pipe of an oil pipeline) an oil and gaz complex the estimation of a real residual reserve of plasticity is spent.

**Keywords:** microhardness, fatigue tests, autocorrelation functions, a residual reserve of plasticity.

Повреждение трубных сталей, используемых в нефтегазовом комплексе в течение длительной эксплуатации (особенно при низких температурах), очевидно, чревато аварийными ситуациями. Это

повреждение, в первую очередь, связано с охрупчиванием материала трубопроводов, которое возникает в связи с появлением микро-, мезо- и макротрещин. Их спонтанное развитие или образование магистральной трещины и приводит в итоге к разрушению.

В связи с проблемой хрупкого разрушения трубных сталей в настоящее время широко применяются методики оценки статической и циклической трещиностойкости [1, 2], развиваемые в рамках механики разрушения материала. Оценка трещиностойкости в этом случае базируется на изучении развития магистральной трещины с применением современных параметров (коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины, раскрытие трещины,  $J$ -интеграл и др.) и условий ее перехода в критическое состояние.

При появлении на микро- или мезоуровне статистически рассеянных трещин указанная методика сталкивается с большими затруднениями [2]. В этом случае могут оказаться весьма эффективными методы оценки остаточного ресурса пластичности материала – интегральной характеристики его сопротивления хрупкому разрушению. Настоящая работа посвящена разработке косвенной методики оценки остаточной пластичности трубных сталей после длительной эксплуатации в условиях Крайнего Севера. Разработка такой методики позволит прогнозировать вероятность аварийной ситуации, а значит оперативно принимать меры по устранению опасности разрушения.

Для экспериментов из трубопровода были вырезаны цилиндрические лабораторные образцы с рабочим диаметром 7...8 мм. В качестве метода исследования на мезоуровне был принят метод измерения твердости  $HV$  на приборе ПМТ-3 при рабочей нагрузке на индентор 0,9807 Н (100 гс). Отпечатки наносили на предварительно полированную поверхность вдоль оси  $x$  образца с шагом  $\Delta x = 100$  мкм. Объем выборки (число отпечатков) для статистического анализа эмпирических данных составил величину  $m = 192$ . По результатам измерения диагоналей рассчитывали величины микротвердости (по обычно принятой терминологии) в локальных объемах материала.

На макроуровне проводились усталостные испытания указанных образцов, а также (для сравнительного анализа) идентичных образцов из стали 20, испытанных в аналогичных условиях, но без предварительной эксплуатации этой стали. Испытания проводились на гидропульсаторе МУП-20 до разрушения при числе циклов  $N$ . Коэффициент асимметрии составлял величину  $R = 0$ . По этим результатам строились кривые Вёлера в координатах: максимальное напряжение цикла – логарифм долговечности ( $\sigma_{\max} - \lg N$ ), а также графики накопленных при этом деформаций ( $\psi_N - \lg N$ ).

Первоначально была принята гипотеза о стохастическом распределении значений твердости по длине образца. Построение эмпирических гистограмм значений твердости для всей выборки и статистический анализ результатов показал, что не отвергается закон нормального распределения изучаемых величин. Этот факт позволил в дальнейшем применять метод оценки эмпирических данных по автокорреляционным функциям, хорошо разработанный для нормального распределения.

Кроме закона распределения исследовались закономерности темпов изменения твердости по длине образца. Эти закономерности выявляли по методике [3], основанной на анализе приращений изучаемых величин, определяющих темпы изменения этих величин по длине образца. Приращения подсчитывались для двух последовательно полученных вдоль оси  $x$  образца результатов измерений. При этом анализировались «соседние» локальные участки в интервале 100...400 мкм. Построенные автокорреляционные функции имеют радиус затухания  $r \approx 0,3$  мм, превышающий на 1...2 десятичных порядка мезоуровень. Этот факт позволяет предположить, что поврежденность материала после его многолетней эксплуатации не исчерпывается только стохастическим характером локальных повреждений, но имеет еще и детерминированную составляющую. Обнаруженная корреляция, по-видимому, отражает взаимодействие между собой полей остаточных напряжений от трещин (на микро- и мезоуровнях), рассеянных случайным образом по структуре стали после ее эксплуатации. Такое взаимодействие, очевидно, не может не отразиться на механических характеристиках материала (в частности, на пластичности).

Кроме исследования твердости для двух материалов проводилось экспериментальное изучение циклической прочности и остаточной пластичности по методике, описанной выше. Граница квазистатической области разрушений, принимаемая по условию  $\psi_N/\psi = 1/2$  ( $\psi$  – величина статической пластичности) [4], для стали 17ГС составляет  $\sim 10^3...10^{4,5}$  циклов. Такое – достаточно раннее падение пластичности при циклических разрушениях в малоцикловой области усталости – не характерно для малоуглеродистых сталей феррито-перлитного класса и наблюдается при меньшем  $N$ , чем, например, у стали 20 (близкой по структуре и фазовому составу к 17ГС), но испытанной без предварительной эксплуатации.

Факт более раннего исчерпания пластичности у стали 17ГС объясняется, по нашему мнению, наличием в структуре этой стали повреждений, полученных в процессе ее эксплуатации. Обнаруженное охрупчивание сопровождается также и большим снижением циклической прочности. Сравнение со сталью 20 показало следующее. Если на базе разрушающего числа циклов  $N = 10^4$  падение прочности по

отношению к статической для стали 20 составляет ~ 15%, то сталь 17ГС (после эксплуатационного повреждения в составе нефтепровода) имеет падение на той же базе  $N$  (~ 20%).

Поскольку прямые статические испытания образцов, вырезанных из поврежденной стали 17ГС, не показали статистически значимого падения пластичности, нами разработан косвенный метод оценки такого падения. Используя полученные данные, можно предложить следующую процедуру количественной оценки остаточной пластичности материала в процессе эксплуатации, то есть процедуру мониторинга пластичности. Для этого используем уравнение эмпирической линии регрессии, связывающее пластичность  $\psi$  материала и границу долговечности  $N_{0,5}$  квазистатических разрушений.

По нашим данным  $\lg N_{0,5} = 4,2$  и тогда из формулы  $N_{0,5} = 140 \cdot \exp(10,3 \cdot \psi)$  [4] получаем оставшуюся после эксплуатации реальную пластичность  $\psi^*$ :  $\psi^* = (\lg N_{0,5} - p \cdot \ln 140) / 10,3 \cdot p = 0,459 \approx 46\%$  ( $p$  – отношение десятичного логарифма к натуральному). Поскольку пластичность (без предварительных повреждений) для этой марки находится на уровне ~ 61%, остаточный резерв пластичности поврежденной стали 17ГС составляет ~ 0,75. Естественно, что достоверность такого прогноза существенно зависит как от объема выборки, на которой получено уравнение линии регрессии  $N_{0,5} = f(\psi)$ , так и от надежности эмпирического графика падения пластичности ( $\psi_N - \lg N$ ) для исследуемого материала.

Наличие взаимодействия повреждений, обнаруженного в стали 17ГС автокорреляционным анализом темпов изменения значений микротвердости, обуславливает снижение реальной пластичности материала в процессе эксплуатации. Остаточный резерв пластичности может быть диагностирован с контролируемым уровнем достоверности по известным эмпирическим зависимостям. Дальнейшая эксплуатация элементов нефтегазового комплекса, очевидно, допустима только в том случае, когда реальная пластичность материала конкретного элемента оказывается не ниже предельно допустимой (нормативной) величины.

#### Литература

1. Красовский, А. Я. Трещиностойкость сталей магистральных трубопроводов / А. Я. Красовский, В. Н. Краси́ко. – Киев: Наукова Думка. – 1990. – 176 с.
2. Барон, А. А. Диаграмма трещиностойкости трубных сталей / А. А. Барон, О. Ф. Слюсарева // Известия ВолгГТУ. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». Вып. 6 : межвуз. сб. научн. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – № 9 (96). – С. 117-120.
3. Багмутов, В. П. Влияние поверхностного слоя на статистический характер необратимых мезодеформаций и повреждение металлов при циклических нагрузениях / В. П. Багмутов, А. С. Столярчук, В. Н. Арисова // Вопросы материаловедения. Научно-технический журнал. – 2002. – № 1 (29). – С. 364-372.
4. Гурьев, А. В. Об оценке циклической пластичности материала при малоцикловых усталостных испытаниях / А. В. Гурьев, А. С. Столярчук // Заводская лаборатория. – 1977. – № 6. – С. 726-730.

#### МОДУЛЬ СЪЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФА

Кузьменко Н.А., Максимов А.В.  
*Таганрог, ЮФУ*

Разработан модуль системы съема сигнала с фотоплетизмографа, обработки и расчета временных индексов пульсовой волны сердечно-сосудистой системы. Исходными данными являются физиологические сигналы сердечно-сосудистой системы человека, получаемые с помощью неинвазивного метода съема фотоплетизмограммы. Выходными данными являются временные характеристики пульсовой волны, которые могут быть скорректированы оператором в случае неверного обнаружения автоматическим способом.

#### **Module for removably and processing photoplethysmography signal. Kuzmenko N., Maksimov A.**

Module of removably photoplethysmography signal processing and calculation time index of the pulse wave of the cardiovascular system is described in this article. The initial data are physiological signals of the cardiovascular system of the person, produced using non-invasive removal photoplethysmogram. Output data are the temporal characteristics of the pulse wave that can be adjusted by the operator in the case of faulty detection automatic way.

Проблемы сердечно - сосудистой системы человека широко распространены и требуют их скорейшего и своевременного диагностирования. Но как показывают исследования не всегда симптомы тех или иных заболеваний сердца и сердечно – сосудистой системы однозначно проявляются, а значит, традиционными методами не диагностируются [1]. Исследование с помощью метода фотоплетизмографии позволяет осуществлять диагностику системы кровообращения на ранних стадиях, что значительно сократит случаи осложнения заболеваний, а также предоставляет возможность отслеживать и корректировать лечебный процесс.

Практикующие врачи все чаще проявляют интерес к методам и приборам неинвазивной диагностики периферийного кровообращения, а именно к направлению фотоплетизмографии, которое основано на просвечивании тканей пациента световым потоком в красной и/или инфракрасной областях спектра (рис.1) [2].

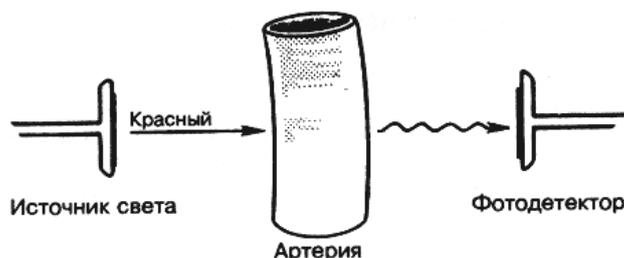


Рисунок 1 – Принцип работы ФПГ

Интерес вызван тем, что этот метод дает возможность непрерывно получать фотоплетизмограммы, характеризующие состояние периферических сосудов сердечно – сосудистой системы человека [3].

Фотоплетизмографы находят применение в анестезиологии, в хирургии, педиатрии, токсикологии, кардиологии и других направлениях медицины, существенно улучшая исходы сложных операций, а также уменьшают число летальных случаев при критических состояниях пациентов [4].

Достоинствами фотоплетизмографии являются: удобство исследования сосудистых реакций на плоских участках тела; возможность работы в условиях повышенной влажности и сильных электромагнитных полей; отсутствие электродных контактов с живой тканью, а значит, и электрических воздействий на исследуемый биологический объект; простота стерилизации и удобство крепления датчиков, оказывающих малое влияние на кровоснабжение тканей, что важно при длительном мониторинге физиологического состояния биообъекта [1].

В настоящее время, на рынке существуют технологические решения, позволяющие производить мониторинг и диагностику сердечно-сосудистой системы, однако все эти решения, с их программным обеспечением не всегда точно определяют исследуемые характеристики сердечно – сосудистой системы, по которым врач должен оценить состояние системы кровообращения пациента. Следовательно, существует проблема с достоверностью диагноза. Поэтому необходимо обеспечить интерактивное взаимодействие врача с программным обеспечением, для более точной и правильной оценки состояния системы кровообращения пациента.

При получении пульсовой волны (рис.2) с фотоплетизмографа, он мало похож на изображенную пульсовую волну, даже после фильтрации сигнала.

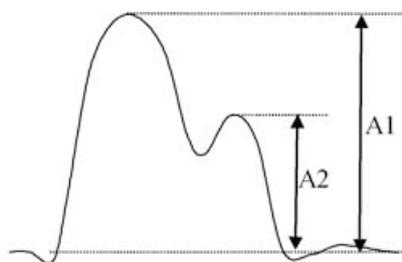


Рисунок 2 – Пульсовая волна.

Из отфильтрованного сигнала необходимо удалить постоянную составляющую и выполнить сглаживание, чтобы получить пульсовую волну. Для сглаживания правильнее всего было бы аппроксимировать сигнал кубическим сплайном. Это сгладит сигнал, причем мы сможем выбирать коэффициент сглаживания. В процессе расчета сплайна, рассчитываются первая и вторая производные

для него, по этим производным определяются точки экстремумов пульсовой волны, что необходимо для нахождения характеристик сердечно-сосудистой системы автоматически.

Как было выяснено в ходе анализа доступных решений, автоматизированное программное обеспечение фотоплетизмографов может допустить неточности в ходе обнаружения точек экстремумов пульсовой волны. Причиной неточных расчетов программного обеспечения может служить такой фактор, как движение пациента во время съема фотоплетизмограммы и как следствие этого – неверные значения индексов и ложный диагноз. Это проблема, решена в разрабатываемом модуле, который обеспечивает фильтрацию сигнала и дает возможность врачу интерактивно взаимодействовать с программным обеспечением, и рассчитывает характеристики системы кровообращения пациента.

В ходе решения поставленной задачи, был разработан модуль программного обеспечения, позволяющий решать вышеописанные проблемы. Приложение было написано на языке C# на платформе .NETFramework 4. Путем добавления новых функций в это программное обеспечение, можно значительно увеличить потенциал устройства съема фотоплетизмограммы и повысить качество диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы.

#### **Литература**

1. Автореферат диссертации [Электронный ресурс] — URL: <http://vak.ed.gov.ru/common/img/uploaded/files/vak/announcements/techn/2009/02-02/UranSI.pdf> (дата обращения 28.04.2015).
2. Бердников А.В., Семко М.В., Широкова Ю.А. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы. Часть I. Технические методы и аппараты для экспресс-диагностики: Учебное пособие. — Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. — 176 с.
3. Новые возможности оценки артериальной ригидности - раннего маркера развития сердечно-сосудистых заболеваний. Материалы симпозиума. — Москва : Издательский дом "Русский врач", 2007. — 48 с.
4. Тарасов А.А. Использование фотоплетизмограммы для автоматического неинвазивного измерения артериального давления // Врач-аспирант. — 2006. №3. — с. 241-245.

### **ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ SAP HANA**

Лисовой А.А.  
*Сургут, СурГУ*

В статье рассматриваются показатели надежности информационных систем. Освещены теоретические основы получения статистических показателей надежности на примере среднестатистического времени безотказной работы. Представлен анализ собранных статистических данных.

Работа направлена на дальнейшее исследование показателей надежности систем SAP HANA в ОАО «Сургутнефтегаз».

#### **EVALUATION OF THE RELIABILITY STATISTICS OF THE SAP HANA SYSTEMS. Lisovoy A.A.**

The article discusses the reliability indicators of the information systems. Theoretical basis of the statistical indicators of the reliability were reviewed with the example of the average statistical uptime. Analysis of the collected statistical data was shown.

Work is aimed on the further researches of the reliability of the SAP HANA systems in the OJSC «Surgutneftegas».

Современные эффективные методы управления предприятием требуют сбора и анализа информации о всех фактах хозяйственной деятельности предприятия и изменениях внешней среды, так или иначе влияющих на организацию и ведение бизнеса. Только при наличии полной, достоверной, своевременной и объективной информации можно говорить о возможности принятия обоснованных решений по управлению производственно-хозяйственной и финансовой деятельностью предприятия и при установлении договорных и инвестиционных отношений с партнерами. При значительных объемах управленческой информации, циркулирующей в любом хозяйствующем субъекте, достичь этого можно лишь используя преимущества автоматизированных информационных технологий, основанных на применении компьютеров и средств телекоммуникаций. Вследствие этого на предприятиях создаются автоматизированные информационные системы (АИС).

В настоящее время проблема надёжности является ключевой по отношению к современным информационным системам. По существу, от неё во многом зависят темпы их развития. Отказ в работе (в том числе и неправильное функционирование) информационных систем может привести даже к катастрофическим последствиям глобального масштаба.

Интуитивно надёжность объектов связывают с недопустимостью отказов в работе. Это есть понимание надёжности в «узком» смысле – свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. Иначе говоря, надёжность объекта заключается в отсутствии непредвиденных недопустимых изменений его качества в процессе эксплуатации и хранения. Надёжность тесно связана с различными сторонами процесса эксплуатации. Надёжность в «широком» смысле – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать в себя свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, а также определённое сочетание этих свойств. Для количественной оценки надёжности используют так называемые единичные показатели надёжности (характеризуют только одно свойство надёжности) и комплексные показатели надёжности (характеризуют несколько свойств надёжности). [1]

Часто в качестве характеристики надёжности используется такой параметр как среднее время до отказа (MTTR). MTTR может быть определено через число отказов, интенсивность отказов на заданном отрезке времени. Или как математическое ожидание отрезков времени безотказной работы :

$$T = \int_0^{\infty} tf(t) dt$$

Здесь  $f(t)$  – плотность вероятности времени отказов однотипных. Статистическим аналогом среднего времени безотказной работы является среднее статистическое время безотказной работы:

$$T = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{n},$$

где  $t_j$  – время появления отказа  $j$ -го устройства;  $n$  – количество отказов в различные  $j$ -е моменты времени [2].

В информационную инфраструктуру ОАО «Сургутнефтегаз» с 2011 года внедряются системы SAP HANA. SAP HANA – это программно-аппаратный комплекс, состоящий из программного обеспечения SAP и аппаратной части, поставляемой партнерами фирмы SAP. В основе системы SAP HANA технология in-memory. Использование системы SAP HANA дает преимущество при использовании последних достижений в области вычислительных мощностей, таких, как более доступные блэйд-серверы с многоядерными процессорами, способные обрабатывать огромные массивы данных для крупных корпораций. Благодаря оптимальному использованию возможностей оперативной памяти, технологии процессорной обработки данных и инновационных приложений система SAP HANA повышает скорость обработки данных in-memory и предоставляет уникальные возможности для аналитики.

Для систем SAP HANA в ОАО «Сургутнефтегаз» настроен сбор статистики по работоспособности ИС. Статистика собирается на 12 серверах. Статистические данные представляют собой факты о недоступности ИС, ОС или оборудования. На 12 серверах размещены 6 систем SAP HANA. Они разделены на два системных ландшафта – hana-1 и hana-2. Для обеспечения высокой доступности систем применяются такие технологии как Программный Кластер, Многонодовая Конфигурация Системы, Автоматический Рестарт Процессов ОС. В каждом ландшафте есть система разработки, система тестирования и система для продуктивной эксплуатации. В ландшафте Hana-2 кроме этого развернута система предпродуктивного использования. На данный момент накоплена информация с января 2014 года.

Введем некоторые определения. Различают такие состояния объектов, как исправность, неисправность, работоспособность, неработоспособность.

*Исправность* – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).

*Неисправность* – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных НТД.

*Работоспособность* – состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных НТД.

*Неработоспособность* – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД.

Переход объекта в различные состояния:

*Повреждение* – событие, заключающееся в нарушении исправности объекта при сохранении его работоспособности.

*Отказ* – событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.

*Критерий отказа* – отличительный признак или совокупность признаков, согласно которым устанавливается факт отказа. Признаки (критерии) отказов устанавливаются НТД на данный объект.

Были введены критерии отказов. На их основе выполнено разделение отказов на 3 типа.

Отказ компонента программного обеспечения (ПО) SAP HANA. Отказами компонента ПО SAP HANA считаем случаи останова процессов операционной системы (ОС), переполнения памяти выделенной для экземпляра SAP HANA и прочих сбоев при работоспособности других компонентов ПО SAP HANA. Такие сбои не требуют рестарта экземпляра SAP HANA для восстановления работоспособности компонентов ПО.

Отказ экземпляра SAP HANA. Критерием является общая недоступность системы или ее компонентов при невозможности восстановить их работоспособность без рестарта экземпляра SAP HANA. Эти отказы не связаны с проблемами оборудования.

Отказ по оборудованию. Выявлены неисправности в работе оборудования.

За период наблюдения было зафиксировано 76 отказов. Из них 34 отказов компонентов ПО SAP HANA, 25 отказов экземпляра SAP HANA, 17 отказов по оборудованию. Таким образом, на сбои по оборудованию приходится только 22%. Остальные отказы обусловлены работой программного обеспечения. Хотя 58% из них не привели к недоступности или рестарту системы.

Для 10 серверов, на которых работают системы SAP HANA получено статистическое время безотказной работы:

- 1) 27,82
- 2) 86,4
- 3) 72
- 4) 86,4
- 5) 17,58
- 6) 160
- 7) 309
- 8) 106,5
- 9) 25,23
- 10) 56,71

Полученные значения приведены в сутках. Самое низкое значение статистического времени безотказной работы у сервера №5. Это сервер разработки ландшафта hana-1. Такой результат можно объяснить сценарием использования системы (разработка программного кода). В этой системе программисты разрабатывают новые алгоритмы, применяют новые подходы. Таким образом, в системе достаточно высокая нагрузка и случаются переполнения памяти и другие программные ошибки в ходе отладки программ.

Следующее наименьшее значение у сервера №9. На этом сервере развернуто сразу два активных экземпляра SAP HANA ландшафта hana-2. Причем один из экземпляров – система разработки ландшафта hana-2. Особенности работы такого сценария приведены выше.

Наилучшее статистическое время безотказной у сервера №7. Это один из серверов многонодовой системы тестирования ландшафта hana-1. Следует отметить, что этот экземпляр SAP HANA используется значительно менее интенсивно, чем система разработки или продуктивная система.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшее количество отказов приходится на системы разработки. Но стоит отметить, что для систем разработки это в основном сбои обусловленные работой программного обеспечения. Отказы аппаратной части хоть и занимают значительно меньшую долю в общем количестве отказов, но практически всегда приводят к временной недоступности системы.

Системы SAP HANA являются неотъемлемой частью информационной инфраструктуры ОАО «Сургутнефтегаз». От их надежности зависит своевременность, актуальность и согласованность данных, получаемых сотрудниками ОАО «Сургутнефтегаз». Повышение уровня надежности позволяет также минимизировать простой систем, тем самым снизить риски бизнеса, уменьшить издержки и затраты на обслуживание ИС.

#### Литература

1. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Надежность> . – (дата обращения: 01.08.2015).
2. Громов Ю.Ю., Иванова О.Г., Мосягина Н.Г., Набатов К.А. Надежность информационных систем – Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. - 88 с.

## **КОНТРОЛЬ КОНТЕЙНЕРОВ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПО ИЗМЕРЕННОМУ СПЕКТРУ ВЫХОДЯЩЕГО ЗА ПРЕДЕЛЫ ОБОЛОЧКИ КОНТЕЙНЕРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЮ**

Дрейзин В.Э., \*Логвинов Д.И., Сиделева Н.В., Гримов А.А.  
*Курск, Юго-Западный гос. университет, \*Курск, АО «Курский завод «Маяк»*

Рассмотрены основные проблемы неразрушающего контроля радиоактивных отходов (РАО), упакованных в герметичные контейнеры, по выходящему за пределы контейнера гамма-излучению с определением нуклидного состава и удельных активностей основных радионуклидов, содержащихся в РАО. Предложен способ расчёта удельных активностей радионуклидов по аппаратурным гамма-спектрам излучения, выходящего за пределы контейнера. Кратко описана установка контроля и паспортизации РАО, упакованных в невозвратные защитные контейнеры.

### **Control containers with radioactive waste by the measured spectrum beyond the shell of the container of gamma radiation. Drejzin V.E., Logvinov D.I., Sideleva N.V., Grimov A. A.**

The main problems of non-destructive testing of radioactive waste (RW), packed in sealed containers, for transcending the container gamma radiation with the definition of nuclide composition and the specific activities of the main radionuclides contained in the waste. A method of calculation of the specific activities of radionuclides of instrumental gamma-radiation spectra that goes beyond the container. Briefly describes the installation of control and certification of waste packed in protective containers sunk

Современное состояние неразрушающего контроля контейнеров с РАО значительно хуже, чем при проведении лабораторных исследований. Контейнеры с радиоактивными отходами могут иметь сложный изотопный состав, который априорно может быть определён лишь весьма приближённо. При этом соотношения парциальных активностей отдельных радионуклидов остаются неизвестными. В то же время конечной целью паспортизации РАО является определение суммарной активности контейнера с РАО, удельной активности его содержимого с определением радионуклидного состава РАО и удельных активностей каждого из обнаруженных радионуклидов.

Основным инструментальным средством решения этих задач является гамма-спектрометрия с последующей компьютерной обработкой результатов измерений. Однако эксплуатируемые в настоящее время паспортизаторы РАО далеко не в полной мере удовлетворяют указанным требованиям. Все они более или менее удовлетворительно справляются лишь с одной функцией – оценкой суммарной активности контейнера с РАО (и то с неопределённостью  $\pm 50\%$ ).

Но с задачей идентификации нуклидного состава РАО с определением удельных активностей каждого из обнаруженных радионуклидов все эти установки справляются плохо. Как правило, существующие методики выполнения измерений не учитывают тот факт, что при прохождении через вмещающую радионуклиды среду и стенку контейнера происходит не только ослабление плотности потока излучения, но и существенная деформация формы его спектра, в результате чего по площади выделенного фотопика и выходу данной гамма-линии радионуклида уже нельзя определить удельную активность данного нуклида (как это делается на счётных образцах). Поэтому в существующих установках используются весьма упрощённые методы решения этой задачи [1]:

- Разделение всего энергетического диапазона на несколько интервалов с определением накопленного количества импульсов на каждом из них и сопоставление их с главными гамма-линиями вероятных радионуклидов;
- Замещение распределённой излучающей среды эквивалентным точечным источником с определением его координат и учётом поглощающей способности вмещающей среды;
- Использование матричного метода решения определения нуклидного состава источника по его измеренному гамма-спектру с использованием «эталонных» спектров отдельных радионуклидов.

Однако ни один из указанных методов не даёт надёжных результатов. В лучшем случае определяются удельные активности двух-трёх радионуклидов, для которых удаётся выделить фотопики от наиболее энергичных гамма-линий. Но и в этих случаях трудно оценить величину неопределённостей, с которыми определены удельные активности этих радионуклидов, поскольку сложно учесть искажения формы спектра при прохождении излучения через вмещающую среду и стенку контейнера.

Аналогичная ситуация имеет место в зарубежных разработках. Поэтому проблему неразрушающего контроля контейнеров с РАО по выходящему из них гамма-излучению с определением нуклидного состава и удельных активностей отдельных гамма-излучающих нуклидов нельзя считать решённой, не говоря уже о задаче контроле чистых альфа- и бета-излучающих нуклидов, которая в настоящее время тоже становится актуальной, и многократно сложнее задачи контроля гамма-

излучающих радионуклидов, поскольку и альфа-, и бета-излучение полностью поглощаются во вмещающей среде РАО и стенке контейнера и наружу не выходят.

Предлагаемый новый метод неразрушающего контроля контейнеров с РАО с использованием сцинтилляционных спектрометров основан на математическом моделировании задачи с использованием микроподхода и имитационного моделирования методом статистических испытаний (метод Монте-Карло) с анализом измеренного суммарного гамма-спектра методом последовательных вычитаний или искусственных нейронных сетей.

Решение состоит из следующих этапов:

1. Определение зоны чувствительности детектора при реальной геометрии измерений.
2. Выбор метода измерения спектра в условиях широкого диапазона вариации удельной активности РАО, ограничений времени измерения и максимальной скорости счёта спектрометров.
3. Расчёт «эталонных» спектров всех радионуклидов, подлежащих идентификации [1, 2].
4. Анализ делимости фотопиков от наиболее энергичных гамма-линий идентифицируемых радионуклидов и выбор метода расшифровки суммарного аппаратурного гамма-спектра.
5. Расчёт относительных удельных активностей каждого радионуклида (в процентах от суммарной удельной активности всей смеси).
6. Расчёт абсолютных значений удельных активностей каждого радионуклида и суммарной активности РАО в контейнере.
7. Расчёт мощности поглощённой и эквивалентной дозы на заданном расстоянии от стенки контейнера с учётом реального спектрального состава излучения.

Метод реализуется на примере контроля твёрдых радиоактивных отходов в невозвратных защитных контейнерах (НЗК) для установки паспортизации контейнеров с РАО УСР-03, разрабатываемой совместно с ЗАО «ИНТРА» для Нововоронежской АЭС. Установка УСР-03 предназначена для идентификации нуклидного состава и измерения удельной и суммарной активности низкоактивных и среднеактивных ТРО (твёрдые радиоактивные отходы) в контейнерах НЗК по выходящему за пределы упаковки ТРО гамма-излучению с определением парциальных удельных активностей идентифицированных радионуклидов, как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем радиационного контроля. Она должна определять удельные активности наиболее вероятных изотопов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и суммарную удельную активность РАО в пределах от  $10^4$  до  $10^{10}$  Бк/кг, а также мощность поглощённой и эффективной дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от стенки контейнера в пределах от  $10^{-3}$  до 10 мЗв/час.

Установка УСР-03 оснащена четырьмя спектрометрами с детекторами на основе бромида лантана с разрешением не хуже 3 % по линии 662 кэВ ( $\text{Cs-137}$ ) и максимально допустимой скоростью счёта 1000000 имп/с. Энергетический диапазон спектрометров 30 кэВ ... 3000 кэВ. Детекторы размещены в двух приборных боксах (по 2 в каждом). С помощью программно управляемого электропривода приборные боксы сканируют контейнер с РАО снизу (под дном контейнера) и сверху (над его крышкой).

Для расшифровки измеренных суммарных гамма-спектров смесей нуклидов необходимо иметь «эталонные» аппаратурные спектры каждого из идентифицируемых нуклидов в отдельности. Получить их экспериментальным путём невозможно, поскольку для этого пришлось бы искусственно готовить контейнеры с той же вмещающей средой, в которой равномерно распределён лишь один радиоактивный изотоп из тех семи, которые подлежат идентификации. Поэтому эталонные спектры этих нуклидов были получены расчётным путём с помощью комплекса моделирующих программ GEANT-4. При этом использовалась реальная геометрия измерений, и учитывались только гамма-кванты, излучаемые в зоне чувствительности детектора при надетом на него коллиматоре с заданным наклоном граней коллимирующего канала относительно нормали к поверхности контейнера.

Проведенный анализ возможных методов расшифровки гамма-спектров с целью определения нуклидного состава сложных источников позволил заключить, что наиболее перспективными являются метод последовательных вычитаний и нейросетевой метод. В данном случае на основе анализа делимости наиболее энергичных гамма-линий идентифицируемых радионуклидов выбран метод последовательных вычитаний. Он привлекателен тем, что не требует каких-либо решений систем уравнений и предварительного обучения решающей системы на обширной обучающей выборке реализаций спектров. Но необходимым условием его применения является возможность выделения на каждом шаге неискажённых фотопиков от наиболее энергичных гамма-линий радионуклидов.

Результаты математического моделирования показали, что удельные активности всех семи идентифицируемых радионуклидов определяются с погрешностями от 0,7 до 3,5 % от суммарной удельной активности всей смеси радионуклидов.

В настоящее время ведутся приёмоочные испытания установки на Нововоронежской АЭС. По их результатам предполагается опубликовать статью в журнале АНРИ.

### Литература

1. Дрейзин В.Э. Контроль и паспортизация контейнеров с РАО [Текст] / В.Э. Дрейзин, Д.И. Логвинов, Н.В. Сиделева, А.А. Гримов // АНРИ, № 2, 2015. С. 52-60.
2. Дрейзин В.Э. Моделирование аппаратурных гамма-спектров сцинтилляционного детектора с использованием макроподхода [Текст] / В.Э. Дрейзин, Н.В. Сиделева, Д.И. Логвинов // АНРИ, № 3, 2014. С. 2-12.

## СОЗДАНИЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Логвинов Д.И., Дрейзин В.Э.\*

*Курск, АО «Курский завод «Маяк»; \*Курск, Юго-Западный гос. университет*

Описаны способы получения сцинтилляционных нейтронных детекторов с разнообразными спектральными характеристиками. Рассмотрены и сопоставлены макрокопический и микрокопический подходы к расчёту их спектральных характеристик. Проведен предварительный отбор детекторов для многодетекторного спектрометра реального времени.

### **Creating a scintillation detector for real time neutron spectrometer. Logvinov D.I., Drejzin V.E.**

The methods of manufacturing a scintillator neutron detectors with different spectral characteristics. Review and compare the macroscopic and microscopic approaches to the calculation of their spectral characteristics. A preliminary selection of detectors for multidetector spectrometer real time.

Традиционно применяемые для регистрации нейтронов детекторы не отличаются значительным разнообразием спектральных характеристик. Если не принимать во внимание индикаторы, применяемые в активационном анализе, то мы имеем практически всего два типа таких детекторов: детекторы с линейно падающей зависимостью чувствительности от скорости нейтронов (на основе  $^3\text{He}$ ,  $^6\text{Li}$  и  $^{10}\text{B}$ ) и детекторы с постоянной чувствительностью для энергетической области медленных нейтронов с последующим практически линейным спадом чувствительности при росте энергии нейтронов свыше 200 кэВ (использующие реакцию протонов отдачи в водородсодержащем веществе). К ним можно отнести газонаполненные водородные и метановые ионизационные камеры и пропорциональные счётчики (область постоянной чувствительности которых ещё уже из-за резкого спада эффективности газонаполненных детекторов с ростом энергии детектируемых частиц), а также сцинтилляционные детекторы на основе органических кристаллов и пластиков. В активационном анализе используют ещё пороговые детекторы, применяемые для регистрации быстрых нейтронов. Правда, сечения пороговых реакций весьма малы. В качестве приборных детекторов быстрых нейтронов могут быть использованы те из них, у которых пороговые реакции проходят с образованием заряженных частиц. В этом случае их можно использовать в виде тонких покрытий на сцинтилляторах, которые будут служить радиаторами заряженных частиц.

Однако, спектральные характеристики детекторов определяются не только зависимостями сечений реакций с нейтронами активного вещества детекторов от их энергии, но и сильной зависимостью эффективности любого нейтронного детектора с ограниченными размерами объёма активного вещества от энергии нейтронов, что определяется возрастанием длины пробега нейтронов в веществе с ростом его энергии. Это позволяет активно воздействовать на спектральные характеристики нейтронных детекторов путём изменения геометрических размеров активного вещества детектора, что легко использовать в сцинтилляционных детекторах путём изменения толщины сцинтиллятора. Вторым способом воздействия на спектральные характеристики сцинтилляционных нейтронных детекторов является добавление в состав сцинтиллятора (на основе полистирола), веществ, активно взаимодействующих с нейтронами (бора-10 или лития-6). И третьим способом является использование сцинтилляторов с фильтрами: покрытиями из веществ, активно поглощающих тепловые нейтроны (бор-10, кадмий, гадолиний). Комбинируя эти три метода, удаётся на основе полистирольных сцинтилляторов получать нейтронные детекторы с достаточно разнообразными спектральными характеристиками, что необходимо для построения многодетекторных нейтронных спектрометров реального времени.

Основной проблемой при проектировании таких детекторов является расчёт их спектральных характеристик, поскольку экспериментальных методов измерения спектральных характеристик нейтронных детекторов пока не создано. Такой расчёт возможен с использованием двух подходов: макрокопического и микрокопического.

Макрокопический расчёт основан на использовании известных зависимостей макрокопических сечений реакций различных веществ с нейтронами от их энергии и приближённой

формулы зависимости эффективности сцинтилляционного детектора от толщины сцинтиллятора при нормальном падении нейтронного потока на торец сцинтиллятора. В итоге зависимость эффективности  $\varepsilon(E)$  сцинтилляционных детекторов для параллельного пучка нейтронов, нормально падающего на сцинтиллятор толщиной  $\delta$ , от их энергии может быть вычислена как:

$$\varepsilon(E) = 1 - e^{-\sigma(E)N\delta}, \quad (1)$$

где  $N$  – число атомов активного вещества в  $1 \text{ см}^3$  детектора (ядерная плотность);  
 $\sigma(E)$  – макроскопическое сечение реакции нейтронов с веществом детектора,  $\text{см}^2$ ;  
 $\delta$  – толщина детектора, см.

Если же сцинтиллятор содержит несколько различных веществ, активно взаимодействующих с нейтронами, то должна учитываться сумма их взаимодействий с нейтронами:

$$\varepsilon(E) = 1 - e^{-[\sigma_1(E)N_1 + \sigma_2(E)N_2 + \dots + \sigma_k(E)N_k]\delta}, \quad (2)$$

Расчёт спектральных характеристик детекторов с полистирольными сцинтилляторами без добавок, в которых активными веществами является водород и углерод, а также со сцинтилляторами с добавлением бора-10 или лития-6, показал хорошее совпадение (в пределах единиц процентов) с результатами, полученными с использованием микроскопического подхода с использованием микроскопического подхода (на основе метода Монте-Карло) с помощью библиотеки программ GEANT-4. Это позволяет провести расчёт спектральных характеристик детекторов со сцинтилляторами, в которые добавлен  $^{10}\text{B}$  или  $^6\text{Li}$ . Результаты расчёта по этой зависимости для сцинтилляторов разной толщины приведены на рисунке 3. Эти результаты хорошо согласуются с результатами, полученными с использованием микроподхода. Микроскопический подход базируется на методе Монте-Карло, при котором моделируется нейтронный поток с произвольно задаваемым энергетическим спектром, детально описывается геометрия измерений и далее прослеживается взаимодействие каждого нейтрона в данной системе, вплоть до регистрации его детектором. Для этих целей международным сообществом физиков-ядерщиков и программистов разработано несколько программных пакетов, из которых наиболее универсальным является библиотека программ GEANT4.

Однако, вернемся к расчёту с использованием макроскопического подхода. Сравнительно несложно учесть и влияние фильтров. Оно учитывается с помощью умножения выражения (2) на дополнительную экспоненту, учитывающую взаимодействие нейтронов с веществом фильтра. Например, для полистирольных детекторов (без добавок) с кадмиевым фильтром выражение (2) примет вид:

$$\varepsilon(E) = (1 - e^{-(\sigma_H(E)N_H + \sigma_C(E)N_C)\delta}) \cdot e^{-(\sigma_{Cd}(E)N_{Cd})\delta_{Cd}}. \quad (3)$$

Правда, в этом случае расхождение с результатами, полученными с использованием микроподхода, получаются более существенными. Однако их можно в значительной степени устранить путём введения поправок. С учётом таких поправок выражение (3) примет вид:

$$\varepsilon(E) = (1 - e^{-(\sigma_H(E)n_H + \sigma_C(E)n_C)\delta}) \cdot e^{-(\sigma_{Cd}(E)n_{Cd})\delta_{Cd}} + e^{-(\sigma_{Cd}(E)n_{Cd})\delta_{Cd}} \cdot (0,447 \cdot e^{0,03956 \cdot d} - 0,3948 \cdot e^{-0,8481 \cdot d}). \quad (4)$$

Меняя толщину фильтра можно изменять низкоэнергетическую область спектральной характеристики детектора.

Таким образом, комбинируя все три указанных способа можно получить достаточно разнообразные спектральные характеристики детекторов. Один из возможных наборов таких детекторов для реализации многодетекторного спектрометра реального времени представлен на рисунке 1.

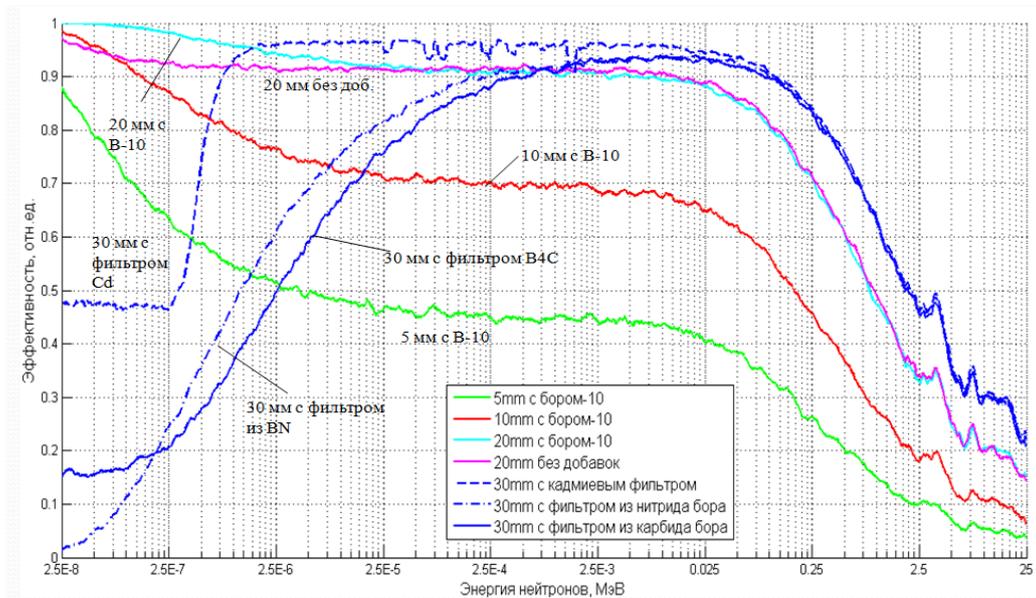


Рис. 1. Спектральные характеристики сцинтилляционных детекторов для многодетекторного спектрометра реального времени

### Литература

1. Дрейзин В. Э. Подбор и оптимизация состава детекторов для многодетекторного спектрометра нейтронного излучения / В. Э. Дрейзин, Д. И. Логвинов, А. А. Гримов // АНРИ, 2011, № 2. С. 16-24.

## РАЗРАБОТКА НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Дрейзин В.Э., Гримов А.А., \*Логвинов Д.И.

Курск, Юго-Западный гос. университет, \*Курск, АО «Курский завод «Маяк»

Рассмотрены физические основы создания многодетекторного нейтронного спектрометра реального времени, методы расчёта спектральных характеристик нейтронных сцинтилляционных детекторов на основе сцинтиллирующих пластмасс с разной толщиной сцинтиллятора с добавками бора, а также с фильтрами для поглощения тепловых нейтронов, а также описана испытательная установка для создания опорных нейтронных полей с различной формой энергетического спектра от одного радиоизотопного источника, которая должна использоваться для метрологического обеспечения нейтронных спектрометров.

### Development of real time neutron spectrometer. Drejzin V.E., Grimov A. A., Logvinov D.I.

The physical basis for the creation multidetector neutron spectrometer, a real-time, methods of calculation of the spectral characteristics of neutron scintillation detectors based on scintillating plastics with different thicknesses of the scintillator with the addition of boron, as well as filters for the absorption of thermal neutrons, and describes the test setup to create a reference neutron fields with different the shape of the energy spectrum of a radioisotope source to be used for metrological maintenance of neutron spectrometers.

Измерение энергетического спектра произвольных нейтронных потоков является наиболее сложной, но очень важной задачей измерений ионизирующих излучений. Сложность её состоит в том, что не существует нейтронных детекторов с одинаковой чувствительностью к нейтронам любых энергий в диапазоне от тепловых до быстрых нейтронов, характерном для реальных нейтронных потоков в ядерной энергетике, простирающемся на 9 порядков. А важность её определяется сильной зависимостью сечений реакции взаимодействия нейтронов с веществом от их энергии (в данном энергетическом диапазоне они могут изменяться в десятки тысяч раз), а это, в свою очередь приводит к столь же сильным зависимостям от энергии проникающей способности нейтронного излучения и мощности поглощённой дозы. И хотя уже много лет существуют различные методы нейтронной спектрометрии (времяпролётный, активационный анализ, многосферный метод Боннера), но до сих пор в мире не выпускаются промышленные нейтронные спектрометры реального времени, а все вышеназванные методы являются лабораторными, малопроизводительными (один цикл измерений занимает несколько суток) и требуют высококвалифицированных исполнителей. Более того, прямой времяпролётный метод

вообще не пригоден для измерений произвольных нейтронных потоков, поскольку источником нейтронов в нём выступает либо исследовательский ядерный реактор с электромеханическим прерывателем нейтронного потока, либо мишень, облучаемая интенсивными короткими импульсами заряженных частиц высоких энергий, получаемых от мощного ускорителя [1]. Попытки создания таких приборов на основе метода протонов отдачи с использованием однокристалльного сцинтилляционного детектора (стильбен) путём дифференцирования измеренного аппаратурного амплитудного спектра с введением многочисленных расчётных поправок нельзя признать успешными, поскольку такие приборы не обеспечивают высокую достоверность измерений и необходимый энергетический диапазон измеряемых нейтронных потоков [2].

Дополнительную сложность создания промышленных нейтронных спектрометров представляет неразвитость метрологического обеспечения нейтронной спектрометрии. За исключением прямого времяпролётного метода, где непосредственно измеряется скорость каждого нейтрона в исследуемом потоке, который в силу высокой сложности и дороговизны не может быть использован при реализации поверочных установок, все прочие методы нейтронной спектрометрии метрологически не обеспечены (отсутствуют эталонные и образцовые источники нейтронного излучения, аттестованные по энергетическому спектру, отсутствуют соответствующие стандарты и другие нормативно-руководящие документы). Лишь для наиболее широко используемого в атомной энергетике метода активационного анализа предпринимались попытки создания метрологического обеспечения [3], но и там самый важный этап – восстановление спектра по измеренным активационным интегралам осуществляется расчётным путём с помощью весьма сложных компьютерных программ, различные варианты которых дают достаточно значительный разброс. А для проверки промышленных приборов этот метод вообще не пригоден.

Предлагается создание промышленного широкодиапазонного нейтронного спектрометра реального времени с использованием нескольких параллельно работающих детекторов с различными спектральными характеристиками с последующим вычислительным восстановлением энергетического спектра измеряемого потока с помощью заранее обученной нейронной сети. В [1, 4] была обоснована концепция построения такого спектрометра и проведено математическое моделирование варианта его построения на основе промышленного трёхканального блока детектирования БДКС-05С, входящего в комплект нейтронного радиометра-дозиметра МКС-03С. Результаты моделирования показали высокую эффективность предлагаемого метода даже при использовании блока детектирования с малым числом каналов (всего 3) при их невысокой энергетической селективности. В данном докладе приведены результаты экспериментального исследования макетного образца такого прибора на созданной испытательной установке для получения опорных нейтронных полей с энергетическими спектрами разнообразной формы от одного и того же радиоизотопного источника нейтронов.

Полученные результаты моделирования послужили стимулом для разработки макетного образца прибора, использующего тот же блок детектирования, но новый измерительный блок. При этом измерительный блок разрабатывался как унифицированный, содержащий 8 измерительных каналов, что обеспечивало возможность работы не только с блоком детектирования БДКС-05С, но и с оригинальными многодетекторными сцинтилляционными блоками детектирования, разработка которых является следующим этапом исследований. Для обеспечения большей программной гибкости в измерительном блоке производится лишь предварительная обработка и накопление информации, получаемой от блока детектирования, а эмулирование нейронных сетей – в компьютере, подключаемом к измерительному блоку.

Однако, для экспериментального исследования макетного образца (а в дальнейшем, для создания поверочной установки нейтронных спектрометров) необходимо было разработать испытательную установку, для создания опорных нейтронных полей со спектрами разнообразных форм. Для этого с помощью имитационного моделирования с использованием библиотеки программ GEANT-4 было исследовано несколько вариантов формирования таких полей от имеющегося радиоизотопного плутоний-бериллиевого источника. Система представляет собой комплект из отражателя нейтронов, коллиматора в виде трубы и вставных дисков-замедлителей нейтронов, отлитых из парафина с отверстиями, которые могут закрываться парафиновыми же пробками той же толщины. В итоге данная установка позволила получать до 35 нейтронных полей со спектрами различных форм [5]. Сами спектры рассчитывались с помощью библиотеки программ GEANT-4, а правильность этих расчётов косвенно подтверждалась сравнением измеренных и расчётных интегральных значений полученных потоков по каждому из трёх каналов (тепловому, промежуточному и быстрому) используемого блока детектирования. Максимальные различия измеренных и расчётных значений интегральных потоков для всех опорных полей составила около 10 % для канала тепловых нейтронов, около 5 % для канала промежуточных нейтронов и менее 2,5 % для канала быстрых нейтронов.

Восстановленные с помощью предварительно обученной нейронной сети усреднённые по 9 десятичным энергетическим интервалам спектральные плотности нейтронных потоков для полученных

опорных нейтронных полей со спектрами разнообразной формы сравнивались с их расчётными значениями, полученными для этих же полей. Среднеквадратическая погрешность определения спектральных плотностей по всем спектрам составила 3,4 %, а среднеквадратическая погрешность определения интегральных значений соответствующих потоков – 2,4 %. Полученные значения близки к соответствующим значениям погрешностей, полученных при математическом моделировании данного метода.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований макетного образца нейтронного спектрометра на основе трёхканального блока детектирования БДКС-05С подтверждают высокую эффективность предлагаемого метода создания нейтронного спектрометра реального времени. Несмотря на малое число измерительных каналов в данном блоке детектирования и их недостаточную энергетическую селективность погрешности вычислительного восстановления спектров с помощью заранее обученной нейронной сети в энергетическом интервале от 0,025 эВ до 25 МэВ оказались менее 5 %. Следовательно, при использовании более совершенного блока многодетекторного блока детектирования можно будет измерять спектры с большей детальностью (за счёт увеличения числа энергетических интервалов) и с ещё более высокой точностью.

#### **Литература**

1. Дрейзин В.Э. Нейтронная спектрометрия: концепция построения нейтронного спектрометра реального времени [Текст] / В.Э. Дрейзин // АНРИ, 2010, № 4. С. 2-8.
2. Колеватов Ю.И., Спектрометрия нейтронов и гамма-излучения в радиационной физике [Текст] / Ю.И. Колеватов, В.П.Семенов, Л.А.Трыков. – М.: Энергоатомиздат, 1991. 296 с.
3. Брегадзе Ю.И. Прикладная метрология ионизирующих излучений [Текст] / Ю.И. Брегадзе, Э.К. Степанов, В.П. Ярына. – М.: Энергоатомиздат, 1990. 264 с.
4. Дрейзин В.Э. Спектрометрические измерения нейтронного излучения: монография [Текст] / В.Э. Дрейзин, С.Г. Емельянов, А.А. Гримов. Курск, Изд. ЮЗГУ, 2011. 316 с.
5. Дрейзин В.Э. Создание опорных нейтронных полей для калибровки нейтронных спектрометров [Текст] / В.Э. Дрейзин, Д.И. Логвинов, А.А. Гримов // АНРИ, 2013, № 4. С. 8-13.

### **СИНХРОНИЗИРУЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Григорьев О.И., Лехин С.Н., Лондиков В.А.  
*Псков, Псковский государственный университет*

Проведён анализ работы цифрового однофазного синхронизируемого генератора, удовлетворяющего требованиям параллельной работы на общую нагрузку промышленной сети и автономного инвертора напряжения системы бесперебойного электроснабжения ответственных потребителей переменного тока.

#### **Synchronized offline generator voltage inverters the UPS systems. Grigoriev O., Lehin S., Londikov V.**

Analysis of operation of digital single-phase generator that satisfies the requirements of that parallel work on the overall load of industrial network and autonomous voltage inverter UPS system AC responsible consumers.

Обеспечение высоких требований к бесперебойности и качеству формы выходного напряжения может быть достигнуто лишь в структурах систем бесперебойного электроснабжения (СБЭ) с режимом параллельной работы основного и резервного канала на общую нагрузку [1]. Для этого автономные инверторы напряжения (АИ), входящие в состав СБЭ, оснащаются синхронизируемыми генераторами (СГ), задающими частотный режим их работы. СГ работают в автономном режиме и режиме слежения за частотой и фазой ведущего (сетевое) сигнала и обеспечивают: генерирование сигнала синхронного и синфазного с промышленной сетью переменного тока в условиях помех; переход в режим автоколебаний при исчезновении сети переменного тока; хранение информации о частоте в течении длительного времени; режим управляемого вхождения в синхронизм при восстановлении напряжения сети переменного тока; ограничение скорости изменения частоты при пересинхронизациях, которая не должна выходить за пределы допусков частоты, нормируемых ГОСТом на качество электрической энергии.

Для реализации указанных требований структурная схема цифрового однофазного синхронизируемого генератора должна иметь вид рис.1.



Рис.1 Структурная схема цифрового синхронизированного задающего генератора

Генератор работает по принципу дискретного регулирования частоты и фазовой синхронизации сигналов, имеющих близкие частоты. Включение на синфазную работу происходит автоматически при наложении импульсов, генерируемых при переходе напряжения через нулевой уровень входного и выходного напряжения инвертора. Для измерения периода напряжения промышленной сети переменного тока используется схема, приведенная на рис.2:

Измеритель периода содержит полосовой фильтр с формирователем (Ф), эталонный генератор (ЭГ), двоичный счетчик (СЧ), буферную и основную память (БП) и (ОП), цифровые компараторы ( $K_1$  -  $K_2$ ). Формирователь преобразует синусоидальное сетевое напряжение в прямоугольные импульсы длительностью равной периоду сетевого напряжения (рис. 2, а, б), которые заполняются импульсами эталонной частоты.

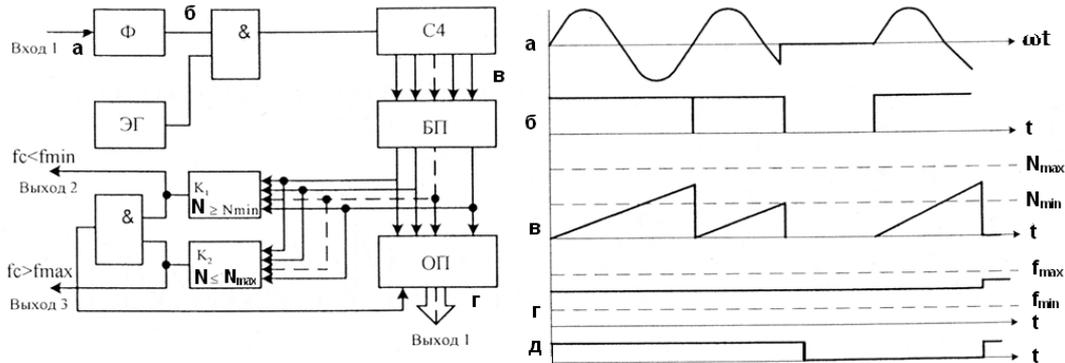


Рис. 2 Структурная схема измерителя периода и диаграммы, поясняющие его работу

Частота ЭГ  $f_{э} = 1/\delta_c T_c$  определяется требуемой точностью измерения периода сетевого напряжения  $\delta_c$ . Количество импульсов, поступающих на вход счетчика за период сетевого напряжения определяется соотношением  $N_{имп} = T_c f_{э,2}$ , где  $T_c$  - период сетевого напряжения;  $f_{э,г}$  - частота ЭГ. Соответствующий код записывается в буферную память, содержимое которой проверяется на выполнение условия  $N_{имп.min}(f_{c.max}) \leq N_{имп}(f_{c.ном}) \leq N_{имп.max}(f_{c.max})$ , соответствующего нормируемым ГОСТ 13109-97 пределам изменения частоты сетевого напряжения ( $50 \pm 0,2$ ) Гц. При выполнении указанного условия числа  $N_{имп}$  переписываются в основную память измерителя.

Управляемый генератор (УГ) представляет собой делитель частоты на число  $N_{имп}$ . Он состоит из сумматора ( $\Sigma$ ), компаратора (К), счетчика (СЧ) и кварцевого генератора (КГ). Его структурная схема и временные диаграммы приведены на рис.3.

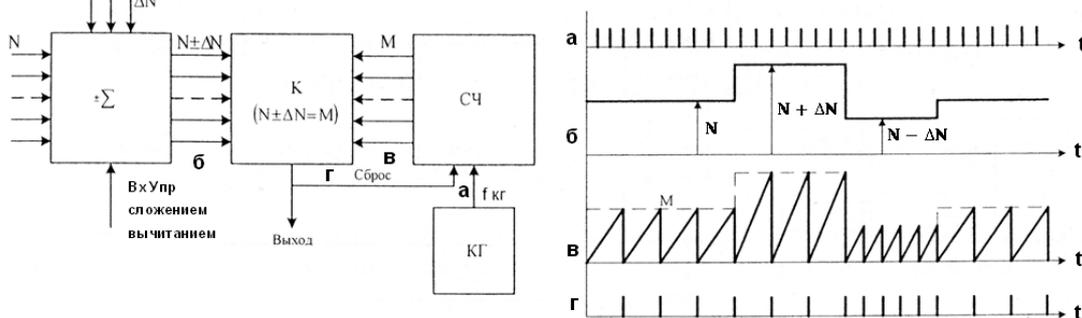


Рис. 3 Структурная схема цифрового управляемого генератора и временные диаграммы, поясняющие его работу

УГ работает следующим образом: выходной сигнал КГ подаётся на СЧ, состояние которого за каждый тактовый период увеличивается на единицу (рис. 3, в). Содержимое СЧ сравнивается с

результатом суммирования чисел  $N_{ИМП}$  и  $\pm \Delta N_{ИМП}$  (рис.3, б) и, когда они совпадают, К формирует импульс, сбрасывающий СЧ в нулевое состояние. Последовательность импульсов сброса является выходным сигналом УГ. Его параметры определяются необходимым диапазоном перестройки выходной частоты  $\delta_n$  и заданной точностью подстройки по частоте  $\delta_c$ . Частота выходного сигнала УГ будет определяться согласно выражению  $f_{вых} = f_{кз} / N$ , где  $N$ - коэффициент деления СЧ,  $f_{кз}$  - частота колебаний КГ. Если заданы значения выходной частоты  $f_{вых}$  и диапазон перестройки генератора  $\delta_n$ ,

тогда  $f_{вых} + \delta_n f_{вых} = \frac{f_{к.з}}{N_{min}}$ ,  $f_{вых} - \delta_n f_{вых} = \frac{f_{к.з}}{N_{max}}$ . Поскольку допустимая ошибка подстройки частоты  $\delta_c f_{А\dot{U}\ddot{O}}$ , определяется точностью синхронизации по частоте  $\delta_c$ , то, должны выполняться

условия  $f_{вых} + \delta_n f_{вых} - \delta_c f_{вых} = \frac{f_{к.з}}{N_{min} + 1}$ ,  $f_{вых} - \delta_n f_{вых} + \delta_c f_{вых} = \frac{f_{к.з}}{N_{max} - 1}$ . Отсюда:

$$N_{min} = \frac{1 + \delta_n - \delta_c}{\delta_c} \quad N_{max} = \frac{1 - \delta_n + \delta_c}{\delta_c}$$

Устройство управления режимами синхронизации осуществляет контроль за фазовым рассогласованием между выходным напряжением УГ и сетевым напряжением, управляет процессом ускоренного ввода в синхронизм указанных сигналов. Его структурная схема и временные диаграммы приведены на рис.4.

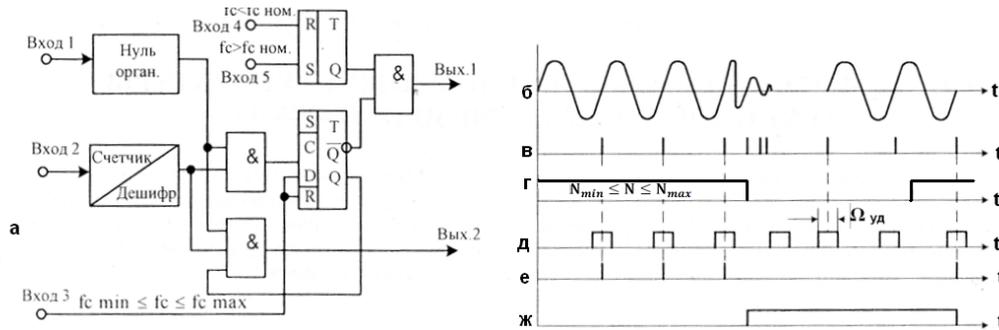


Рис.4 Структурная схема устройства управления режимами синхронизации и временные диаграммы, поясняющие его работу

Сетевое напряжение поступает на вход 1, нуль орган вырабатывает короткие импульсы в момент перехода нулевого уровня в положительном направлении. На вход 2 поступает импульсная последовательность с выхода УГ. С помощью счётчика-дешифратора из импульсной последовательности дешифрируется интервал времени, соответствующий полосе удержания  $\Omega_{\ddot{a}}$ , и определяемый областью максимальных начальных расстройок  $\varphi_H$ :  $\Omega_{y0} \geq 2\varphi_H$ . При выполнении условия на вход 3 поступает сигнал логической единицы. При наложении импульсов с входа формирователя и дешифратора происходит переключение D-триггера в единичное состояние, что обеспечивает прохождение импульсов с выхода формирователя на выход 2, являющимся выходом фазовой синхронизации. При исчезновении сетевого напряжения или значительных отклонениях его частоты сигнал на входе 3 принимает значение логического нуля, это приводит к переключению D-триггера в нулевое состояние. В зависимости от кодовой комбинации на входах 4,5, фиксирующей исходное значение частоты сети до аварии, по сигналу с инверсного выхода D-триггера вырабатывается команда на включение приращения частоты, осуществляемое УГ. Это позволяет ускорить процесс вхождения в синхронизм.

Точность синфазной работы, собранного макета СГ во всех режимах слежения за сигналом сети переменного тока составила  $\pm 2\text{л. град}$ . При пропаданиях сети переменного тока СГ устойчиво входил в режим автогенерации с заданными параметрами. Время пересинхронизации не превышало 10 с.

### Литература

1. А.Ю. Воробьёв Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем// М.: Экотрендз, 2002. - 407 с.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СЕТИ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Лотоцкий А.Д., Сафонова И.Е.  
Москва, МГУПС (МИИТ)

Приводится описание системы автоматического отключения оборудования для малых центров обработки данных. Представлен общий алгоритм работы системы.

### **Automatic shutdown and network monitoring sensors for data center. Lototskiy A., Safonova I.**

Describes the system to automatically disconnect equipment for small data centers. Presents a general algorithm of the system.

Центр Обработки Данных (ЦОД) - это специализированное помещение для размещения серверного и сетевого оборудования и подключения абонентов к каналам сети Интернет. ЦОД должен работать непрерывно, потому что сбой в его функционировании может повлечь огромные убытки. Так как сбой может быть вызван множеством причин, то важную роль в предотвращении потерь данных и снижении вероятности порчи оборудования играет система отключения оборудования. Это система автоматизации, отключающая оборудование в различных ситуациях, связанных с проблемами подачи электропитания и/или нарушения работы кондиционирования.

Система автоматического отключения получает данные о состоянии системы кондиционирования от температурных датчиков, экономически наиболее обоснованным являются терморезистивные датчики температуры, подключаемые к управляющему модулю, обеспечивающему интерфейс удаленного доступа [1, 2]. Большинство решений, представленных на рынке поддерживает протокол SNMP. Обо всех проблемах с электропитанием, а также об оставшемся времени работы от батарей способен сообщить источник бесперебойного питания. Все представленные на рынке ИБП корпоративного уровня также поддерживают протокол SNMP. Данный протокол прекрасно подходит для задач автоматического управления оборудованием, а SNMPv3 также поддерживает защиту трафика.

Большинство экономически эффективных концепций построения ЦОДа предусматривают разделение холодных и горячих потоков воздуха, как например концепции горячего/холодного коридора. Для ускорения реакции на различные причины повышения температуры следует расположить датчики температуры, как в холодном контуре, так и в горячем контуре. Таким образом, можно получить своевременную информацию как о недостаточной мощности системы кондиционирования (не дожидаясь перегрева оборудования), так и информацию о перегреве оборудования (при сохранении допустимой температуры охлажденного воздуха).

Система аварийного отключения (САО) предназначена для контроля, реагирования и оповещения обслуживающего персонала при работе оборудования в круглосуточном неконтролируемом операторами режиме. Ее основная задача – обеспечить сохранность оборудования в случае наступления аварийных ситуаций, а также своевременное информирование о наступлении таких ситуаций. САО принимает информацию от различных датчиков, установленных в оборудовании, которое доступно по протоколу SNMP.

САО – это набор логических решений, который может быть построен как на базе большинства систем мониторинга, поддерживающих различные скриптовые языки, так и на базе стандартного SNMP сервера и языка сценариев выбранной операционной системы.

Общий алгоритм скриптов отключения оборудования ЦОД показан на рисунке. Скрипт полного отключения оборудования запускается при низком заряде ИБП и корректно завершает работу всего оборудования.

Скрипт частичного отключения оборудования запускается при отключении внешнего электропитания или при критическом уровне влажности или температуры, а также неопознанном критическом сообщении. В случае если по истечении пяти минут вызвавшее его событие актуально при повторном запросе, начинается отключение некритичного оборудования, такого как сервера входящие в отказоустойчивые кластеры и т.д. Частичное отключение оборудования позволяет снизить нагрузку на источник бесперебойного питания и систему кондиционирования.

При обнаружении пожарной тревоги происходит немедленное отключение центра обработки данных. Несмотря на то, что в большинстве ЦОДов сигнал от пожарной тревоги подается на выключатель источника бесперебойного питания напрямую, при наличии возможности SNMP подключения к блоку управления системой пожаротушения, имеет смысл продублировать данную реакцию средствами САО: отправкой SNMP запроса с командой немедленного отключения на ИБП. Это

может быть полезно при случайном физическом повреждении управляющего подключения между ИБП и системой пожаротушения.

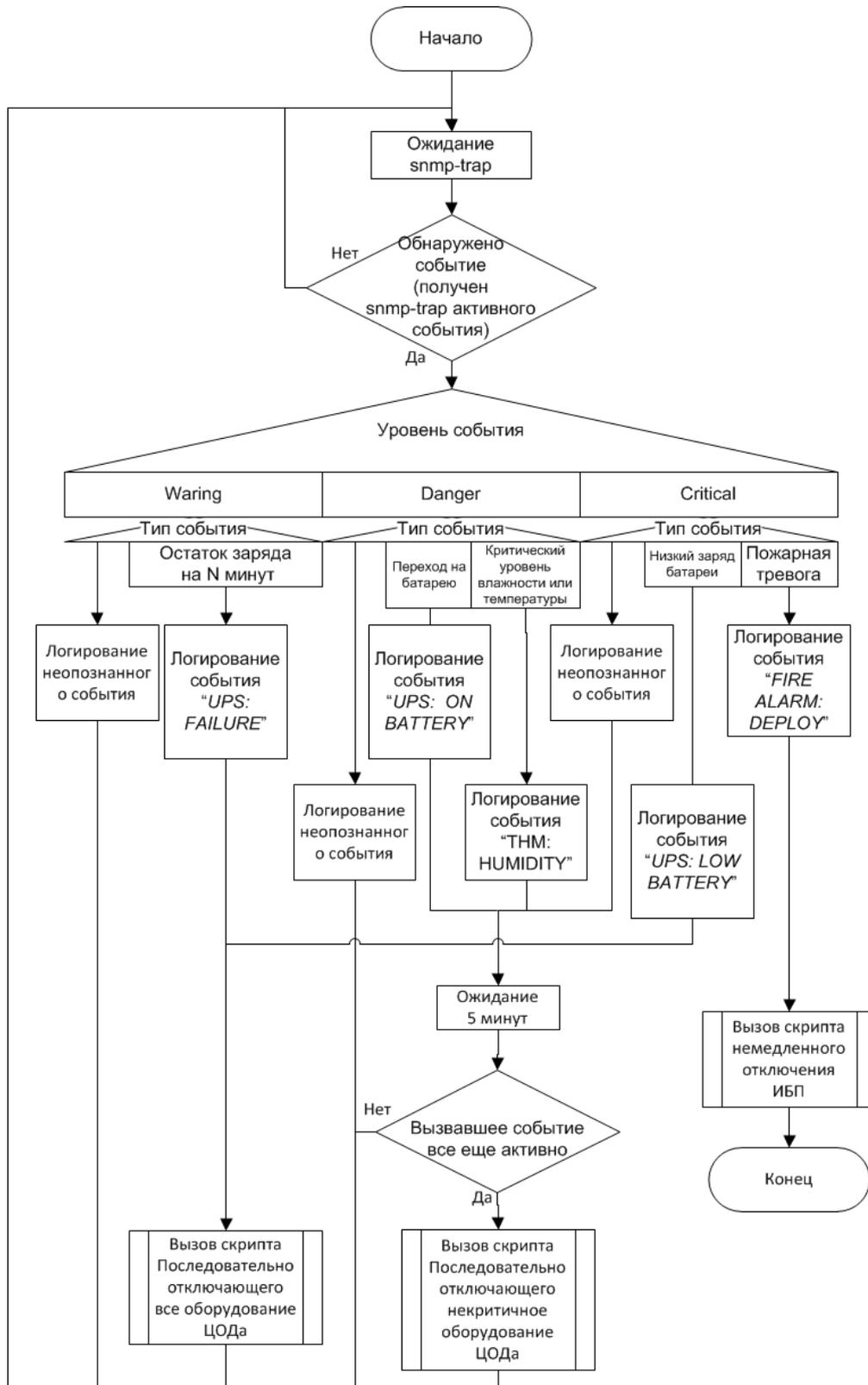


Рисунок – Общий алгоритм скриптов отключения оборудования, логика обработки событий

Таким образом, использование системы автоматизации ЦОД включающую – специально спроектированную сеть датчиков температуры и влажности, сервер базирования САО – позволяет значительно повысить сохранность данных и оборудования, корректно завершить работу всех систем,

которыми возможно управлять удаленно. Также возможно снизить нагрузку на систему кондиционирования, в случае аварии, или продлить длительность работы от батарей для центров обработки данных не оборудованных собственными генераторами, путем отключения некритичной части оборудования.

#### **Литература**

1. Сафонова И.Е. Функциональные датчики в структуре специализированной телекоммуникационной сети //Датчики и системы. - 2013. - № 5. - С.2-6.
2. Сафонова И.Е. Методы и модели оценки основных характеристик корпоративных функционально-ориентированных сетей в САПР: научная монография. М.: МИЭМ, 2007. 344 с.

### **ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАННЫХ В КЭШ-ПАМЯТИ ПОЛНОСТЬЮ АССОЦИАТИВНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

Мастюгин М.Ю., Сафонова И.Е.  
*Москва МГУПС (МИИТ)*

Приводится описание разработанной обучающей программы моделирования размещения данных в кэш-памяти – полностью ассоциативное распределение. Представлена модель памяти на основе которой создана обучающая программа. Описаны ограничения на разработанную модель. Также приведено описание возможностей программы и ее графический интерфейс.

#### **Development simulation program data placement in the cache - fully associative distribution. Mastuygin M., Safonova I.**

The description of the training program developed by modeling data placement in the cache - fully associative distribution. The model of memory from which a training program. The limitations on the developed model. Also, a description of the program and the opportunity to develop a graphical interface.

Информационные технологии проникли во многие сферы деятельности, исключением не является и образование. В МГУПС (МИИТ) разработана обучающая программа «Моделирование размещения данных в кэш-памяти – полностью ассоциативное распределение», которая позволяет исследовать и анализировать процесс размещения данных в кэш-памяти. При этом используется имитационное (дискретно-событийное) моделирование [1, 2].

Алгоритм полностью ассоциативного отображения, заключается в следующем [3, 4]. Для хранения информации о размещении копии блока основной памяти (ОП) в кэш-памяти существует специальная память ассоциативного типа (АЗУ), или память тегов. АЗУ представлена в виде таблицы, в которую занесены адреса блоков. Количество строк таблицы соответствует количеству блоков кэш-памяти. Количество блоков определяется размером кэш-памяти и размером блока. Каждому адресу блока ОП, а адресом в данном случае является номер блока, соответствует адрес блока кэш-памяти. В этой таблице хранятся адреса только тех блоков основной памяти, копии которых присутствуют в кэш-памяти в данный момент. Процесс поиска блока в кэш-памяти реализуется с помощью подачи номера блока ОП. По памяти тегов осуществляется ассоциативный поиск путем сравнения поданного номера блока с содержимым. При обращении в кэш-память может возникнуть две ситуации: попадание в кэш или промах в кэш. При промахе реализуется чтение блока из ОП и запись его в свободный блок в кэш-памяти, если свободных блоков нет, один из ранее занесенных блоков в кэш-памяти стирается, в память тегов, в соответствующую ячейку заносится номер нового блока. При попадании в кэш-память, из памяти тегов берется адрес соответствующего блока в кэш-памяти из которого уже производится чтение. Такой вариант отображения позволяет исключить недостаток прямого, связанный с жестким закреплением одного номера блока в кэш-памяти за строкой в основной памяти. Существует возможность загрузки любого блока, любой строки основной памяти в любой блок кэш-памяти.

Так как получение доступа к реальной памяти не представляется возможным, при создании программы использована модель памяти, состоящая из ОП и кэш-памяти, между которыми организовано взаимодействие. Разработанная модель обладает следующими свойствами: размер кэш-памяти изменяется в диапазоне от 128б до 2кб; ОП изменяется 256 кб - 8мб; размеры блоков кэш-памяти и основной памяти равны; существует возможность изменения блока от 4б до 64б; способ размещения данных в кэш-памяти – полностью ассоциативное распределение; стратегия замещения данных в кэш-памяти - LRU; для согласования данных кэш-памяти и ОП используется метод сквозной записи; добавление копии блока в кэш-память из основной памяти производится за 1 раз целым блоком; данные представлены в виде произвольных шестнадцатеричных значений; чтение/запись производится по

словом, размер слова 1 байт; кэш-память одноуровневая; запрос на чтение содержит адрес байта в основной памяти; запрос на запись/модификацию содержит адрес байта в основной памяти и строку данных; взаимодействие с моделью памяти организовано при помощи графического интерфейса программы (рис.1).

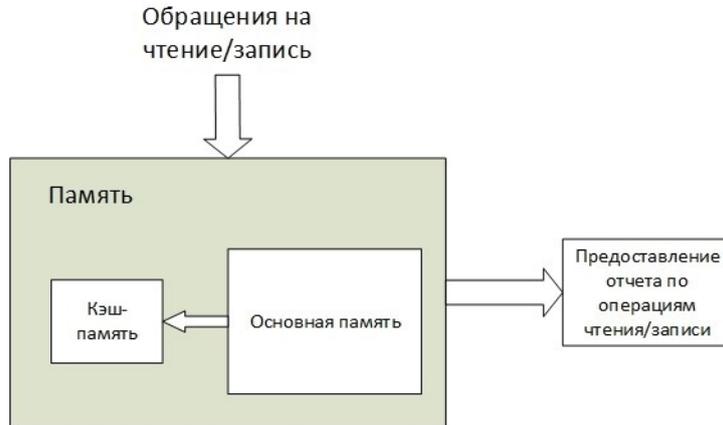


Рисунок 1 - Схема взаимодействия

Обучающая программа оснащена дружелюбным графическим интерфейсом, с помощью элементов управления пользователь может генерировать запросы, программа отвечает, изменяя графические данные, а при необходимости предоставляет отчет о проделанных действиях. Результатом является обновление данных модели памяти при записи данных, а также предоставление отчета о количестве прочитанных байт и обращений в кэш-память. При чтении данных результатом взаимодействия является предоставление информации о количестве прочитанных байт, количестве обращений в кэш-память, попаданий в кэш-память, а также вывод строки прочитанных байт. Программа дает возможность чтения байтов по указанным адресам памяти и записи, также по указанными адресам. Чтение/запись производится как по байтам, так и сразу пачкой байт. Ввод адресов и данных для чтения/записи реализуется при помощи интерфейса. При запуске программы появляется окно приветствия (рис.2).

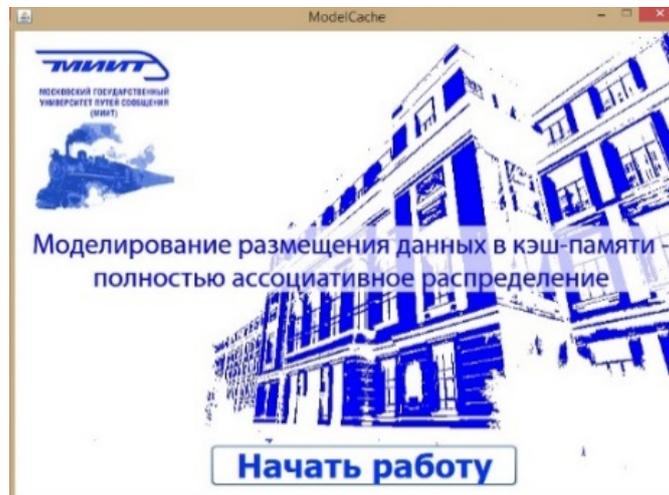


Рисунок 2 – Окно приветствия обучающей программы

Далее открывается основное окно программы (рис.3). Интерфейс данного окна представляет собой совокупность графических элементов, с помощью которых пользователь осуществляет взаимодействия с моделью памяти, в результате получает отчет о произведенных операциях. В верхней части основного окна расположены таблицы, отображающие содержимое основной памяти и кэш-памяти. Для формирования запросов на чтение/запись под таблицами расположены панели, позволяющие задать диапазон адресов. Чтение может производиться как по последовательным, так и по случайным адресам из выбранного диапазона. Для записи

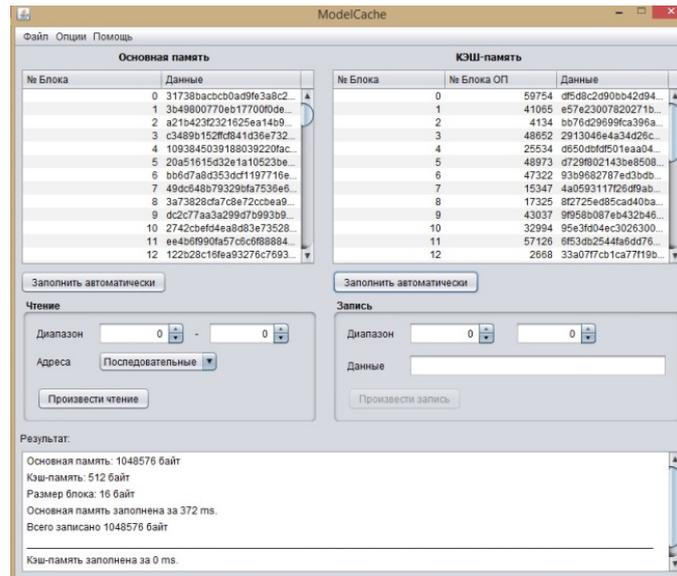


Рисунок 3 - Основное окно программы

предоставляется возможность ввести строку байт. В нижней части основного окна расположен список, в котором отображаются результаты проделанных действий.

В программе существует возможность изменения размеров основной памяти, кэш-памяти и блока обмена (меню «Опции», подпункт «Настройки»). В меню также предоставляется возможность сохранения результатов работы в файл, представлены варианты для выполнения лабораторной работы, есть теоретические сведения о взаимодействии основной памяти и кэш-памяти, и сведения о программе (рис.4). Под каждую функцию отведен свой собственный фрейм.

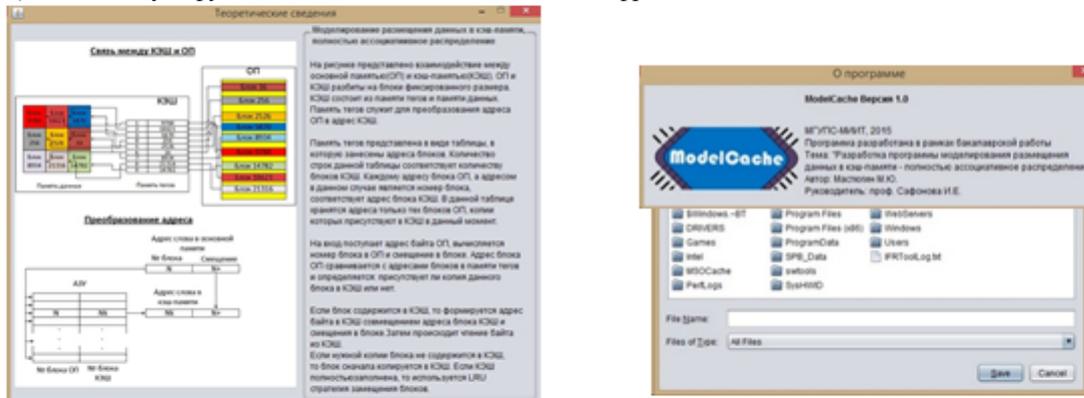


Рисунок 4 – Возможности программного меню

Разработанная обучающая программа используется в учебном процессе для проведения лабораторных работ и предназначена студентам технических факультетов, изучающих аппаратные средства ВТ, архитектуру и организацию ЭВМ.

#### Литература

1. Safonova I.E. On one Approach to Modeling Enterprise-Wide Function-Oriented Computer Networks. // Telecommunications and Radio Engineering // Begell House. Inc. Publishers - Vol. 71, № 12, 2012, p.1087 -m1101.
2. Сафонова И.Е., Жарков С.В. Размещение данных в КЭШ- памяти, полностью ассоциативное распределение: учебно-методическая разработка // М.: МИЭМ, 2002. 14с. (ISBN 5-230-16355-0).
3. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем //3 изд. СПб.:Питер, 2014. 688с.
4. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера // 6 изд. СПб.:Питер, 2013. 816с.

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УГЛОВ И РАСХОДА ЖИДКОСТИ**

Мурашкина Т.И., \*Истомина Т.В., Серебряков Д.И., Юрова О.В., Удалов А.Ю., \*Шачнева Е.А.  
 Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» \*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»

Рассматриваются способы преобразования механических параметров потоков жидкости и газа в изменение параметров оптико-механических преобразующих систем, объединяющих дифференциальные волоконно-оптические отражатели с сифонами и другими упругими элементами. Разработана специальная измерительная установка для экспериментальных исследований данных систем, имитирующая физическое воздействие потоков на воспринимающий элемент.

**Installation for research of the physical processes happening in the optical-mechanical system fiber and optical sensors of aerodynamic corners and liquid consumption. Murashkina T.I., Istomina T.V., Serebryakov D.I., Yurova O.V., Udalov A.Yu., Shachneva E.A.**

Ways of transformation of mechanical parameters of streams of liquid and gas to change of parameters of the optical-mechanical reformatory systems uniting differential fiber-optical reflectors with bellow valves and other elastic elements are considered. The special measuring installation for pilot studies of data of systems imitating physical impact of streams on the perceiving element is developed.

Для измерения параметров потоков жидкостей и газов традиционно используются механические преобразующие системы с подвижными трущимися узлами (зубчатые зацепления, подшипники, вращающиеся роторы, флюгарки, потенциометры и пр.), что снижает надежность средств измерений: датчиков расхода жидкостей и датчиков аэродинамических углов (далее – ВОД) [1].

В работах [2, 3] предложены волоконно-оптические средства измерения указанных параметров без вращающихся и трущихся частей, в основу которых положен дифференциальный волоконно-оптический преобразователь угловых микроперемещений (ВОПУМП) отражательного типа [4].

Для достижения улучшенных метрологических характеристик ВОД с ВОПУМП необходимо определить вид функции преобразования  $I=f(\alpha)$ , диапазон изменения угла  $\alpha$ , конструктивные параметры узла юстировки подводящих (ПОВ) и отводящих (ООВ) оптических волокон (ОВ), оптического модулирующего элемента (ОМЭ): расстояния между общим торцом ООВ и ПОВ и ОМЭ, межцентровые расстояния между ОВ. Для этого требуется специализированное метрологическое обеспечение.

Для проведения экспериментальных исследований оптико-механических систем разработана специальная измерительная установка, имитирующая физическое воздействие потоков на воспринимающий элемент (рисунок 1).

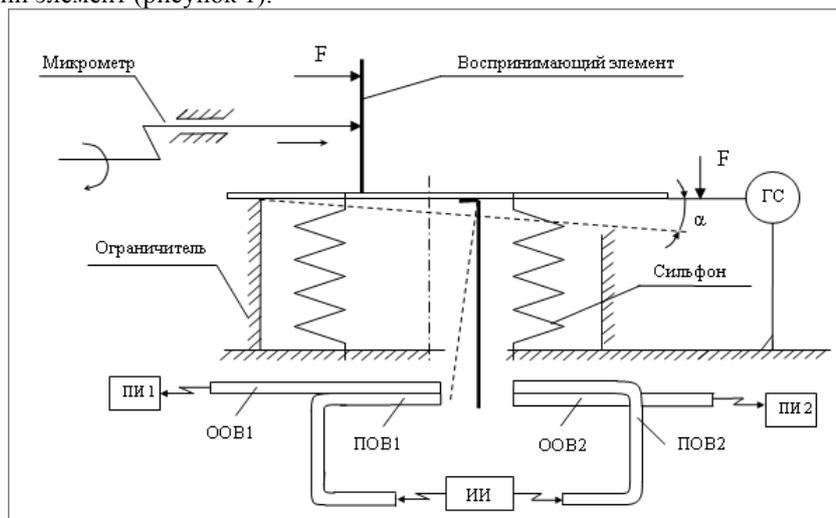


Рисунок 1 - Измерительная установка для экспериментальных исследований оптико-механических преобразующих систем, объединяющих дифференциальные волоконно-оптические отражатели с сифонами.

Механическая система установки включает в себя воспринимающий элемент (ВЭ) определённой геометрической формы (например, в виде плоской пластины, идентичной флюгарке, применяемой в

авиационной технике (рисунок 2)), платформу (идентичную приведенной на рисунке 2) с жестко закреплённым на ней угловым сильфоном.

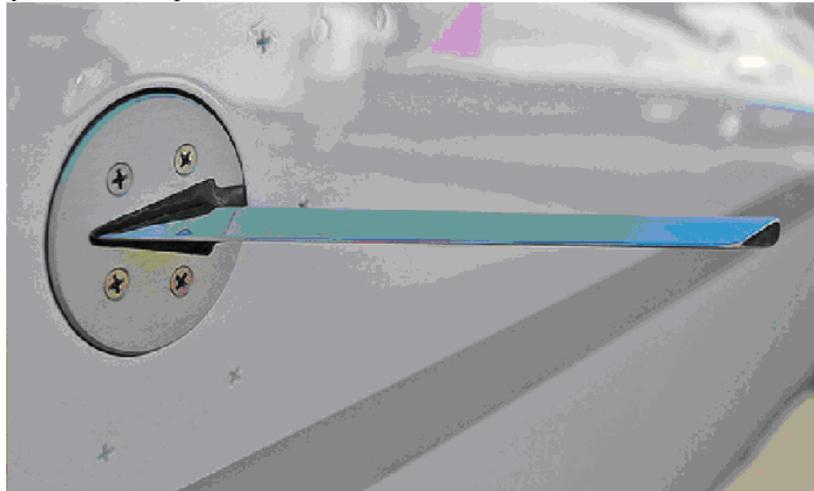


Рисунок 2 - Вариант воспринимающего элемента датчика аэродинамических углов (флюгарка).

Сильфон предназначен для преобразования углового перемещения воспринимающего элемента в угловое перемещение оптического модулирующего элемента (пластины с двумя зеркальными поверхностями, закрепленной внутри сильфона) в диапазоне  $0... \pm 5^\circ$ , а также для защиты и герметизации конструкции. Статическая характеристика сильфонов линейна в относительно небольших диапазонах угловых перемещений, эффективная же площадь сильфона отличается высокой стабильностью в пределах рабочего участка характеристики. Поэтому в ВОД сильфон используют в режиме небольших прогибов, что достигается подбором характеристик сильфона и расчётом значения прогиба [5].

Для определения жесткости сильфона используется динамометр (ГС), воспринимающий элемент которого установлен под краем платформы.

С двух сторон ОМЭ на равном расстоянии расположены ОВ первого и второго измерительных каналов (ИК), причем подводные ПОВ1 первого ИК расположены соосно с ООВ2 второго ИК и, наоборот, ПОВ2 второго ИК расположены соосно с ООВ1 первого ИК. Приемные торцы ПОВ первого и второго ИК подстыкованы к одному и тому же источнику излучений (ИИ), (например, инфракрасному светодиоду - ЗЛ1107Б). Излучающие торцы ООВ первого и второго ИК подстыкованы к приемникам излучения ПИ1 и ПИ2 первого и второго ИК соответственно (например, фотодиодам ФД-256). ВОПУМП преобразует изменение угла наклона зеркальных поверхностей оптического модулирующего элемента (ОМЭ) в изменение интенсивности светового потока [6].

Если конструктивно-технологические параметры механической системы подобраны правильно, то функции преобразования каждого из измерительных каналов будет иметь следующий вид (рисунок 3) [6].

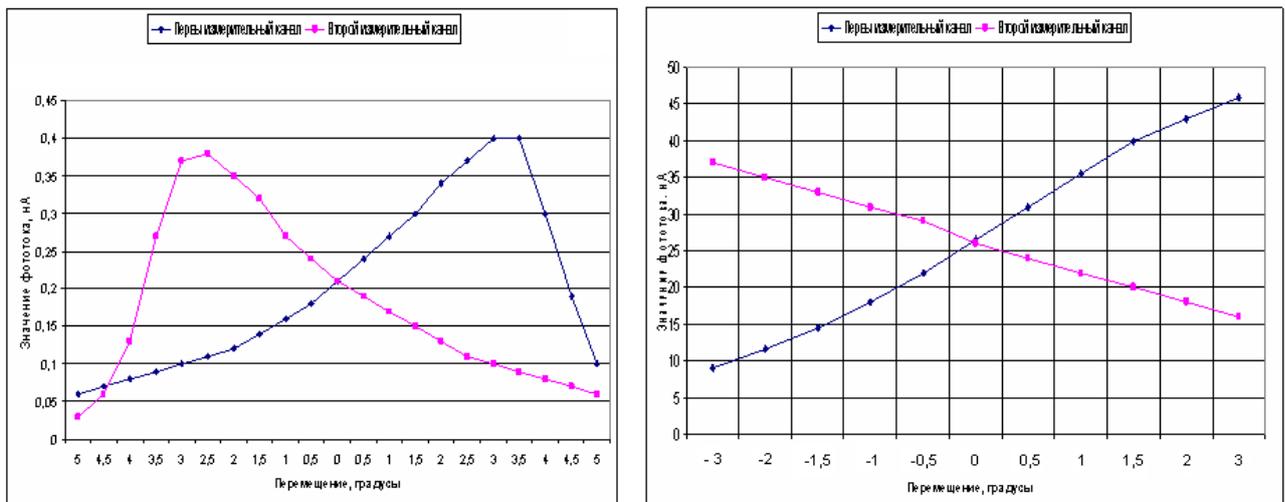


Рисунок 3 – Вид функции преобразования при правильно подобранных конструктивно-технологических параметрах механической системы

При финансовой поддержке в форме гранта Минобрнауки РФ Ведущей научной школы РФ «Волоконно-оптическое приборостроение» НШ-681.2014.10 и при финансовой поддержке РФФИ в форме гранта 15-08-02675

#### **Литература**

- 1 ВОД аэродинамических углов/ Т.И. Мурашкина, Е.А. Бадеева, А.Ю. Удалов, Е.А.Шачнева и др.//Авиакосмическое приборостроение. – 2015. – № 5. – С. 18–25.
- 2 Волоконно-оптический датчик аэродинамических углов/ Т.И. Мурашкина А.Ю.Удалов, Д.И.Серебряков, А.Г. Пивкин, Е.А.Бадеева //Сб. материалов Всероссийской научной школы «Волоконно-оптические, лазерные и нано-технологии в наукоемком приборостроении», посвященной 350-летию города Пенза, «СВЕТ-2013» /под ред. проф. Т.И.Мурашкиной. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. - С.66-69.
- 3 Мурашкина Т.И., Шачнева Е.А. Измерение параметров жидкостных потоков в системах жизнеобеспечения//Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки». Выпуск X.- Кузнецк.–2015.–С. 224-228.
- 4 ВОД аэродинамических углов на основе дифференциального преобразователя угловых перемещений / Т.И.Мурашкина, Е.А. Бадеева, К.Д. Серебряков, Д.И.Серебряков, А.Ю. Удалов //Материалы Всероссийской НТК «X Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского», -М.: Издательский дом академии имени Н.Е.Жуковского, 2013.- С. 195-199.
- 5 Шачнева Е.А., Мурашкина Т.И. Особенности расчета сильфонов, используемых в медицинских средствах измерений//Сб. материалов Всероссийской научной школы «Волоконно-оптические, лазерные и нано-технологии в наукоемком приборостроении», посвященной 350-летию города Пенза «СВЕТ-2013/под ред. проф. Т.И.Мурашкиной. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. - С.174-176
- 6 Дифференциальный волоконно-оптический преобразователь угловых перемещений / Е.А. Бадеева, О.В. Юрова, А.С. Щевелев [и др.] // Современная электроника. – 2010. – № 8. – С. 32–33.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DLP СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК**

Недопека А.С., Бушмелева К.И.  
*СурГУ, г. Сургут*

Рассмотрен общий принцип DLP систем. Дано обоснование о необходимости их использования в автоматизированной системе грузоперевозок транспортной компании, что в свою очередь позволит снизить риски хищения информации внутри компании недобросовестными сотрудниками. Приведен краткий список наиболее актуальных систем по состоянию на 2015 год на российском рынке.

#### **Using DLP security in automated system of cargo delivery system.Nedopeka A.S., Bushmeleva K.I., SurGU, g. Surgut**

Reviewed a general principle of DLP systems. Has explained why it is necessary to use DLP system in the automated system of cargo Transportation Company. Which in turn will reduce the risk of theft of information within the company by unscrupulous employees. A brief list of the most relevant systems of 2015 at the Russian market.

Известно, что на сегодняшний день в автоматизированных системах (АС) используются данные, которые представляют большой интерес для злоумышленников и чем крупнее эта компания, тем чаще эти данные подвергаются атакам. Так как основной интерес представляют не сами данные, а собственно то количество денег, которые можно будет получить в результате использования похищенных данных, при эксплуатации АС, чаще всего используются стандартные программы для защиты персональных и конфиденциальных данных, блокирующие нежелательный контент, запрещающие подключение внешних устройств и производящие контроль доступа к персональному компьютеру или системе. Компания, которая не предотвратила хищение данных, рискует потерять не только деньги, но и репутацию. Поэтому в связи с развитием и увеличением мощности аппаратно-программных средств, требуется всё больше уделять внимание защищённости АС в целом не только от внешних, но и от внутренних воздействий.

На предприятиях, осуществляющих деятельность по перевозке грузов, необходимо следить за сохранностью данных, так как эти данные содержат следующую информацию: тип груза; стоимость груза; наименование груза; маршрут прохождения груза; время прохождения груза в конкретных точках; обозначение транспортного средства, которое доставляет груз; название организации, которая получает и

отправляет груз и др. [1]. Данная информация может храниться как в электронном, так и в бумажном виде [2]. Поэтому важно не допустить попадания такой информации злоумышленникам.

Предотвращение утечек информации (англ. Data Leak Prevention, DLP) — технологии предотвращения утечек конфиденциальной информации из информационной системы вовне, а также технические устройства (программные или программно-аппаратные) для такого предотвращения утечек [3].

В целом принцип работы DLP систем можно представить в виде блок-схемы, изображенной на рисунке 1.

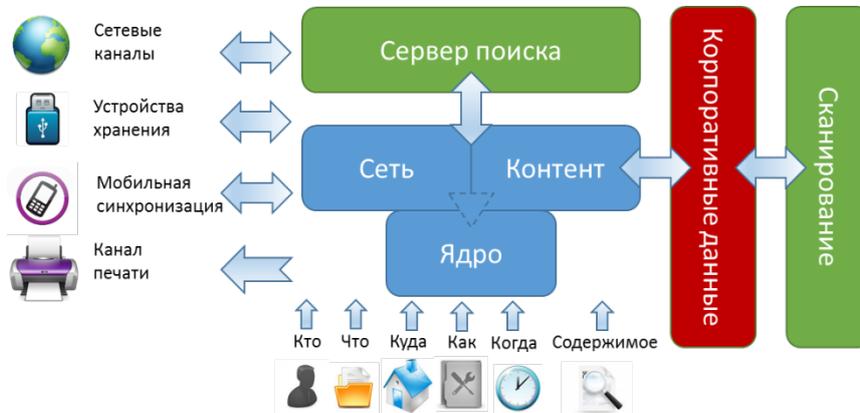


Рисунок 1 - Обобщённая блок-схема работы DLP-систем

Где, базисный компонент «Ядро» является инфраструктурной платформой и ядром для других компонентов комплекса и реализует все функции его централизованного управления и администрирования. «Ядро» поддерживает полный набор механизмов контекстного контроля доступа пользователей, а также обеспечивает событийное протоколирование (аудит) и теневое копирование данных для всех локальных каналов ввода-вывода на защищаемых компьютерах, включая периферийные устройства и интерфейсы, системный буфер обмена, локально подсоединенные смартфоны и КПК, а также канал печати документов на локальные и сетевые принтеры. Кроме того, компонент «Ядро» включает в себя все консоли централизованного управления.

Компонент «Сеть» обеспечивает контекстный контроль каналов сетевых коммуникаций на рабочих компьютерах, включая распознавание сетевых протоколов независимо от используемых портов, детектирование коммуникационных приложений и их селективную блокировку, реконструкцию сообщений и сессий с восстановлением файлов, данных и параметров, а также событийное протоколирование и теневое копирование передаваемых данных. Компонент «Сеть» контролирует передачу почтовых сообщений по открытым и SSL-защищенным SMTP-сессиям (с отдельным контролем сообщений и вложений), web-доступ и другие HTTP/HTTPS-приложения, web-почту, мессенджеры, социальные сети, передачу файлов по протоколам FTP и FTP-SSL, а также Telnet-сессии.

Компонент «Контент» реализует механизмы контентного мониторинга и фильтрации файлов и данных, передаваемых с/на сменные носители и в каналах сетевых коммуникаций - веб-почте и социальных сетях, службах мгновенных сообщений, файловом обмене по протоколам FTP и FTP-SSL и др. Кроме того, технологии контентной фильтрации в модуле «Контент» позволяют задать фильтрацию для данных теневого копирования, чтобы сохранять только те файлы и данные, которые информационно значимы для задач аудита информационной безопасности, расследований нештатных ситуаций и их криминалистического анализа.

Компонент «Сканирование» выполняет сканирование рабочих станций и корпоративных сетевых ресурсов, и на основании заданных политик обнаруживает документы и файлы с критическим содержанием, осуществляет различные опциональные действия с обнаруженными документами, а также может инициировать процедуры управления инцидентами, направляя тревожные оповещения в реальном режиме времени.

Компонент «Сервер поиска» обеспечивает полнотекстовый поиск по централизованным базам данных теневого копирования и событийного протоколирования «Ядра». Сервер поиска позволяет значительно снизить трудозатратность и повысить эффективность процессов аудита и расследования инцидентов информационной безопасности, связанных с утечками информации, их криминалистического анализа и сбора доказательной базы.

По итогам внедрения система DLP обеспечивает:

- автоматизированный аудит мест расположения конфиденциальной информации;

- автоматизированный контроль соответствия установленным в компании процедурам перемещений конфиденциальной информации (создание и обработка инцидентов при неправомерном разглашении секретных сведений, с возможностью их предотвращения);
- отслеживание общего уровня рисков (на основе отчетов по инцидентам);
- контроль утечек информации в режиме немедленного реагирования и в рамках ретроспективного анализа;
- приведение уровня информационной безопасности организации в соответствие с рядом требований стандарта PCI DSS.

Использование DLP систем для защиты информации внутри контура автоматизированной системы организации грузоперевозок позволит минимизировать риски хищения конфиденциальной информации сотрудниками организации. Однако полностью исключить риск наступления данного неблагоприятного события не удастся, так как для этого придётся создать полностью закрытый и режимный объект, на котором будет осуществляться досмотр и контроль каждого сотрудника организации. Конечно, это будет избыточной мерой безопасности, поэтому в данной области задачи — это не оправданно.

Можно выделить следующие наиболее актуальные на российском рынке DLP- системы:

Российские:

1. Дозор Джет.
2. InfoWatch Traffic Monitor Enterprise.
3. Falcongaze SecureTower.
4. МФИ Софт Гарда Предприятие.

Зарубежные:

1. GTB DLP Suite.
2. Symantec Data Loss Prevention (DLP).

Хочется отметить, что это не полный список всех доступных DLP систем, однако данное программное обеспечение наиболее часто используется на сегодняшний день.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование DLP систем способствует снижению риска утечки «инсайдерской» информации благодаря контролю за всеми данными, которые протекают через электронные средства связи, этому способствуют различные системы распознавания, в том числе и системы оптического распознавания символов (OCR) для контроля за информацией, представленной в графическом виде. По мере развития технических средств, требуется все больше уделять внимание средствам контроля за информацией, т.к. возросшая мощность технических средств позволяет получать все больше возможностей для копирования и взлома систем.

#### **Литература**

1. Тапейцина А.С., Карагод В.С. Автотранспортное предприятие: нормативное регулирование деятельности. Справочное пособие. Современная экономика и право. М. 2002; ISBN: 5-8411-0088-2.
2. Недопека А.С., Бушмелева К.И. Применение автоматизации в управление и организацию грузоперевозок в транспортной компании //Иновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-исследовательской конференции «ИНФО-2014». – Сочи, октябрь 2014. – С. 467 – 470.
3. Золотарев В.В. Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности /Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2007. – 112 с.

#### **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Никифоров А.С., Христофорова А.Г., Немчинов П.Н.

*Якутск, ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»  
Технологический институт*

Предлагается электронное устройство о предупреждении препятствий для людей с ограниченными возможностями. За счет использования ультразвуковых датчиков производится сканирование пространства на пути движения.

**Multi-sensor warning on various objects. Nikiforov A.S., Hristoforova A.G., Nemchinov P.N.,**

It proposed an electronic device on the Prevention of an obstacle for people with disabilities. By using the ultrasonic probe is scanned in the path of space.

Технология предполагает использование ультразвукового датчика, установленного на очки и наушники для предупреждения о препятствии.

Технология предназначена для слабовидящих или слепых людей, в которой предусматривается, что человек с ограниченными возможностями сможет услышать или почувствовать сигнал и расстояние до приближения машины, стены, другого человека. Данная технология позволяет тем, кто страдает от потери зрения, узнать расстояние до препятствия [2].

Пара умных очков, которые могли бы изменить жизнь слепых и слабовидящих людей может быть изготовлена из простых и дешевых компонентов. Состоят они из двух датчиков-сонаров на очках, определяющих расстояние до объекта, блока с управления с аккумулятором, выполняющим роль «мозга» и высчитывающим расстояние и направление движения, а также двух наушников, через которые человек будет получать информацию. Датчик работает по принципу сонара подводных лодок, динамик излучает ультразвуковую волну, а микрофон слышит отраженное эхо [1]. Используются два датчика для определения препятствия с левой и правой стороны от направления, в котором будет идти человек. Блок управления устанавливается вокруг микроконтроллера и не поддерживает видеокамеры, проецирование изображения на окуляры, работу со множеством датчиков, выход в интернет и другое, что есть в подобных разработках, дорогих и недоступных для целевой аудитории с ограниченными возможностями.



По данной технологии собран прибор и проведены испытания прототипа, который смонтирован на основе микроконтроллера PIC16 и мембранных динамиков. Опыты показали, что с данными динамиками устройство срабатывает на сильный хлопок и показывает расстояние не более 30 см. На сегодняшнем этапе разработки происходит проектирование второго прототипа устройства, работающего на ультразвуковых датчиках MA40S4S и MA40S4R, для определения наиболее лучшего способа оповещения через наушники или вибромоторчик [3].

Работа прибора представляется следующим образом. Легкие очки, с закрепленными на них датчиками, сканируют пространство на пути движения. Блок управления считает и вычисляет расстояние до преграды и подает сигналы через наушники или вибрации. То есть человек слышит или чувствует учащающиеся сигналы и понимает, что он приближается к препятствию.

Данная технология является еще одним типом носимой электроники, способной помочь человеку.

#### Литература

1. Горбатов А.А., Рудашевский Г.Е. Акустические методы измерения расстояний и управления. - М.: Энергоиздат, 1981.
2. Гутников В.С., Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов.-Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1990.
3. Титце У, Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство - М.: Мир, 1982

#### О СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Оцоков Ш.А.  
Москва, МЭИ(ТУ)

Рассмотрены виды биометрических систем, назначение, способы применения.

Предложена архитектура программной части биометрической системы, включающая в себя ядро для распознавания и прикладное программное обеспечение.

#### **About the structural organization of the software biometric systems. Otsokov Shamil**

In article types of biometric systems, appointment, methods of application are considered. The architecture of program part of biometric system is offered, including a kernel for recognition and the applied software.

В настоящее время в России по разным оценкам среднегодовые темпы роста рынка биометрических систем в России будет составлять около 15% [1].

Существуют различные виды биометрических систем, основанные на таких способах идентификации как: верификации голоса, распознавание лица, радужной оболочки глаз, сканировании отпечатков пальцев, геометрии руки, верификации подписи.

Тенденция улучшения технических характеристик биометрических сенсоров, снижение их стоимости, совершенствование алгоритмов распознавания способствует их внедрению в системах контроля доступа, в системах лояльности, платежных системах, совместно с традиционными способами доступа с помощью карт, а иногда и вместо них.

Основную долю рынка биометрических систем занимают системы, основанные на распознавании отпечатков пальцев. В России существует множество компаний, предлагающих свои аппаратные и программные решения в этой области, такие как: «Сонда эксперт», «Биолинк», «Биосмарт» и др. Аппаратные решения этих компаний основаны на одном и том же физическом принципе функционирования и отличаются между собой в основном техническими характеристиками контроллеров, биометрических сенсоров (сканеров отпечатков пальцев), конструктивными особенностями, поддержкой тех или иных функций.

По способу применения аппаратные решения можно разделить на следующие:

1. Для прохода через турникеты;
2. Для прохода через двери;
3. Для регистрации пользователей.
4. Мобильные терминалы для розничной торговли, банков

Решения для прохода через турникеты или через двери входят в состав системы контроля и управления доступом (СКУД) и включает в себя биометрический сканер, контроллер, исполняющие механизмы, систему ограждения. Внешний вид такого устройства, производимого компанией «Сонда эксперт» представлен на рисунке 1 (слева).



Рисунок 1. Фото устройств для прохода через турникет или двери

Устройства первого и второго типа подключаются к локальной сети предприятия и могут функционировать под управлением программного обеспечения СКУД. Все функции по обеспечению доступа сотрудникам и регистрация новых пользователей осуществляется самой СКУД, требующей для своей работы сервера с установленной базой данных и специального программного обеспечения [2].

Некоторые устройства поддерживает автономный режим работы и не требует внешнего программного обеспечения. В случае функции настройки доступа и добавление новых пользователей осуществляется через Web интерфейс. Внешний вид такого устройства представлен на рисунке 1 (справа).

Качественными показателями биометрической системы являются FAR (False Acceptance Rate) и FRR(False Rejection Rate). Первое число характеризует вероятность ложного совпадения биометрических характеристик двух людей. Второе – вероятность отказа доступа человеку, имеющего допуск. Система тем лучше, чем меньше значение FRR при одинаковых значениях FAR. Значение этих показателей и эффективность биометрической системы определяет используемый алгоритм распознавания отпечатков пальцев, составляющие ядро программной части биометрической системы.

Одним из лидеров в России по качеству распознавания, как показали, международные тесты, является компания «Сонда Эксперт» [3].

Ядро программной части биометрической системы, как правило, выполняет следующие функции:

1. Построение шаблона отпечатков пальцев
2. Поиск наиболее близкого к заданному шаблону в базе данных.

Шаблоны формируются по изображению отпечатка пальцев человека. Для одного и того же пальца руки возможно получение различных шаблонов. В связи с этим ядро выполняет поиск наиболее близкого шаблона к заданному в базе данных. При увеличении числа отпечатков пальцев увеличивается время поиска шаблона и увеличивается вероятность ложного распознавания. Для уменьшения этой вероятности применяется распознавание по двум отпечаткам пальцев.

Один из вариантов структурной организации программной части биометрических систем включает в себя:

- ядро;
- служба для доступа к ядру по локальной сети (обрабатывает запросы на поиск шаблона, добавление нового отпечатка в базу данных, управление сетевыми устройствами, входящими в состав СКУД);

- прикладное ПО для построения отчетов, хранения событий, задания режимов доступа.

Прикладное ПО для построения отчетов хранения событий, задания режимов доступа может иметь веб-интерфейс.

#### **Литература**

1. Биометрический рынок России: прогноз на 2015 год и перспективу / ООО «Биолинк Солюшенс». – М., 2014 – 17 с.
2. В.А. Ворона, В. А. Тихонов Системы контроля и управления доступом - М.: Горячая линия – Телеком, 2010. - 272 с.: ил.
3. Результаты тестирования алгоритмов российских биометрических компаний на мировом рынке [Электронный ресурс] // URL: <http://habrahabr.ru/post/250725/> (дата обращения: 12.08.2015).

#### **ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ РОБОТОТЕЛЕЖКИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В НЕДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ СРЕДЕ**

Алексеев А.А., Бебенин В.Г., Крюков А.И., Палагута К.А., Шубникова И.С.  
*ФГБОУ ВПО «МГИУ», г. Москва*

Рассматриваются вопросы выбора измерительных преобразователей, которые могут быть использованы для обеспечения функционирования автономной робототележки, способной перемещаться в заданную точку в недетерминированной среде.

#### **Choice of measurement transducers for robototehnika operating in non-deterministic environment. Alexeev A., Bebenin V., Kryukov A., Palaguta K., Shubnikova I.**

Deals with the choice of measurement transducers that can be used to ensure the functioning of the Autonomous robototehnika capable of moving at a given point in a non-deterministic environment.

Современная робототехника в целом и мобильная робототехника в частности развиваются семимильными шагами. Прогресс достигается благодаря усовершенствованию исполнительных механизмов, вычислительных средств, и, главным образом, сенсорных систем. Основной тенденцией современной мобильной робототехники является переход от телеуправляемых систем, которые требуют непосредственного участия человека для выполнения всех действий робота, к автономным системам, в которых оператор лишь указывает конечные и промежуточные цели.

Разработки мобильных роботов ведутся в рамках проведения инопланетных исследований, где большая задержка сигнала не позволяет осуществлять телеуправление, в военных исследованиях для создания автоматических боевых машин, способных скрытно осуществлять разведку и даже решать боевые задачи без участия оператора. Также автоматизация мобильных роботов необходима для облегчения работы оператора, который может не успевать воспринимать поток информации, поступающий от сенсорных систем робота.

Помимо перечисленных экстремальных областей мобильные роботы находят применение и в обычной жизни для создания роботов-помощников, роботов-пылесосов и т.п. Информационные системы таких мобильных роботов должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение автоматического движения;
- обеспечение безопасности транспортного средства;

- определение положения мобильного робота в пространстве;
- составление описания рабочей зоны.

Удовлетворение этих требований возможно с помощью оснащения современных мобильных роботов различными сенсорами: одомертрическими датчиками, системами спутниковой навигации, инерциальными измерительными системами, видеокамерами, сонарами и лазерными сканирующими дальномерами. Обилие и широкое разнообразие сенсорных систем, которыми оснащаются современные мобильные роботы, и в то же время рост вычислительной мощности бортовых систем управления позволяет разрабатывать различные методы обработки сенсорной информации для решения задач навигации и управления мобильными роботами. Ключевой проблемой мобильной робототехники является решение задачи навигации, что подразумевает под собой определение положения мобильного робота в рабочем пространстве — локализацию и составление представления, описания окружающего мира — картографию. Информация о текущем положении робота необходима для решения большинства встречающихся задач управления: прохождения заданной траектории, поиска пути в заданную точку, возвращения в исходное положение. Информация об окружающем мире, которая чаще всего представляется в виде карты или плана местности, необходима для запоминания пройденного маршрута, планирования траектории в обход статических препятствий, слежения за динамическими объектами. Задача локализации является наиболее сложной, хотя она может быть решена при помощи датчиков спутниковых навигационных систем (СНС) таких как GPS и ГЛОНАСС, но на настоящий момент в большинстве случаев эти системы не позволяют получить точности, необходимой для управления мобильным роботом. Кроме того, их применение ограничивается зонами доступности сигнала спутников, что делает невозможным определение положения робота внутри зданий, а также вблизи высоких сооружений и деревьев. Наиболее точное решение навигационной задачи может быть получено с помощью систем технического зрения на основе видеокамер, лазерных дальномеров и других сенсоров. Такие системы также позволяют формировать описание окружающей робот зоны, выявлять потенциальные опасности, находить ориентиры целей. Информационный поток с таких датчиков довольно высок (от 5 Кбайт/с для лазерного дальномера до 8 Мбайт/с для видеокамер), поэтому методы обработки такой информации требуют сложных алгоритмов, значительных вычислительных мощностей и получили развитие только в последнее время.

В то же время близкие задачи решаются при создании разного рода систем активной безопасности автомобиля и, в перспективе автомобиля-робота. Некоторые из разработанных систем используют встроенные измерительные преобразователи (ИП), обеспечивающие функционирование отдельных подсистем автомобиля. Однако, существуют и другие системы активной безопасности, которые требуют специализированных средств очувствления, как, например, адаптивный круиз-контроль. Информационная база таких систем безопасности автомобилей обеспечивается датчиками [1], которые позволяют, например, определять расстояние и (или) наличие помехи, ее размеры, скорость сближения, форму, цвет и др.

По этой причине при выборе измерительных преобразователей для автономной робототележки, работающей в недетерминированной среде, целесообразно проанализировать, какие датчики используются в автомобилях для расстояний от десятков сантиметров до 20–40 м.

Прежде всего, это видеокамеры, использование которых в системах обнаружения объектов позволяет не только наблюдать за их присутствием вокруг автотранспортного средства (АТС), но и распознавать их тип, размеры. Системы технического зрения используются, например, при распознавании дорожных знаков, на данный момент часто применяются камеры заднего вида, устанавливаемые, например, в заднем бампере. Такое устройство позволяет уверенно парковать автомобиль и двигаться задним ходом. Видеокамеры лежат в основе системы BLIS для контроля «слепой» зоны, разработанной компанией Volvo.

Существуют лазерные датчики для измерения расстояния. Например, лазерный радар (лидар) используется для определения расстояния до впереди идущего АТС и применяется в системах адаптивного круиз-контроля. Система постоянно следит за движением впереди при помощи датчика, встроенного в верхней части лобового стекла на высоте внутреннего зеркала заднего обзора. Лидар отслеживает перемещение АТС, находящихся впереди на расстоянии до 900 метров, и по этой причине его применение на робототележке экономически нецелесообразно.

Для работы на небольших расстояниях применяются инфракрасные (ИК) датчики расстояния, которые содержат ИК передатчик – светодиод и ИК приемник – фотодетектор. Инфракрасный светодиод излучает инфракрасный сигнал, а инфракрасный фотодетектор обнаруживает отраженный сигнал. Амплитуда этого отраженного сигнала, обычно обратно пропорциональна расстоянию от объекта до инфракрасного приемопередатчика. Предельное расстояние является порогом для определения присутствия объекта. Примером такого датчика является датчик дальности Sharp GP2Y0A02YK0F (рис. 2) – инфракрасный аналоговый датчик, позволяющий определить наличие объекта на расстоянии от 20 до 150 см [2].

Экспериментальные исследования такого датчика показали, что результаты измерений сильно зависят от угла падения на поверхность контролируемого предмета, что исключает возможность его применения на автономной робототележке.

Для обнаружения препятствий также широко используются ультразвуковые измерительные преобразователи, так называемые парктроники, которые применяются почти на всех современных транспортных средствах. Наиболее эффективны датчики парковки на дистанции от 25 сантиметров до 1,8 метров. Однако, существуют отдельные модули ультразвуковых датчиков, например LV-MAXSONAR-EZ1, позволяющие обнаруживать объекты на расстояниях до 6,45м. Данный сонар является одним из типовых решений на базе ультразвуковых датчиков MaxSonar-UT фирмы Maxbotix [3]. На выходе модуля сигналы о дальности объекта присутствуют в трёх формах: аналоговый сигнал, ШИМ и последовательные данные Rx и Tx. Также существует герметичное исполнение приведенного модуля ультразвукового датчика – LV-MAXSONAR-WRC1.

Существенным недостатком оптических датчиков является плохая устойчивость к погодным условиям. Например, загрязнение объектива видеокамеры приводит к невозможности обнаружения и распознавания объектов, в то время как ультразвуковые датчики при той же степени загрязнения продолжают работать, но с меньшей степенью чувствительности. Таким образом, наиболее перспективными для применения на автономной робототележке являются комплексированные системы на основе системы технического зрения (СТЗ) и ультразвуковых измерительных преобразователей.

#### **Литература**

1. Крюков А.И., Алексеев А.А., Шубникова И.С., Палагута К.А. Анализ измерительных преобразователей, применяемых в системах активной безопасности автотранспортных средств // научно-технический журнал «Труды ФГУП «НППЦАП». – 2014. – №3. – С. 66-76.
2. Электронные компоненты со всего мира // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.fulcrum.ru>
3. MaxBotix Ultrasonic Sensors // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.maxbotix.com>

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЯ И ЗДАНИЯ КЛАССА «УМНЫЙ ДОМ»**

Палагута К.А., Шубникова И.С.  
*ФГБОУ ВПО «МГИУ», г. Москва*

Рассматриваются основные коммуникационные технологии, которые могут быть использованы для обеспечения взаимодействия автомобиля, способного общаться с дорожной инфраструктурой, и здания класса «Умный дом».

#### **The interaction of vehicles and buildings class of "smart home" Palaguta K., Shubnikova I.**

Discusses the basic communication technology that can be used to provide interaction between the car that can communicate with the road infrastructure, and buildings class of "Smart home".

В настоящее время развитие автомобильного транспорта характеризуется разработкой и применением Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС). К таким системам относятся как системы, основанные на взаимодействии одного транспортного средства (Vehicle) с другим напрямую (V2V; Vehicle-to-Vehicle), так и системы взаимодействия транспортного средства с дорожной инфраструктурой (V2I; Vehicle-to-Infrastructure).

Предполагается [1], что на первом этапе ИТС, в основном, будут обеспечивать индивидуальное взаимодействие с машинами, а не управлять усредненным групповым поведением. Ожидается [1], что ИТС позволят уменьшить расходы топлива и снизить загрязнение окружающей среды за счет уменьшения времени простоя в пробках и поиска места для парковки.

В обзоре [1] отмечается, что в настоящее время существуют и развиваются три основных базовых архитектуры: европейская, американская и международной организации стандартов (МОС). Для российских Интеллектуальных Транспортных Систем наиболее целесообразной является европейская архитектура. Эту архитектуру можно описать с помощью кооперативной автомобильно-придорожной системы CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure System). CVIS разрабатывает проект создания автомобильного маршрутизатора, использующего разнообразные коммуникационные технологии, включая сотовую связь, технологию беспроводных локальных сетей, коротковолновую передачу на близкие расстояния или инфракрасное излучение для непрерывной связи транспортных средств с придорожным оборудованием и серверами.

Основные функциональные блоки системы CVIS:

1. COMM (COMMUNICATIONS AND NETWORKING) – Архитектура телекоммуникационной сети;
2. FOAM (FRAMEWORK FOR OPEN APPLICATION MANAGEMENT) - Архитектура открытой системы управления приложениями;
3. POMA (POSITIONING, MAPS & LOCAL REFERENCING) – Подсистема позиционирования, картографирования и местного информирования;
4. COMO (COOPERATIVE MONITORING) – Подсистема мониторинга транспортных потоков.

Архитектура COMM составляет ядро всего интеграционного проекта CVIS. Каркас управления приложениями (FOAM), обеспечивающий как подключение, так и поддержку и выполнение приложений, будет обеспечивать не только их полную совместимость, но и доступ к информации о точном местоположении транспортного средства и локальные информационно-справочные сервисы (POMA), которые необходимы для координации действий машин в условиях постоянно меняющейся сетевой топологии. Подсистема кооперативного мониторинга (COMO) выступает не только как часть базовой технологии, но и как часть базовых приложений.

Большой интерес для рассматриваемой задачи представляет подсистема **COMO (COOPERATIVE MONITORING)** – Подсистема мониторинга транспортных потоков. Она предусматривает размещение разнообразных и мобильных сенсоров, а также взаимодействие с ними комплекса распределенных приложений для хранения, обработки и слияния данных о транспортных потоках. Данная подсистема имеет три основных цели:

- Обеспечить кооперативные приложения интерфейсом связи, позволяющим им получить доступ к данным мониторинга всегда и везде, при этом обеспечив сбор детальной информации главной инфраструктурой мониторинга от транспортных средств и придорожных сенсоров. В главном проекте CVIS интерфейс приложений будет использоваться приложениями подпроектов: город – urban (CURB), за городом inter-urban (CINT) и водный транспорт – fleet&freight (CF&F).

- Разработать стандартный интерфейс для сбора данных транспортным средством, а также локальным сенсором инфраструктуры, которые в дальнейшем могут быть использованы сервис-провайдером в своих целях.

- Разработать распределенный алгоритм интегрирования и хранения данных, а также доступа к ним.

Во взаимодействие при этом вовлечены следующие типы структурных элементов: транспортные средства, элементы придорожной инфраструктуры и сервисные центры. На первой стадии использования метод мониторинга применяется для сбора таких данных, как факт обнаружения транспортного средства и его скорость. При этом транспортные средства поддерживают связь с инфраструктурой, посылая сообщения в сервисный центр. В этом случае инфраструктура - только посредник, не применяющий какие-либо методы обработки данных. Основное требование подсистемы COMO – создать распределенную архитектуру, в которой максимум вычислительных процессов будет выполняться локально, индивидуально или же группой оконечных устройств, а объем передаваемых данных мог бы изменяться в зависимости от содержания и контекста.

Рассмотрим подсистему **COMM (COMMUNICATIONS AND NETWORKING)** – Архитектура телекоммуникационной сети. Это подсистема связи, которая:

- доступна везде на дороге и в любое время;

- может соединить любое транспортное средство с любым транспортным средством, а также любое транспортное средство с придорожной инфраструктурой;

- освобождает все приложения от необходимости заботиться об установлении соединений и их управлении;

- использует современные интернет-технологии и глобальные стандарты;

- обеспечивает применение широкого ряда коммуникационных технологий с различными скоростями передачи данных, дальностью связи и другими параметрами.

Разработки CVIS, как правило, базируются на существующих технологиях и компонентах. Новшества обычно состоят в новой архитектуре комбинирования различных технологий с протоколом IP v6 и в улучшении управления сетью. Проект CVIS предполагает использование следующих коммуникационных технологий:

1. связь в инфракрасном диапазоне (IR);
  2. радиосвязь (M5) в диапазоне 5 ГГц;
  3. радиосвязь (MM) на частотах свыше 40 ГГц;
  4. сотовые технологии 2G/3G;
  5. беспроводная связь на близких расстояниях (DSRC) в диапазоне 5,8 ГГц.
- Самыми важными проектами CVIS являются технологии связи M5, IR, и MM.

M5 поддерживает связь между движущимися объектами на скорости 6 Мб/с при удалении до 300 м. Эта технология предназначена для ненаправленной связи типа V2V и V2I.

IR дополняет ее узконаправленной связью на скорости 2 Мб/с в радиусе до 100 м.

MM позволяет передавать данные на гораздо большей скорости (порядка 1 Гб/с) в радиусе нескольких сотен метров. Направленная связь используется в том случае, когда возможности других видов связи ограничены конкретной ситуацией.

Параллельно с этим ведется разработка таких элементов Умной застроенной среды, как «Умный дом».

Для анализа возможности взаимодействия транспортного средства и здания класса «Умный дом» необходимо знать телекоммуникационные архитектуры ИТС и Умной застроенной среды. Наиболее интересным является сценарий взаимодействия, когда транспортные средства связываются друг с другом напрямую без помощи устройств других подсистем (ad-hoc type of communication), хотя в других вариантах сценария транспортные средства могут соединяться с серверами напрямую в пределах досягаемости или через придорожное оборудование, а также через другое транспортное средство (internet-based type of communication).

Взаимодействие в ad-hoc системах может осуществляться [1] в режиме "равный с равным" или "главный-подчиненный" (master-slave communications), где главный назначается временно и через некоторое время опять становится равным.

В зданиях класса "Умный дом" [2] обеспечивается взаимодействие устройств внутри здания, как правило, с помощью протоколов локальных вычислительных сетей, а также с внешним миром. Для этого используются сотовые системы WiFi, которые работают на основе точек доступа, и системы GSM с базовыми станциями. Для взаимодействия с устройствами, находящимися на небольших расстояниях, применяется Bluetooth.

Учитывая существующие тенденции к созданию самоуправляемого автомобиля [3], требования по обеспечению взаимодействия транспортного средства со зданиями класса «Умный дом» будут только возрастать.

В настоящее время можно отметить, что такое взаимодействие требует использования и систем GSM для связи на больших расстояниях, и сотовых систем WiFi, и Bluetooth-адаптеров.

#### **Литература**

1. Хараев В.Ю., Ярославцев А.Ф. Сравнительный анализ мобильных телекоммуникационных технологий для управления транспортными средствами// Вестник СибГУТИ, 2010, №1, с. 56-69.
2. A Handbook of Sustainable Building Design and Engineering: an Integrated Approach to Energy, Health and Operational Performance of Buildings (Edited by D. Mumovic & M. Santamouris). - Routledge – 2009 – 474 p.
3. Палагута К.А. Самоуправляемый автомобиль как один из возможных способов повышения безопасности автотранспортных средств// Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Том 3/ М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013, с. 284-289.

### **ОБУЧАЮЩАЯ ДИАГРАММА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ СПУТНИКОВОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ**

Панычев А.И., Лавренко К.В.

*Таганрог, ЮФУ, Институт радиотехнических систем и управления*

Описывается обучающая компьютерная среда для оценочного энергетического расчета линии спутниковой радиосвязи и визуального представления результатов в виде диаграммы энергетических уровней. Расчет спутниковой линии основан на уравнении линии связи и соответствует требованиям Международного союза электросвязи. Учитывается большое число факторов распространения радиоволн: поглощение энергии в атмосфере, рассеяние на гидрометеорах, потери из-за рефракции, потери из-за неточности наведения и поляризации рассогласования антенны, затухание из-за фазовых эффектов и деполаризации сигналов в атмосфере, внешние помехи в виде фонового излучения атмосферы, космоса, Солнца и планет.

#### **Training chart of energy levels of satellite communication line. Panychev A., Lavrenko K.**

A training computer environment for the evaluation of the energy calculation of the satellite communication line and visual presentation of its results in the form of the energy levels chart is described. The

calculation is based on the equation of the lines of communication and meets the requirements of the International Telecommunication Union. A large number of factors in radio wave propagation: absorption of energy in the atmosphere, scattering on the hydrometeor, losses due to refraction, the loss due to inaccurate pointing and polarization mismatch of the antenna, the attenuation due to phase effects and depolarization signals in the atmosphere, external interference in the form of background radiation of the atmosphere, space, Sun and planets are taken into account.

Спутниковая связь – неотъемлемая часть повседневной жизни, без которой сегодня трудно представить любую из сфер деятельности человека. Все страны мира связаны телефонной и факсимильной связью, практически всю поверхность планеты охватывают спутниковые системы телевизионного и звукового вещания, созданы глобальные сети передачи данных и широкодиапазонного доступа.

Особое значение развития спутниковой связи имеет для нашей страны, с ее громадной территорией. Для России характерны обширные регионы с невысокой плотностью населения и недостаточно развитой инфраструктурой. Такие регионы могут получить надежные средства связи с центром и другими районами страны только путём создания систем спутниковой связи.

Для организации спутниковой радиолинии необходимы две земные станции (передающая и приёмная) и ретранслятор, обращающийся на околоземной орбите. Обеспечение устойчивых радиоканалов дальней связи самого различного назначения, включая глобальные компьютерные сети, возможно в случае применения искусственных спутников Земли (ИСЗ) активного типа, имеющих на борту приемопередатчики соответствующего диапазона волн, приемопередающие антенные устройства и устройства электропитания.

Разработано достаточно большое количество универсальных и специализированных программных комплексов расчёта энергетики спутниковых линий [1]. Универсальные программы используются при решении задач планирования и проектирования земных станций. Программы второй группы ориентированные на особенности, характерные для конкретных систем или сервисов – непосредственное спутниковое телевизионное и радиовещание, широкополосная передача данных, низкоорбитальные связные системы и т.п., такие программы менее гибки, и их применение ограничено.

Энергетический расчет спутниковых радиолиний предусматривает либо определение мощностей земного и бортового передатчиков по требуемым значениям отношения сигнал / шум, либо, напротив, вычисление отношения сигнал / шум на конце линии связи при известных мощностях передатчиков.

Обучающая компьютерная среда предназначена для оценочного энергетического расчета линии спутниковой радиосвязи и наглядного представления его результатов в виде диаграммы энергетических уровней. Расчет спутниковой радиолинии базируется на требованиях Международного союза электросвязи (МСЭ, ITU).

Исходными данными для расчёта спутниковой линии связи являются основные параметры системы спутниковой связи: диапазоны частот, высота и тип орбиты ИСЗ, коэффициенты усиления земных и бортовых антенн, КПД фидерных трактов, а также вид, число и параметры передаваемых сигналов. В основе расчета лежит обобщенное уравнение радиолинии. Моделирование линии спутниковой связи с помощью обучающей компьютерной среды базируется на использовании справочной информации, приведенной в [2, 3].

Односкачковая линия спутниковой связи состоит из двух участков: Земля – ИСЗ и ИСЗ – Земля. В энергетическом смысле оба участка весьма напряженные: линия вверх – из-за тенденции к уменьшению мощности передатчиков и упрощению земных станций, линия вниз – из-за ограничений на массогабаритные параметры и энергопотребление бортового ретранслятора, лимитирующих его мощность. Основная особенность спутниковых линий – существенные потери сигнала, обусловленные затуханием его энергии на трассах большой протяженности (до 200 дБ). Помимо этого сигнал в линиях спутниковой связи подвержен влиянию большого числа других факторов: поглощение энергии в атмосфере, рассеяние на гидрометеорах, потери из-за рефракции, потери вследствие неточности наведения и несогласования поляризации антенн, ослабление из-за фазовых эффектов и деполяризации сигналов в атмосфере, внешние помехи в виде фонового излучения атмосферы, космоса, Солнца и планет.

Интерфейс окна обучающей интерактивной компьютерной среды энергетического расчета уровней сигналов на двух участках спутниковой линии связи представлен на рис. 1. Диаграмма энергетических уровней совмещена с упрощенной структурной схемой односкачковой спутниковой линии. Комбинация диаграммы со схемой наглядно демонстрирует вклад каждого из участков радиотрассы в общую энергетическую картину системы. Помимо общего графического представления энергетических уровней отдельных функциональных частей системы связи, на диаграмме отражены конкретные числовые значения мощности сигнала в характерных точках радиотрассы.

Диаграмма энергетических уровней в масштабе реального времени перестраивается в соответствии с изменением числовых значений параметров, входящих в уравнение связи. Основные исходные данные задаются в блоке управления, расположенном в правой части окна. Ввод данных производится в предназначенных для этого окнах прокрутки с помощью клавиатуры. Рекомендации по выбору значения параметра доступны через его контекстное меню. Для ускорения ввода исходных данных служит кнопка «Загрузить примерные значения», с помощью которой во все окна прокрутки помещаются величины, соответствующие усредненным параметрам системы спутниковой связи на основе геостационарного спутника. Изменение величины параметра на единицу возможно как щелчком на стрелке прокрутки, так и кнопками «↑» и «↓» клавиатуры, если указатель помещен в данное окно. Рассчитанные энергетические уровни в характерных точках спутниковой линии связи можно изменять, перетаскивая маркер уровня мощности на диаграмме с помощью мыши.

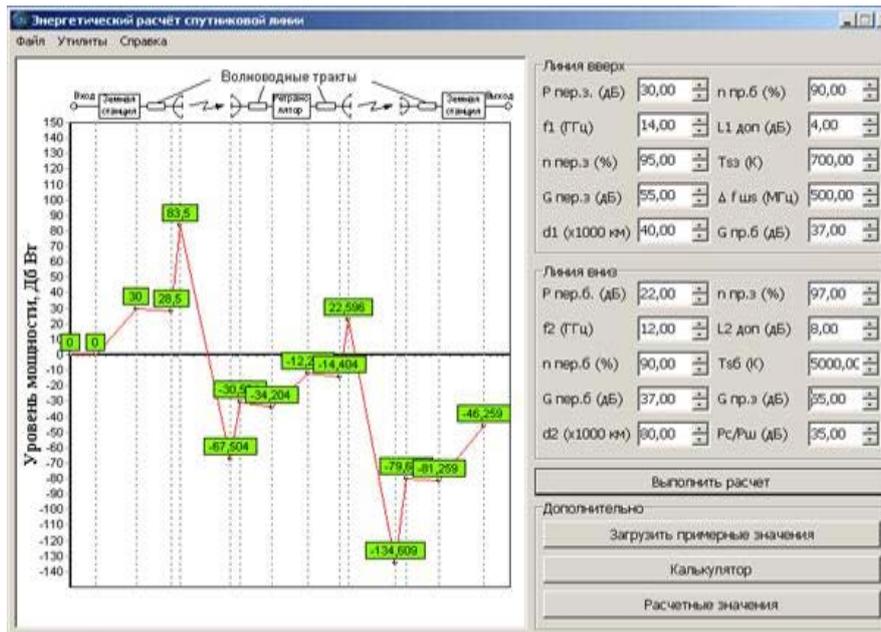


Рис. 1. Интерфейс обучающей диаграммы энергетических уровней спутниковой линии связи

Отличительной особенностью разработанного программного комплекса расчёта энергетики спутниковой линии является его учебная направленность, удобство первого знакомства с проблемой энергетического расчёта. Достоинствами программы являются простой интерфейс, не перегруженная излишними подробностями область управления, наглядное представление результатов расчетов в виде интерактивной диаграммы энергетических уровней на различных участках однокачковой спутниковой линии, сводка расчётных соотношений, обширный справочный материал, возможность выбора параметров с помощью оцифрованных экспериментальных зависимостей и другие. Программа позволяет изучить влияние всех основных параметров линии связи на уровни сигнала на различных участках спутниковой радиотрассы.

### Литература

1. Гладкова Е.О. Автоматизация расчета спутниковых линий связи // Инфосфера. – № 48. – 2010.
2. Спутниковая связь и вещание. Справочник / Под ред. Л.Я. Кантора – М.: Радио и связь, 1988.
3. А.М. Бонч-Бруевич, В.Л. Быков, Л.Я. Кантор и др Системы спутниковой связи / Под ред. Л.Я. Кантора. – М.: Радио и связь, 1992.

### АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ МОБИЛЬНОГО РАДИОПЕЛЕНГАТОРА

Панычев А.И., Максимов А.В., Ваганова А.А.

Таганрог, ЮФУ, Институт радиотехнических систем и управления

Рассмотрена степень влияния погрешностей компоновки элементов антенной системы на искажения диаграммы направленности радиопеленгатора, работающего по принципу корреляционно-интерферометрического измерителя, в котором результирующая характеристика направленности

антенной решетки образуется методом прямого синтеза. Проведен сравнительный анализ синтезированных по методу прямого синтеза диаграмм направленности корреляционно-интерферометрического измерителя, полученных с использованием различных законов распределения ошибок пеленгования пеленгационных пар. Сделаны выводы о степени влияния среднеквадратических ошибок пеленгационных пар антенной системы по азимуту и углу места на искажения диаграммы направленности корреляционно-интерферометрического измерителя.

**Analysis of the instrumental errors of the mobile direction finder radiation pattern. Panychev A., Maksimov A., Vaganova A.**

The degree of influence of antenna system elements layout errors on the distortion of the direction finder radiation pattern, operating on the principle of correlation-interferometric measuring instrument in which the resulting directional characteristics of the antenna array is formed by direct synthesis, is considered. A comparative analysis of synthesized by the method of direct synthesis of radiation patterns of correlation and interferometric meter, calculated with different laws of distribution of errors of direction finding direction finding pairs is carried out. The conclusions about the degree of influence the standard errors of the bearing couples the antenna system in azimuth and elevation on the distortion of the pattern correlation and interferometric measuring instrument are formulated.

Для контроля радиочастотного спектра и пеленгования источников радиоизлучения (ИРИ) в настоящее, в основном, используются мобильные посты автоматизированного радиомониторинга (АРМ), работающие по принципу фазового или корреляционного интерферометра. Антенные системы таких устройств, как правило, представляют собой кольцевые антенные решетки (КАР), состоящие из слабонаправленных широкополосных антенных элементов.

Эксплуатационная точность пеленгования ИРИ в существенной мере определяется инструментальными ошибками, обусловленными несовершенством изготовления и регулировки отдельных функциональных узлов радиопеленгатора, и в первую очередь, антенной системы: погрешностями конструкции КАР, разбросом параметров антенных элементов, различием характеристик фидерных трактов и т.д.

Экспериментальное определение инструментальной точности радиопеленгатора представляет собой весьма трудоемкий процесс, требующий обеспечения большого отношения сигнал – шум, что исключает возможность учета влияния погрешностей конструкции антенной системы на чувствительность пеленгатора. Наибольшие технические и организационные сложности измерение инструментальной погрешности вызывает в пеленгаторах с громоздкой антенной системой, а также в тех случаях, когда требуется учет угла места ИРИ и поляризационных ошибок пеленгования.

Инструментальные погрешности нарастают в процессе эксплуатации оборудования АРМ вследствие его электрического и механического износа. В наибольшей степени увеличение инструментальной ошибки в процессе эксплуатации проявляется в пеленгаторах мобильных постов АРМ, что обусловлено многократными циклами оперативного разворачивания и свертывания постов, и нарушением вследствие этого оптимальной компоновки элементов шарнирных креплений и откидных поворотных траверс антенной системы.

Анализируется степень влияния на диаграмму направленности (ДН) погрешностей компоновки элементов антенной системы радиопеленгатора, работающего по принципу корреляционно-интерферометрического измерителя (КИИ), в котором результирующая характеристика направленности (ХН) образуется методом прямого синтеза:

$$\dot{D}(\theta, \varphi) = \sum_{m=1}^M \dot{D}_m(\theta, \varphi)$$

где  $\dot{D}_m(\theta, \varphi)$  – парциальная ХН  $m$ -й пеленгационной пары;  $M$  – количество пеленгационных пар, составленных из элементов КАР; максимальное число возможных пеленгационных пар равно

$$M_{\max} = \frac{N!}{2(N-2)!}; N - \text{число антенных элементов КАР.}$$

Рассмотрим корреляционно-интерферометрический измеритель со следующими параметрами антенной системы: количество элементов  $N=11$  (максимальное число пеленгационных пар  $M_{\max}=55$ ); электрический радиус КАР  $R/\lambda = 0,45$  (низкочастотная часть диапазона радиопеленгатора); антенные элементы имеют диаграмму направленности элементарного электрического вибратора; СКО по обеим

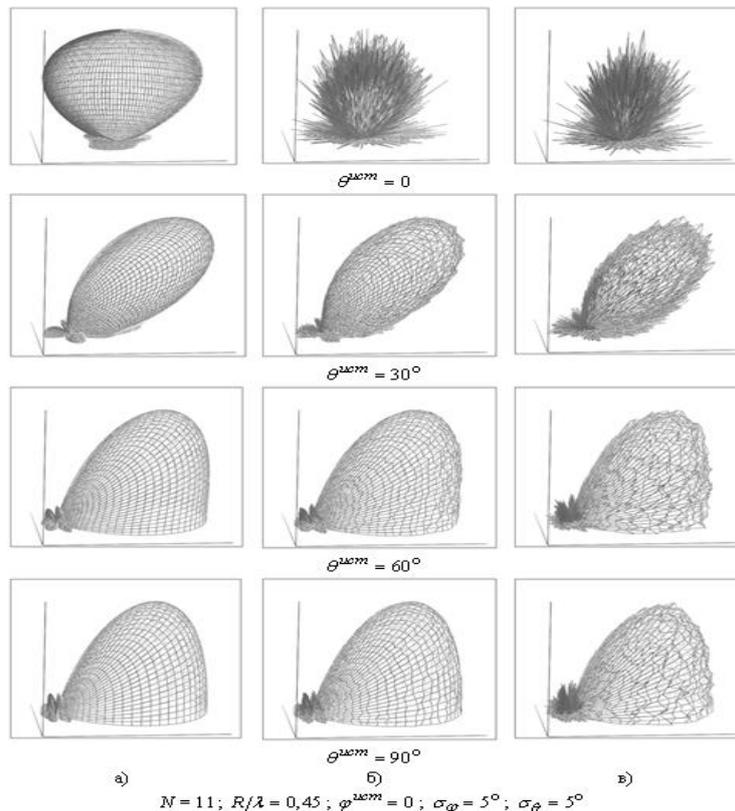
угловым координатам имеет типичные для низкочастотной части диапазона радиопеленгатора значения  $\sigma_\varphi = 5^\circ$ ;  $\sigma_\theta = 5^\circ$ .

На рис. 1 представлены синтезированные диаграммы направленности при различных углах места источника радиоизлучения. Рис. 1,а иллюстрирует изменение формы теоретической ДН КИИ, полученной в предположении, что угловая ошибка всех пеленгационных пар равна нулю. На рис. 1,б представлены реализации синтезированной ДН КИИ в случае равномерного распределения ошибок пеленгования всех пар элементов, что справедливо для инструментальной ошибки пеленгования на первоначальном этапе эксплуатации оборудования или при редком развертывании антенной системы. Измеренное значение направления на источник радиоизлучения полагалось равномерно распределенным на отрезке  $5^\circ$  вблизи истинных значений азимутального  $\varphi^{ист}$  и угломестного  $\theta^{ист}$  пеленгов.

На рис. 1,в приведены реализации формы ДН КИИ при нормальном распределении угловых ошибок пеленгационных пар, характерном для этапа активной эксплуатации радиопеленгатора.

Параметры распределения: математическое ожидание –  $\varphi^{ист}$ ,  $\theta^{ист}$ , среднеквадратическое отклонение –  $\sigma_\varphi$ ;  $\sigma_\theta$ .

Качественный анализ синтезированных ДН показывает, что наибольшие погрешности определения направления на источник радиоизлучения характерны для нормального распределения угловых ошибок пеленгационных пар. Кроме того, погрешность КИИ возрастает по мере увеличения угла места измеряемого направления. Это вызвано снижением чувствительности радиопеленгатора в зоне зенита, обусловленным формой диаграммы направленности антенных элементов. Очевидно, что при типичных для низкочастотной части диапазона радиопеленгатора СКО по обеим угловым координатам в  $5^\circ$  ДН КИИ в секторе углов отклонения от зенита до  $30^\circ$  практически разваливается, и определение пеленга невозможно.



а)  $N = 11$ ;  $R/\lambda = 0,45$ ;  $\varphi^{ист} = 0$ ;  $\sigma_\varphi = 5^\circ$ ;  $\sigma_\theta = 5^\circ$   
 б) равномерное распределение ошибок пеленгования; в) нормальное распределение ошибок пеленгования

Анализ диаграмм направленности пеленгатора мобильного радиопеленгатора, работающего по принципу корреляционно-интерферометрического измерителя, показывает, что среднеквадратические угловые ошибки пеленгационных пар в разной степени сказываются на точности определения пеленга.

Парциальные СКО в максимальной степени проявляются в близких к зениту направлениях пеленгования. В направлении горизонта СКО пеленгационных пар вплоть до 30° практически не искажают форму синтезированной диаграммы направленности корреляционно-интерферометрического измерителя.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА С РАЗНОВАРАЩАЮЩИМИСЯ КОРОНКАМИ С ЗАБОЕМ

Пищухин А.М.

*Оренбургский государственный университет*

Работа посвящена динамическому моделированию взаимодействия бурового инструмента с разноравращающимися буровыми коронками с разбуриваемым пластом. Разработанная программа учитывает инерционность всех элементов конструкции и силы трения, возникающие при ее работе. За счет этого появляется возможность оценить прочность элементов конструкции и выявить наиболее инерционные ее части.

### **Computer modeling of dynamic interaction of the boring tool with differently rotating crowns with a face. Pishchukhin A.M.**

Work is devoted to dynamic modeling of interaction the boring tool with differently rotating drill bits with drillable layer. The developed program considers the lag effect of all elements of a design and friction force arising during its work. At the expense of it there is an opportunity to estimate durability of elements of a design and to reveal its most inertial parts.

Достоинство шланго-кабельного бурения очевидно – резкое сокращение времени на проведение спуско-подъемных операций /1/. Однако недостатки, обусловленные заменой металлической бурильной колонны гибким шлангом и ограниченные возможности последнего по нагрузке реактивным моментом от бурения, резко сокращают область его использования.

В работе /2/ предлагается снимать крутящий момент со шланга за счет разделения площади разбуривания на две части: круговую и кольцевую и разбуривать их в противоположных направлениях. Эти площади должны быть поделены в пропорции, уравнивающей реактивные моменты, возникающие при бурении. При условии равенства сил резания по всей поверхности забоя, реактивные моменты на внутренних и наружных буровых коронках вычисляются через интегралы:

$$M1 = \int_0^r Fr dr = Fr^2/2; \quad M2 = \int_r^R Fr dr = F(R^2 - r^2)/2,$$

где F - сила сопротивления породы разрушению на единице длины радиуса разбуривания, R – радиус скважины, r – радиус, отделяющий круговую часть забоя от кольцевой. Приравнивая эти два момента, найдем длину радиуса круговой части, при которой моменты уравниваются:

$$r = R/\sqrt{2}.$$

При возрастании момента, например, на круговой площади разбуривания, необходимо уменьшать ее площадь, сокращая найденный радиус и увеличивая тем самым кольцевую площадь разбуривания и наоборот.

Технически это можно осуществить с помощью следующего устройства. Промывочная жидкость поступает из буровой колонны (бурового шланга) через окна к лопаточным венцам внутреннего ротора турбобура и через другие окна к лопаточным венцам наружного ротора турбобура под давлением и вращает наружный и внутренний роторы турбобура в противоположных направлениях. Лопаточные венцы статора турбобура при этом неподвижны и лишь разворачивают поток промывочной жидкости. При равенстве крутящих моментов на наружном и внутреннем роторах турбобура их вращение осуществляется с равными угловыми скоростями. При этом оси сателлитов дифференциального механизма с солнечными колесами на роторах стационарны и не двигаются относительно статора турбобура. При возрастании реактивного момента, например, на наружном роторе турбобура из-за более твердой породы угловая скорость его вращения падает. Оси сателлитов приходят в движение и, за счет винтового соединения между водилом и тарелкой, тянут тарелку вверх. Это движение увлекает за собой наружные поводки, которые вращают наружные поворотные шайбы, последние в свою очередь поворачивают буровые коронки и уменьшает кольцевую площадь разбуривания. Одновременно через внутренние поводки и внутренние поворотные шайбы поворачиваются внутренние буровые коронки, увеличивая круговую площадь разбуривания до тех пор, пока моменты резания на буровых коронках не уравниваются. Аналогично происходит изменение площадей в случае возрастания реактивного момента на

внутреннем роторе, только движение осей сателлитов вместе с водилом, тарелкой, поводков, поворотных шайб и буровых коронок меняет направление на противоположное.

Таким образом, работает устройство при условиях близких к стационарным. Однако, при динамическом взаимодействии с разбуриваемым пластом появляются ударные нагрузки и на первый план выходит инерционность элементов конструкции. В силу сложности этой конструкции оценить динамические нагрузки можно только с помощью специальной компьютерной программы.

Программа моделирует два случая приложения ударных нагрузок: к круговой буровой коронке и к кольцевой. В обоих случаях реактивный момент возрастает на каждой из буровых коронок на постоянную величину и оценивается время реакции конструкции по началу поворота буровых коронок на приложенное воздействие.

Реактивный момент рассчитывается исходя из нагрузки на буровой инструмент и постоянного коэффициента трения при резании породы, с учетом нагруженных периметров буровых коронок.

Механизм описывается уравнениями динамики вращательного и поступательного движения его частей. Зазоры в поводках и зубчатом зацеплении сателлита добавляют время холостого хода и определяют моменты передачи движения с одних деталей на другие. Дополнительно учитываются силы трения в соединениях и винтовой паре, а также трение, возникающее от перемещения буровых коронок в радиальном направлении.

Время делится на малые интервалы, на которых пересчитываются реактивные моменты на каждой из буровых коронок вплоть до остановки поворота буровых коронок. Программа также позволяет отследить амплитуды колебаний, возникающих из-за разгона деталей механизма

Созданный программный инструмент позволит получить различные виды зависимостей и в стационарном режиме. Например, скорости разбуривания в зависимости от изменения коэффициента трения буровых коронок о разбуриваемую породу, в зависимости от нагрузки на буровой инструмент и ее различных колебаний, частоты встречи пород различной твердости. Можно также моделировать износ долота, задав изменяющийся коэффициент трения и влияние этого процесса на скорость бурения.

Дальнейшее совершенствование программы позволит оценивать величину отклонений ствола скважины от вертикальности за счет моделирования протяженных локальных неоднородностей разбуриваемого пласта. При этом необходимо добавить радиальное давление на буровой инструмент, возникающее из-за поворота инструмента вокруг локальной неоднородности пласта и ограничение наклона инструмента за счет опоры на стенки скважины выше забоя.

В тестовом режиме компьютерная программа показала хорошую работоспособность. По результатам проведенного моделирования появляется возможность оценить прочность элементов конструкции и выявить наиболее инерционные ее части.

### **Литература**

1. Стетюха, Евгений Иванович. Техника и технология бурения скважин на гибких бурильных трубах (шланго-кабельное бурение) [Текст]. - Москва : ВИЭМС, 1979. - 71 с. : ил.; 20 см. - (Техника и технология геолого-разведочных работ, организация производства : Обзорная информация / ВНИИ экономики минер. сырья и геол.-развед. работ).
2. Пищухин А.М., Провоторов С.И., Ахмедьянова Г.Ф. Способ бурения и устройство для его осуществления / А.М. Пищухин, С.И. Провоторов, Г.Ф. Ахмедьянова. - Положительное решение о выдаче патента РФ от 25.02.2015, заявка №2013139725/03, опублик. 10.03.2015.

## **ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Потёмкин А.В., Горшков П.С.

*Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»*

В статье рассмотрен ряд технологических и функциональных ограничений накладываемых на процессы разработки и эксплуатации государственных информационных систем. Сформирован профиль стандартов кроссплатформенной обработки структурированных данных. Предложен алгоритм циклической трансформации структурированных данных.

### **Data collection technology for state information systems .Potemkin A., Gorshkov P.**

In article considered a number of the technological and functional restrictions imposed on development and operation processes of state information systems. The profile of structured data cross-platform processing standards was created. Offered the structured data cyclic transformation algorithm.

В свете сложившейся геополитической обстановки вокруг Российской Федерации, нормативно-правовые документы, регулирующие разработку, создание и эксплуатацию информационных систем для государственных нужд, претерпели ряд объективных изменений, направленных на ужесточение требований выбора программных продуктов и технологий для систем данного класса. Эти изменения [1] предписывают отдавать приоритет программному обеспечению, внесенному в "Единый реестр российских программ для ЭВМ или баз данных". Особое место в классе рассматриваемых систем занимают государственные информационные системы, которые создаются в целях реализации полномочий государственных органов и обеспечения обмена информацией между этими органами, а также в иных установленных федеральными законами целях. Основой для их создания и эксплуатации является статистическая и иная документированная информация, предоставляемая физическими лицами, организациями, государственными органами, органами местного самоуправления. В зависимости от целевого назначения, на процессы разработки и эксплуатации таких систем накладываются технологические и функциональные ограничения:

- применение при разработке и эксплуатации сертифицированного программного обеспечения, а также программных технологий, допущенных к разработке органами сертификации Федеральной службы по техническому и экспертному контролю Российской Федерации;
- использование дополнительных функциональных возможностей в областях аутентификации, информационной и криптографической защиты данных, аналитической обработке и т.п. возможно только на базе предустановленного сертифицированного программного обеспечения (ПО) на серверных станциях и АРМ пользователей. Либо необходима новая разработка с учетом временных и стоимостных затрат на полный цикл прохождения опытно-конструкторской работы;
- эксплуатация, чаще всего, должна быть предусмотрена в закрытом информационном контуре (без доступа из внешней информационной среды).

Перечисленные ограничения оказывают прямое влияние на основополагающие для данного класса систем операции: сбор и накопление данных.

На данный момент в государственных информационных системах применяются следующие технологии сбора и накопления данных:

- импорт информации через программные шлюзы внешних информационно-справочных систем (ИСС), основанный на заранее разработанных и утвержденных протоколах информационного взаимодействия;
  - заполнение специалистами "экранных форм" системы;
  - рассылка шаблонов форм для удаленного сбора данных (ФСД) по установленному образцу.
- Однако, перечисленные технологии сбора данных обладают рядом недостатков:
- протоколы информационного взаимодействия не могут быть изменены в процессе эксплуатации системы;
  - обязательное наличие каналов связи, что чаще всего не возможно при работе в закрытом контуре, либо личное присутствие на рабочих местах, где эксплуатируются системы, что также проблематично в организационном плане;
  - импорт данных и их верификация установленного шаблона является отдельной трудоемкой задачей. При использовании для этих целей специального программного обеспечения (СПО) необходима его сертификация.

В данной работе предлагается технология сбора данных, в которой отсутствуют вышеперечисленные недостатки. Эта технология базируется на группе открытых стандартов OWP (Open Web Platform), предназначенных для кроссплатформенной обработки структурированных данных [2]. Причем поддержка этих стандартов реализована в предустановленном программном обеспечении сертифицированной в системах сертификации средств защиты информации ФСБ России, ФСТЭК России и Минобороны России операционной системы специального назначения Astra Linux Special Edition релиз "Смоленск" [3].

Технология базируется на профиле стандартов (рисунок 1) в состав которого входят:

- EXT ISO 8879 – открытый стандарт, регламентирующий применение XML (Extensible Markup Language) – языка представления информации в виде структурированных документов [4];
- REC-XSLT-19991116 – рекомендация по применению XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations) – средства трансформации структурированных документов [5];

- EXT ISO 8879 – открытый стандарт, регламентирующий применение HTML (HyperText Markup Language) – языка представления информации в виде структурированных документов [6];
- ECMA-262 – открытый стандарт, регламентирующий применение JavaScript – языка описания сценариев структурированных документов [7].

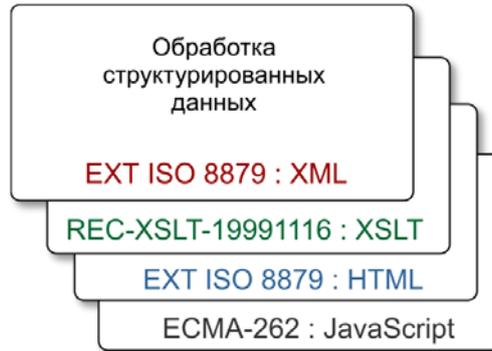


Рисунок 1 – Профиль стандартов технологии сбора данных для государственных информационных систем

Применение данного профиля позволяет сформировать последовательность трансформаций данных с поддержкой функции валидации ввода данных, реализовать адаптивные эргономичные экранные формы для ввода данных, а также обеспечить структурную и целостную безопасность шаблона ФСД (рисунок 2).



Рисунок 2 – Диаграмма состояний шаблона ФСД

Алгоритм применения профиля стандартов в процессе сбора данных имеет циклический характер (рисунок 3).

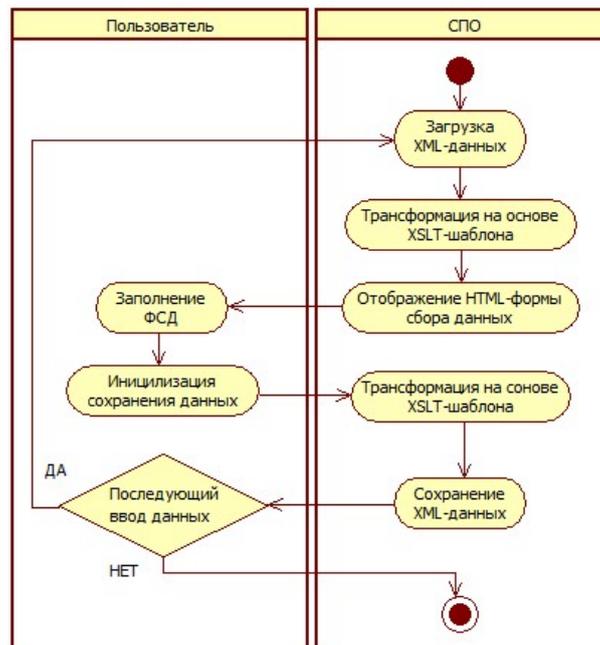


Рисунок 3 – Алгоритм циклической трансформации и накопления данных

Предлагаемая технология сбора данных базируется на представленном алгоритме и состоит из следующих шагов:

Первоначально, используя специальный программный модуль (СПМ), формируется шаблон ФСД. Сформированный шаблон ФСД представляет собой пакет файлов: XML–документ со структурой шаблона и справочными данными, а также XSLT–шаблон. По своим функциональным возможностям СПМ ориентирован на создание любого количества шаблонов ФСД произвольной структуры. Данный СПМ относится к классу базовых и является обязательным при разработке государственных информационных систем;

Процесс сбора данных выполняется на основании алгоритма приведенного на рисунке 3;

На заключительном этапе выполняется импорт данных в государственные информационные системы из XML–документа заполненного шаблона ФСД. Применяемый для реализации этой функциональной возможности СПМ, также относится к классу базовых при разработке государственной информационной системы.

Таким образом, предлагаемая технология сбора данных определяет требования, как к программной архитектуре государственных информационных систем: наличие программного модуля формирования и экспорта шаблонов ФСД, а также модуля импорта данных в систему, так и к самому процессу сбора данных на основе алгоритма циклической трансформации данных.

Реализация данных требований позволит применять указанную технологию сбора данных для государственных информационных систем, что в свою очередь обеспечит решение вопросов сбора данных без недостатков присущих существующим технологиям.

#### **Литература**

1. ФЗ 2006 – Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ года «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Российская Федерация. 2006.
2. W3C 2015 – W3C standards /W3C [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/standards/>, свободный. – Яз. англ.
3. РусБТех 2015 – Релиз «Смоленск»/РусБТех [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://astra-linux.com/smolensk.html>, свободный. – Яз. рус.
4. W3C 2015 – XML Essentials - W3C /W3C [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/standards/xml/core>, свободный. – Яз. англ.
5. W3C 2015 – Transformation - W3C/W3C [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/standards/xml/transformation>, свободный. – Яз. англ.
6. W3C 2015 – HTML & CSS - W3C/W3C [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>, свободный. – Яз. англ.
7. W3C 2015 – JavaScript Web APIs - W3C/W3C [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/standards/webdesign/script>, свободный. – Яз. англ.

### **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА КОНТАКТЕ**

Колесников И.В., Сидашов А.В., Колесников В.И., Мантуров Д.С.  
*Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВПО РГУПС*

Предложены методы диагностики процессов на контакте в металлополимерном трибосопряжении. Для оценки температурного поля разработана методика послойного измерения скорости и затухания ультразвуковых рэлеевских волн па поверхности трения. Исследование процесса формирования и разрушения пленки фрикционного переноса проводилось методом акустической эмиссии. Обменные диффузионно-сегрегационные процессы изучались экспериментально методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-29-00116)

#### **Innovation methods of diagnostic in respect of contact surface alterations. Kolesnikov I.V., Sidashov A.V., Kolesnikov V.I., Manturov D.S.**

Diagnostic methods of contact processes in metallopolymer tribocoupling are introduced. Method of layer-by-layer velocity and attenuation of ultrasound and Rayleigh waves measurement is elaborated in order to assess temperature pattern. Study of formation and destruction processes of friction transfer film has been performed by means of acoustic emission method. Exchange diffusive-segregated processes have been studied experimentally with the help of Auger and X-ray photoelectron spectroscopy.

В процессе трения под действием динамических нагрузок и возникающих температур происходят существенные изменения свойств материалов поверхностных слоев, влияющие на их

физические, механические и трибологические характеристики. До сих пор нет четких представлений о процессах, протекающих на фрикционном контакте, с учетом эволюции свойств материала в поверхностном слое. Выяснение особенностей поведения поверхностных слоев метало-полимерного трибоконтакта – одна из центральных задач в триботехнике. Поэтому для более глубокого знания процессов на контакте нами разработаны методы диагностики, учитывающие изменения в объеме и пограничном слое.

1. Для оценки температурного поля в поверхностном слое трибосопряжения разработана методика послыонного прецизионного измерения скорости и затухания ультразвуковых рэлеевских волн на поверхности трения (звукопроводе).

Для этого на возвратно-поступательной машине трения устанавливается опора со звукопроводом, выполняющем роль поверхности трения. На правом и левом концах звукопровода крепятся клиновидные пьезоэлектрические преобразователи. Под действием электрического сигнала от генератора преобразователь возбуждает объемную волну, которая распространяется со скоростью  $V_{об}$  в направлении поверхности звукопровода и при контакте с ним трансформируется в поверхностную акустическую волну.

При изменении граничных условий (нагрузки, скорости, теплоотдачи) меняется температурное поле в звукопроводе, что приводит к возникновению неоднородно возмущенного поверхностного слоя. При этом имеет место достаточно высокая корреляция между формой кривой дисперсии поверхностной волны и свойствами этого слоя. В результате изменения относительных полос пропускания резонансных пиков получаем частотную зависимость добротности и соответственно погонного затухания. Эта частотная зависимость и дает нам информацию об изменении температурного поля по глубине. Действительно, энергия поверхностной волны Рэлея локализована в слое толщиной  $\lambda \dots 1,5\lambda$  и, следовательно, глубина проникновения волны зависит от ее частоты. Таким образом, меняя частоту возбуждения поверхностной волны, мы получаем картину распределения температурного поля в поверхностном слое. Причем, для количественной оценки температурного поля предварительно строились тарировочные графики, устанавливающие связь между показателями прибора и температурой, а затем уже проводились измерения при трении.

В результате исследований установлено, что в зависимости от условий эксплуатации (нагрузки, скорости) и теплоотвода зона максимальной температуры находится на разном расстоянии от поверхности трения. Известно, что при трении в металлополимерном сопряжении выделяются продукты деструкции, среди которых имеется большое количество водорода, который адсорбируется и активно поглощается контактирующей поверхностью металла и диффундирует в область максимальных температур. В результате металл разрушается и переносится в виде твердых частиц на полимерные материал.

2. Исследование процессов, происходящих в зоне трения в реальном масштабе времени, сопряжено со значительными сложностями из отсутствия прямого доступа к зоне контакта. Весьма эффективным способом получения информации о процессах изнашивания является регистрация акустических сигналов в зоне трения, т.е. метод акустической эмиссии (АЭ). Суть метода АЭ состоит в анализе параметров слабого ультразвукового излучения, сопровождающего любые изменения структуры исследуемого материала. Механизм излучения упругого импульса связан с деформациями вершин неровностей взаимодействующих поверхностей и разрывом адгезионных связей возникающих при внешнем трении. Таким образом, процессы формирования и разрушения пленки фрикционного переноса при металлополимерном трибосопряжении будут сопровождаться излучением АЭ.

В результате проведенных исследований получена достаточно высокая корреляция между измененным коэффициентом трения и потоком актов АЭ. Это позволяет не только следить за изменениями на контакте, но и проводить экспресс оценку коэффициента трения АЭ без прямого измерения этого коэффициента.

3. Проблема снижения тепловой напряженности особенно ощущается в металлополимерных сопряжениях. Материалы на основе полимеров в значительной степени, чем металлы, чувствительны к влиянию многочисленных факторов, обусловленных трением и влиянием внешней среды [1].

В силу специфических свойств полимеров при их применении в подвижных сопряжениях возникает ряд технических проблем. Например, практика применения на железнодорожном транспорте композиционных тормозных колодок вместо чугунных выявила повышенный износ поверхности катания колес.

Знакопеременные нагрев, силовые нагрузки и агрессивное воздействие кислородной среды на границе раздела колесо - полимерная тормозная колодка инициируют обменные диффузионно-сегрегационные процессы между материалами колодки и колеса, а также сегрегационные процессы в тонком приповерхностном слое колеса [2, 3], которые могут оказывать на механические характеристики колеса как положительное, так и отрицательное воздействие. Экспериментально, методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопией, а также теоретически с применением современных

методов равновесной термодинамики нами исследованы сегрегационные процессы в поверхностных слоях рабочей поверхности реального железнодорожного колеса и в модельных образцах из материалов колесной стали, с различным содержанием молибдена и других легирующих элементов (десятые и тысячные массовые доли процентов). Показано, что нагрев в воздушной среде этих образцов, приводит к обогащению поверхности медью до 10 раз, а молибденом в сотни раз (рис. 1) [4]. В то же время, перенос бария и серы из тормозной колодки на рабочую поверхность колеса и на границы зерен в поверхностном слое способствует их охрупчиванию и последующему разрушению. Таким образом, изменяя состав тормозной колодки возможно контролировать процессы трения и износа в металлополимерной трибосистеме.

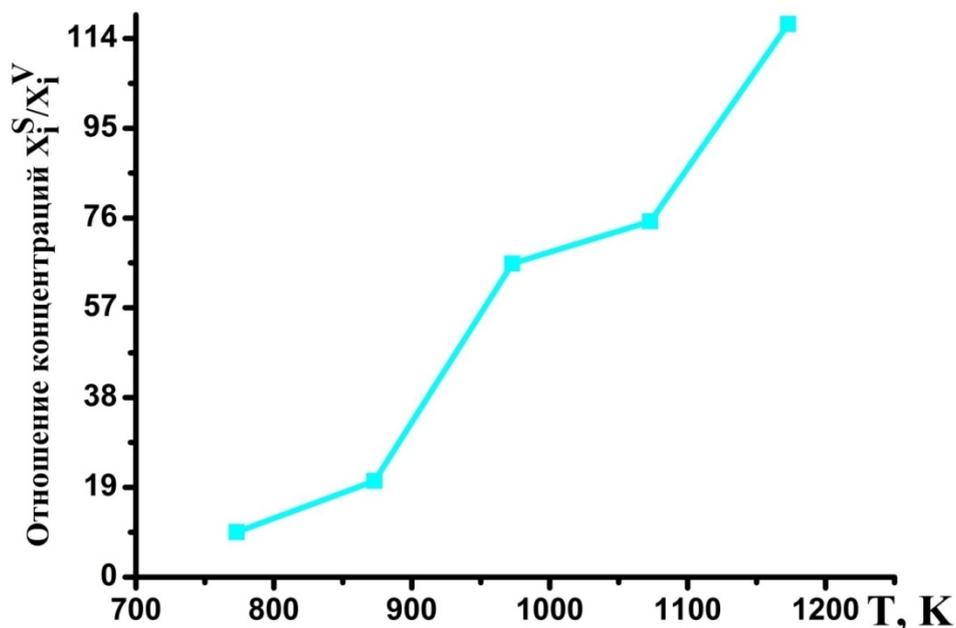


Рисунок 1. Температурная зависимость отношения поверхностной концентрации к объемному содержанию для молибдена.

#### Литература

1. Колесников В.И. Теплофизические процессы в металлополимерных трибосистемах. Москва. Наука. 2003. С.279.
2. Колесников В.И., Козаков А.Т., Сидашов А.В., Кравченко В.Н., Сычев А.П. Диффузионные и сегрегационные процессы в металлополимерной трибосистеме. Трение и износ. 2006. Т.27. №4. С.361-365.
3. Kozakov A.T., Kolesnikov V.I., Sidachov A.V., Nikolskii A.V. J. of Surface Investigation. 2007. V.1, №4, P.443-449.
4. Сидашов А.В. Сегрегационные процессы и состав поверхности некоторых сплавов и сталей в кислородной среде по рентгено- и оже-электронным данным : дис. ... канд. физ.-мат. наук :01.04.07 / А.В. Сидашов. - Ростов н/Д, 2009. – 285 с.

#### РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЧАСТКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мерзликина Н.Е., Синельников А.О.

Москва, АО «Научно-исследовательский институт «Полюс» им. М.Ф.Стеляха»

В работе проведен анализ основных существующих информационных проблем производства, рассмотрены примеры их решения. Представлены методы создания информационных систем, выбран рациональный подход к построению информационной системы для испытательного участка, предложен план внедрения созданной системы в производство.

**The development of informational and communicational system for research and benchmarking laboratory of an industrial enterprise. Merzlikina N., Sinelnikov A.**

Analysis of existing informational problems of industry is done in this research. Example solutions are also considered. The technique of development of informational systems is presented. Rational way of building an informational system for a research and benchmarking laboratory is also shown with a plan of integration into industry.

Стремительное развитие и внедрение современных технологий в производство позволяет предприятиям значительно упростить и модернизировать многие технологические процессы. Однако формирование и внедрение инновационной инфраструктуры в производственные процессы отечественных предприятий затрудняется особенностями организации производства в России: сложностью технологических процессов, подготовкой квалифицированных кадров и специалистов отдельных областей, документообороте и пр.

Одним из примеров успешного современного автоматизированного производства является компания Japan Tobacco International (JTI) [1] - лидер табачного рынка в России, владеющая мощным производственным комплексом: крупнейшей в Европе табачной фабрикой «Петро» в Санкт-Петербурге. Компания JTI входит в 50 крупнейших компаний России и поддерживает высокий уровень информатизации всех своих производств и свободно делится собственным опытом.

В работе рассмотрена задача разработки и внедрения информационно-коммуникационной системы (ИС) [2] для испытательного участка крупнейшего в России научно-производственного центра в области квантовой электроники – АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» [3]. Предприятие обладает многими уникальными базовыми технологиями и использует в своем производстве различное технологическое оборудование для решения множества инженерных задач. Отсутствие единой (ИС) негативно сказывается на работе предприятия в целом и создании четкой связи между операциями на протяжении всего технологического процесса, что приводит к дублированию и несовместимости получаемой информации, а так же к дополнительным затратам в процессе производства. Модернизация основных производственных процессов, а так же внедрение новейших информационных технологий в процессы управления и организации производства может быть обеспечено созданием на предприятии единой ИС, которая должна представлять собой совокупность технических и программных средств предприятия, реализующих идеи и методы автоматизации технологического процесса.

Из-за сложной специфики производства НИИ «Полюс» разработка ИС проводилась предприятием самостоятельно, что позволило своевременно дополнять и корректировать ИС для более точного соответствия требованиям предприятия. Внедрение ИС проводилось поэтапно, не требовало кардинальных изменений и простоев в технологическом процессе, масштабной модернизации рабочего оборудования. План внедрения в производство включал в себя 8 основных этапов, представленных на рисунке 1.



Рис. 1. План внедрения ИС в производство

Для разработки ИС на производстве существуют разные подходы. Основываясь на требованиях и возможностях предприятия, был выбран функционально-структурный подход, преимуществами которого являются простота в использовании, наглядность блок-схем и диаграмм в представлении технологических процессов, а главное четкое отражение зависимости функций, структуры процессов и оборудования друг от друга.

На данный момент разработанная ИС успешно внедрена в НИИ «Полюс» на испытательном участке квантовых приборов [4]. Несколько рабочих мест были соединены сетью в топологии смешанного типа «Звезда» и «Шина». Персональные компьютеры, установленные на рабочих местах, были специально унифицированы от комплектующих до программного обеспечения. Технологические операции данного участка были компьютеризированы. Сейчас все процессы, протекающие на рабочих местах, происходят автономно и требуют лишь контроля специалистов, который ведется инженерами участка как непосредственно на рабочих местах, так и удаленно.

Для того чтобы внедрить в производство данную ИС, была выбрана стратегия опытной эксплуатации «пилотного проекта». Основным критерием в выборе стратегии стала возможность изолировать без ущерба для серийного производства часть рабочих мест на участке и провести окончательную отладку работы системы. Блок-схема созданной системы показана на рисунке 2, где «Стенд» и «Р.м. № N» - система оборудования, на котором проводят технологические испытания, «Р.м. инж. № N» - рабочее место инженера.

Для управления доступом данных выделили три группы пользователей системы: группа администраторов системы, группа инженеров и группа испытателей, что позволило снизить вероятность возникновения ошибок при работе с получаемой информацией.

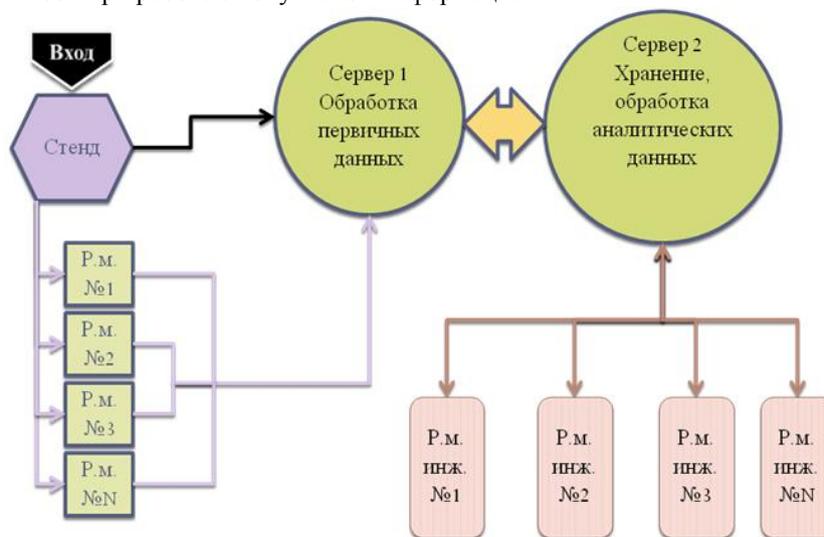


Рис. 2. Блок-схема информационной системы испытательного участка предприятия.

Созданная ИС получила положительные отзывы от непосредственных пользователей. Одним из главных преимуществ было отмечено уменьшение потерь рабочего времени сотрудников. Возможность удаленного контроля над протекающими операциями позволила сотрудникам наблюдать информацию о текущем состоянии процессов в режиме реального времени и принимать оперативные действия, обеспечивающие стабильность технологического процесса, что привело к повышению производительности труда, прежде всего в инженерной сфере. Так же удалось добиться некоторого сокращения цикла подготовки продукта, что способствовало увеличению общего объема выпускаемой продукции.

Результатом внедрения единой ИС в НИИ «Полюс» станет перевод в плоскость компьютерных технологий всех основных процессов предприятия и использование специальных программных средств, обеспечивающих информационную поддержку технологического процесса. Таким образом, будут решены проблемы координации деятельности сотрудников и подразделений, обеспечения их необходимой информацией и контроля исполнительской дисциплины, а руководство получит своевременный доступ к достоверным данным о ходе производственного процесса, что позволит оперативно реагировать на изменения и требования рынка.

#### Литература

1. <http://www.jump-jti.ru/about/>.
2. <http://www.polyus.info/>
3. Губич Л. В. [и др.]. / Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения - Минск: Беларус. наука, 2010 г.
4. Мерзликина Н.Е. / Магистерская диссертация: «Разработка типовой информационно-коммуникационной системы на примере производственно-испытательного участка промышленного предприятия», Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2015 г.

## **КОМПЛЕКС ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ**

Солдатов А.И., Солдатов А.А., Сорокин П.В., Ким О.Х., \*Увайсов С.У.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, \*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

Представлен комплекс физического моделирования электронных схем, используемый при изучении цифровой электроники. Показаны недостатки существующих лабораторных стендов и предложен новый подход к реализации практических и лабораторных занятий по цифровой электронике на базе комплекса физического моделирования электронных схем, описаны его функциональные возможности и преимущества перед аналогами.

### **A complex of physical simulation of electronic circuits. Soldatov A.I., Soldatov A.A., Sorokin P.V., Kim O.H., Uvaysov S.U.**

The complex of physical modeling of electronic circuits used in the study of digital electronics. The drawbacks of existing laboratory stands and a new approach to the implementation of practical and laboratory lessons in digital electronics based on physical modeling of complex electronic circuits are described its features and benefits over analogues.

Современная тенденция в образовательном процессе – использование виртуальных лабораторных комплексов на основе стандартных или специализированных пакетов прикладных программ [1...3,7,8]. Несмотря на широкие преимущества таких комплексов они обладают существенным недостатком: обучающиеся не получают практических навыков работы с реальным «железом». Особенно актуально это в электронике, когда студент должен уметь собирать схему из отдельных элементов, уметь проводить настройку схемы, уметь определять неисправные элементы, уметь измерять карту напряжений в контрольных точках, уметь снять осциллограммы на входе и выходе радиоэлементов и провести их анализ [4]. Существующие лабораторные стенды, содержащие наборное поле с многочисленными контактными гнездами [6...8], позволяют обучать студентов вышеперечисленным навыкам, однако они не обеспечивают надежное соединение между отдельными элементами в силу того, что контактные гнезда изнашиваются при многократном использовании стенда. Кроме того такие стенды ограничены набором из 3 максимум 4 микросхем. При большом количестве корпусов проводное соединение начинает доминировать над элементами, которых невозможно разглядеть под большим пучком проводов и тем более проблематично снять осциллограммы или измерить напряжения в контрольных точках. Нами было предложено решение, основанное на использовании матричных коммутаторов для соединения элементов схемы [5]. Технология сборки схемы заключается в подборе необходимых элементов и их установки в колодки с нулевым усилием, что исключает повреждение радиоэлементов при установке и замене. Максимальное количество корпусов, которое можно разместить на стенде составляет 10, причем 5 из них рассчитаны на корпус DIP14 и 5 – на корпус DIP16 (рисунок 1). Кроме того на стенде размещены два семисегментных индикатора, одна кнопка, два резистора, два светодиода, кварцевый генератор на 2 МГц и 8 разрядный двоичный счетчик делитель.

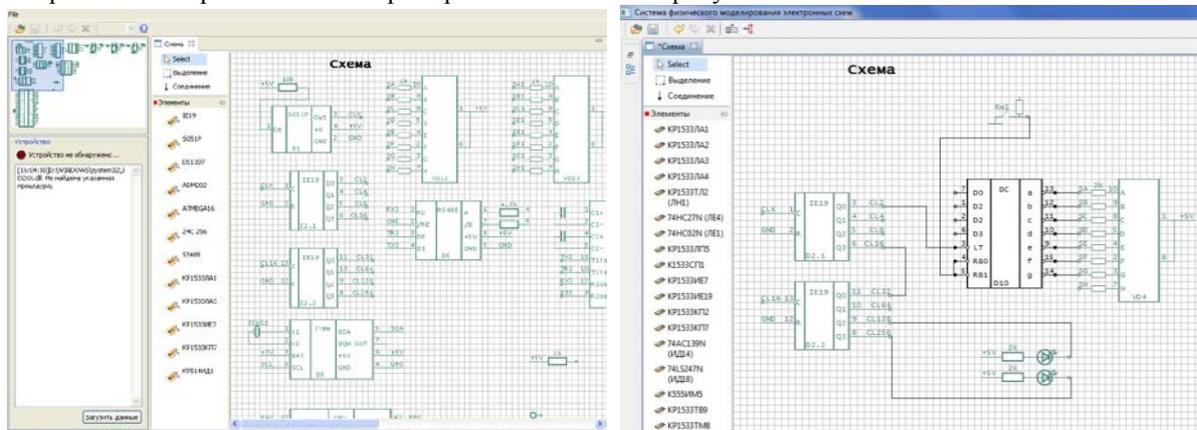


Рисунок 1 - Внешний вид комплекса физического моделирования электронных схем

Программное обеспечение модуля коммутационной среды выполнено на языке JAVA и состоит из двух частей. Первая из них формирует алгоритм управления и генерацию управляющих воздействий для замыкания и размыкания ключей коммутационного поля. Вторая часть формирует интерфейс оператора [6,8] на экране монитора ПК. Редактор схемы визуально разбит на две части. Окно редактора показано на рисунке 2.а. В левой части находится панель инструментов. Здесь можно выбрать инструмент выделения объекта и группы объектов в рабочей области, инструмент соединения двух контактов, а так же набор микросхем, которые могут быть добавлены в схему. В правой части редактора

находится рабочая область, в которую можно поместить элементы схемы, а так же производить различные манипуляции с ними (перемещение, удаление, редактирование).

После расстановки всех элементов схемы в колодки, студент открывает окно оператора и выбирает из библиотеки необходимый набор электронных компонент, указывая их месторасположение (номера колодок). После этого с помощью манипулятора «мышь» выполняет соединения электронных компонент в соответствии с электрической принципиальной схемой. Выполненные соединения отображаются на рабочем поле. Пример схемы показан на рисунке 2.б.



а

б

Рисунок 2 - Интерфейс оператора

Программированием коммутационной среды осуществляют выполнение всех электрических соединений между выводами радиоэлементов изучаемой электронной схемы. Для этого в нижней части рабочего поля имеется кнопка «Загрузить данные». Получение физического макета изучаемой схемы занимает приблизительно 1-2 минуты. Рядом с колодками для микросхем имеются контактные площадки с отверстиями, в которые можно подключить щуп осциллографа и снять осциллограммы сигналов или измерить напряжение, кроме того есть возможность программировать поочередный автоматический вывод контролируемых сигналов.

Правильность полученного соединения можно проверить, открыв матрицу ключей, в которой показаны номера ключей участвующих в формировании соединения. На рисунке 3 показан пример матрицы ключей размером 16X16, в которой замкнуты ключи 00, 11, 12, 31 и 32.

File	About															
Рабочая	Тест															
Блок1	Блок2															
Блок3	Блок4															
N\	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 3 - Матрица ключей, с замкнутыми ключами 00, 11, 12, 31 и 32

Первая цифра обозначает номер столбца, вторая цифра обозначает номер строки. Замкнутые ключи обозначены символом «+», разомкнутые ключи обозначены символом «-».

Описанный лабораторный комплекс физического моделирования электронных схем успешно эксплуатируется на кафедре промышленной и медицинской электроники Томского политехнического университета при проведении лабораторных и курсовых работ по дисциплине «Цифровые устройства». Для дисциплины «Микропроцессорные системы» используется другая верхняя панель, на которой размещены два типа микроконтроллеров: MCS-51 и AVR с набором колодок для микросхем в количестве

6 штук. Технология матричных коммутаторов позволяет объединять стенды по каждой дисциплине, а также стенды различных дисциплин.

### Литература

1. Богодистова Е. С., Тельнов Г. Г. Эксперименты с периферийными устройствами с помощью компьютерных обучающих программ-тренажеров // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов–М.: НИУ ВШЭ, 2014, с.50-55.
2. Ефимов И.Н., Жукова С.А., Магафуров В.В. Качественные и количественные показатели виртуального лабораторного комплекса \ Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов–М.: НИУ ВШЭ, 2014, с.40-41.
3. Васильев В.А., Чернов П.С. Информационные технологии в изучении квантовой механики \ Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов–М.: НИУ ВШЭ, 2014, с.55-57.
4. Бушмелева К.И., Пасынкова Н.В., Увайсов С.У. Инновационная модель классификации профессиональных компетенций ППС в вузе \ Качество. Инновации. Образование. 2014. № 7. С. 5-11.
5. А.И.Солдатов, О.Х.Ким. Технические и алгоритмические проблемы коммутации современной электроники \ Известия высших учебных заведений. Физика, 2010 - т. 53, - № 9/3. - с. 308-311.
6. Бушмелева К.И., Плюснин И.И., Бушмелев П.Е. Автоматизированное рабочее место оператора локатора утечек газа \ Современные наукоемкие технологии. 2008. № 5. С. 80-83.
7. Бушмелева К.И. Автоматизированная система адаптивного тестирования \ Фундаментальные исследования. 2007. № 2. С. 16.
8. Бушмелева К.И., Иванов Ф.Ф., Микшина В.С. Автоматизированные обучающие и тестирующие системы, реализованные в учебном процессе на базе аудитории с обратной связью \ Современные наукоемкие технологии. 2007. № 5. С. 41-45.

### МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПЬЕЗОАКТЮАТОРА

Бардин В.А., Васильев В.А.

*г. Пенза, Пензенский государственный университет*

Проведён анализ состояния исследований в области создания силовых пьезоактюаторов. Описана конструкция нового усиливающего пьезоэлектрического актюатора. Разработана методика моделирования, позволяющая осуществлять поиск оптимальных параметров силовых пьезоактюаторов.

Примечание: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (Госзадание, код проекта 1267).

#### **The method of computer simulation of piezoactuator structural elements. Bardin V.A, Vasilev V.A.**

The analysis of the current state of research in the field of power piezoactuators are hold. An amplifying piezoelectric actuator is designed and described. The modeling technique that allows the search for optimal parameters of power piezoactuators is developed.

В связи с расширением областей применения силовых пьезоактюаторов перспективно усовершенствование их конструктивных параметров для улучшения эксплуатационных характеристик и повышения их эффективности.

Было проведено исследование существующих конструкций силовых пьезоактюаторов, разработана новая конструкция и методика компьютерного моделирования её элементов, позволяющая определять оптимальные параметры.

Силовые пьезоактюаторы прямого действия, обычно, состоят из набора пьезоэлементов и помещаются в упругие корпуса (используют гибкие элементы или пружины), обеспечивая при этом необходимое поджатие для устранения межэлектродных зазоров в пакете, увеличение жесткости, надежности, обеспечения симметричных характеристик хода вперед и назад, улучшение динамики (приемистости) и пьезомеханических характеристик пьезоактюатора. Основные области применения силовых актюаторов: системы гашения вибрации (усилие до 100 кН); оптико-механические устройства с системой активной стабилизации, системы впрыска топлива и др.

Наиболее интересным видом являются изгибно-натяжные пьезоактюаторы. Такие устройства преобразуют небольшой толщинный сдвиг многослойного пьезокерамического элемента в деформацию изгиба двух металлических пластин, охватывающих элемент (упругую рамку). Благодаря механическому усилению такого преобразования изгибно-натяжные актюаторы демонстрируют многократное увеличение сдвига по сравнению с многослойными актюаторами прямого действия, а также достигают значительно больших показателей силы и скорости реакции, по сравнению с эквивалентными двухслойными изгибными актюаторами. Обычно такие устройства имеют резонансную частоту от 300 Гц до 3 кГц.

В изгибно-натяжных пьезоактюаторах создают предварительное усилие сжатия для повышения жёсткости конструкции и её надёжности. Кроме того, предварительное поджатие позволяет актюатору работать при положительном и отрицательном напряжении, устранить наклон его концевых поверхностей и обеспечить параллельность при установке. Пьезоактюаторы пакетной конструкции могут развивать усилия до 100 кН, перемещать объекты массой десятки тонн на расстояния до 500 мкм (в зависимости от количества пьезоэлементов). Частотный диапазон работы таких устройств зависит от присоединённой массы перемещаемого объекта и ограничен собственной резонансной частотой (как правило, до единиц килогерц).

По результатам анализа существующих конструкций силовых пьезоактюаторов была разработана новая конструкция, в основу которой была взята конструкция эллипсоидного изгибно-натяжного пьезоактюатора с использованием флексерных элементов и включением пьезоактюаторов по дифференциальной схеме. На рис. 1 показана конструкция разработанного усиливающего пьезоэлектрического актюатора, принцип действия которого заключается в расширении упругой рамки четырьмя пакетами пьезоэлементов. Полезное перемещение  $S$  пьезоактюатора пропорционально электрическому напряжению, подаваемому на пьезоэлементы.

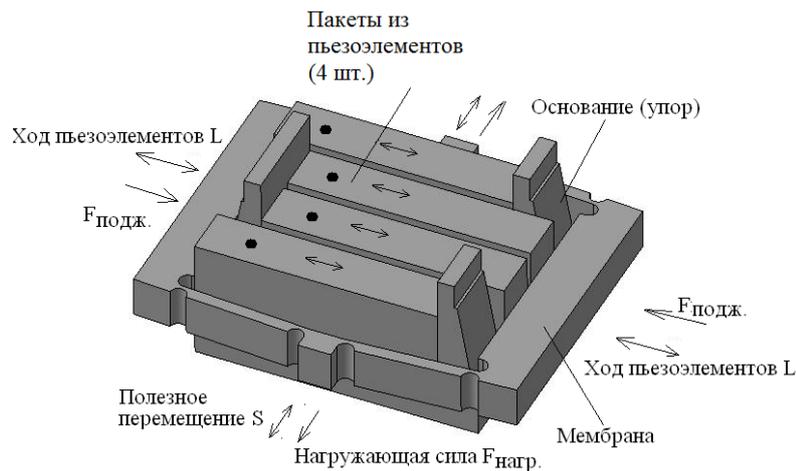


Рисунок 1 – Усиливающий пьезоэлектрический актюатор

Конструктивно усиливающий пьезоэлектрический актюатор состоит из основания с тремя упорами, на котором параллельно установлены четыре пакета многослойных прямоугольных пьезоэлементов, которые зажаты между упорами и прямоугольной рамкой. Он обеспечивает удвоенное перемещение и учетверенное нагрузочное усилие. Две пары пакетов из пьезоэлементов упираются в противоположные упоры на основании и работают встречно, при параллельной работе четырех пакетов из пьезоэлементов общее нагрузочное усилие увеличивается кратно. В макете были использованы моноблочные многослойные пьезоактюаторы производства ОАО «Монолит». Основные характеристики: перемещение  $S_{33}$  при управляющем напряжении  $U_{упр}=100\text{В} - 15\text{мкм}$ ; блокирующая сила  $F_{блок} - 500\text{ Н}$ ; емкость  $C_0 - 5,4\text{ мкФ}$ ; размеры –  $3\text{х}6\text{х}13,5\text{ мм}$ .

В такой конструкции упругая рамка должна обладать достаточной жесткостью и упругостью, которые определяются геометрией и материалом. Жесткость должна обеспечивать требуемое усилие поджатия, но не создавать дополнительную нагрузку на пьезоактюаторы. Рамка должна быть упругой, чтобы выдерживать многократные растяжения-сжатия без потери своих свойств. Также материал должен иметь малый коэффициент линейного расширения, чтобы минимизировать влияние дестабилизирующих факторов на точность позиционирования. Для уменьшения жесткости прямоугольной рамки в местах наибольшего напряжения материала применены пружинные шарниры (флексеры), выполненные в виде выемок.

Для улучшения характеристик усиливающего пьезоэлектрического актюатора была проведена оптимизация геометрической формы упругой прямоугольной рамки путем численного моделирования с использованием метода конечных элементов.

Целью моделирования упругой прямоугольной рамки было: увеличение величины хода и нагрузочного усилия, повышение линейности и точности позиционирования усиливающего пьезоэлектрического актюатора. В связи с этим, решались следующие задачи моделирования: определение величины рабочего хода базовой конструкции упругой прямоугольной рамки пьезоэлектрического актюатора: без флексеров; определение напряжения по Мизесу в рабочих элементах материала рамки базовой конструкции; определение деформации нерабочих элементов рамки базовой конструкции; введение флексерных шарниров в конструкцию рамки; определение указанных параметров для каждого варианта конструкции; выбор оптимального варианта.

Для решения поставленных задач и достижения цели, была разработана методика моделирования, которая заключается в следующем.

1. Предварительно создается 3D модель рамки в программе САПР «Компас».
2. Запускается программа COMSOL Multiphysics 4.4, при этом выбирается прикладной режим Solid Mechanics. Экспортируется 3D модель рамки (вкладка Model Builder-Geometry1).
3. Выбирается материал рамки из библиотеки – инструментальная сталь А2 (вкладка Model Builder-Materials).
4. Задается место крепления рамки – нерабочая боковая поверхность (вкладка Model Builder- Solid Mechanics- Fixed Constraint1).
5. Задается место приложения и направление усилия  $F$  прикладываемого пакетами пьезоэлементов к рамке (рис. 1), задается величина усилия – например, 5Н (вкладка Model Builder- Solid Mechanics- Boundary Load1).
6. Генерируется сетка – выбирается тип Fine (вкладка Model Builder-Solid Mechanics-Mesh1)..
7. Выбирается тип визуализации определяемых параметров: - 3D модель рамки с цветовым представлением величин деформации и напряжений (вкладка Model Builder- Results-Stress (Solid)); - 2-х координатный график перемещения рабочего сегмента (перемещения точек вдоль отрезка) (вкладка Model Builder- Results-1D Plot Group2); - 2-х координатный график деформации нерабочего бокового сегмента (перемещения точек вдоль отрезка) (вкладка Model Builder- Results-1D Plot Group3) ; - 2-х координатный график распределения напряжения по Мизесу вдоль перемещаемого сегмента (вкладка Model Builder- Results-1D Plot Group2).
8. По полученным данным строятся графики зависимостей рабочего перемещения рамки и нерабочей деформации боковых элементов от изменяемого конструктивного параметра.
9. Выбирается конструктивный параметр с наибольшим рабочим перемещением рамки и наименьшей нерабочей деформацией боковых элементов или с наибольшей разницей между ними, что позволяет повысить линейность и точность пьезоактюатора.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

Белозубов Е.М., Васильев В.А., Чернов П.С.  
*г. Пенза, Пензенский государственный университет*

Предложен подход к применению сплайн-интерполяции в интеллектуальных датчиках физических величин для систем измерения, контроля и управления, позволяющий сокращать объём вычислений. Он заключается в разбиении процесса вычислений на два этапа: калибровки и измерения, и переносе большей части вычислений на этап калибровки. Разработан адаптированный метод бигармонической сплайн-интерполяции для эффективного использования в процессе калибровки и измерения давления при решении задач уменьшения погрешностей интеллектуальных датчиков. Показана эффективность предложенного метода в задачах уменьшения погрешностей от дестабилизирующих факторов интеллектуальных датчиков.

### **The use of spline interpolation to reduce errors in smart sensors for measurement, control and management systems. Belozubov E.M., Vasil`ev V.A., Chernov P.S.**

An approach to the application of spline interpolation in smart sensors systems for measuring, monitoring and management is represented. It allow them to reduce the amount of computation. The approach consists of dividing process of computations of the representations into two stages: calibration and measurement, and transfers most of the calculations on the calibration step. An adapted method of biharmonic spline

interpolation is developed for effective use in the calibration and pressure measurement. It can be use for solving problems of reducing the smart sensor errors. The efficiency of the proposed method in the task of reducing errors from destabilizing factors of smart sensors is shown.

Датчики физических величин, используемые в различных системах измерения, контроля и управления становятся все более точными, малогабаритными, дешевыми, быстродействующими и интеллектуальными. Под интеллектуальным датчиком понимается адаптивный датчик с функцией метрологического самоконтроля (согласно ГОСТ Р ГСИ 8.673–2009. ГСИ). В зарубежной литературе аналогом термина «интеллектуальный датчик» является термин «smart sensor», под которым понимается датчик с интегрированной электроникой: микропроцессором, АЦП, цифровым сигнальным процессором, системой на кристалле и т. п., а также реализацией цифрового интерфейса и сетевых коммуникационных протоколов

В интеллектуальных датчиках систем измерения, контроля и управления основная роль отводится микроконтроллеру, на который возлагаются функции линеаризации градуировочной характеристики, коррекции температурной погрешности, обеспечения самодиагностики, самовосстановления. Качественные показатели таких датчиков в основном зависят от эффективности алгоритмов микропрограмм.

Линеаризацию градуировочной характеристики интеллектуальных датчиков обычно производят двумя способами: путём аппроксимации функции преобразования полиномами невысоких степеней или простейшими сплайнами. Если переменных две, то задают функциональную зависимость каждого из коэффициентов одномерной кривой от второго параметра или применяют полиномиальную аппроксимацию поверхности. Оба способа приводят к существенной погрешности аппроксимации.

Для сокращения объёма вычислений в реальном масштабе времени при использовании сплайн-интерполяции в интеллектуальных датчиках систем управления предлагается применять подход, заключающийся в разбиении процесса вычислений на два этапа: калибровки и измерения, и переносе большей части вычислений на этап калибровки. Разбиение вычислений на две независимые фазы позволяют делать многие схемы сплайн-интерполяции.

Рассмотрим применение данного подхода для компенсации температурной погрешности датчика. На рис. 1 представлена структурная схема тензорезисторного датчика давления с компенсацией температурной погрешности [1].



Рис. 1 – Структурная схема датчика давления с компенсацией температурной погрешности

Датчик содержит источник тока 1, тензорезисторный преобразователь 2 в виде мостовой измерительной цепи, питающая диагональ которой подключена к источнику тока 1 и первому аналого-цифровому преобразователю 3 (АЦП 1). Измерительная диагональ мостовой измерительной цепи подключена ко второму аналого-цифровому преобразователю 4 (АЦП 2). Вычислительное устройство 5, в качестве которого может использоваться микроконтроллер, соединено с АЦП 1, АЦП 2, цифровым интерфейсом 6 и постоянным запоминающим устройством 7 (ПЗУ). Большая часть представленных электронных компонент может быть выполнена в виде единой «системы на кристалле». Измеряемое давление приводит к изменению сопротивлений тензорезисторов мостовой измерительной цепи, сформированной на мембране датчика, и её разбалансу. В качестве терморезисторного датчика температуры используется питающая диагональ моста тензорезисторного преобразователя давления. Сигналы, несущие информацию о давлении и температуре, с диагоналей мостовой измерительной цепи преобразуются аналого-цифровыми преобразователями и поступают на вычислительное устройство (микропроцессор). ПЗУ служит для хранения данных промежуточных вычислений и данных калибровки. Цифровой интерфейс обеспечивает передачу данных выходного сигнала датчика давления. Процесс вычислений в разработанном датчике осуществляется с использованием бигармонической сплайн-интерполяции и разделён на этапы калибровки и измерения, причём большая часть вычислений отнесена на этап калибровки.

Математические аспекты метода бигармонической сплайн-интерполяции представлены в работе [2]. Данный метод допускает разделение вычислений на две независимые фазы. Метод является самосогласованным и реализован в некоторых математических пакетах программ (например, MATLAB).

Метод бигармонической сплайн-интерполяции был адаптирован для эффективного использования в процессе калибровки и измерения давления при решении задач уменьшения погрешностей интеллектуальных датчиков. Адаптированный метод бигармонической сплайн-интерполяции состоит в следующем.

На этапе калибровки датчика осуществляется регистрация сигналов, соответствующих напряжениям в измерительной  $U_{iz}$  и питающей  $U_{pt}$  диагоналях мостовой измерительной цепи (моста) при контрольных эталонных значениях давления  $P_s$  и температуры. Исходя из полученных данных, вычисляются элементы матрицы  $g$  по формуле:

$$g_{i,j} = \left( (U_{iz_i} - U_{iz_j})^2 + (U_{pt_i} - U_{pt_j})^2 \right) \ln \left( \sqrt{(U_{iz_i} - U_{iz_j})^2 + (U_{pt_i} - U_{pt_j})^2} - 1 \right), \quad (1)$$

где  $i, j = 1 \dots N$  – номер контрольной точки. Диагональные элементы ( $i=j$ ) матрицы  $g$  заполняются нулями.

Затем, вычисляется вектор-столбец  $W$  из вектор-столбца  $P$  данных о давлении  $P_s$  в контрольных точках и найденной матрицы  $g$  по формуле:

$$W = g^{-1} \times P, \quad (2)$$

где  $g^{-1}$  – обратная матрица к  $g$ . Символ « $\times$ » обозначает матричное произведение.

Значения вектор-столбцов напряжений  $U_{iz}$ ,  $U_{pt}$  в контрольных точках и вычисленного вектор-столбца  $W$  сохраняются в ПЗУ на этапе калибровки.

В процессе эксплуатации датчика, при измерении давления, исходными данными для расчёта численного значения давления являются значения напряжений в измерительной  $U_i$  и питающей  $U_p$  диагоналях. По этим данным и сохраненным на этапе калибровки  $U_{iz}$ ,  $U_{pt}$  микроконтроллер датчика вычисляет вектор-столбец  $G$  по формуле:

$$G_j = \left( (U_i - U_{iz_j})^2 + (U_p - U_{pt_j})^2 \right) \ln \left( \sqrt{(U_i - U_{iz_j})^2 + (U_p - U_{pt_j})^2} - 1 \right), \quad (3)$$

где  $j = 1 \dots N$  – номер элемента вектор-столбцов сохраненных в постоянном запоминающем устройстве контрольных напряжений  $U_{iz}$  и  $U_{pt}$ .

Вычисление численного значения измеряемого давления  $P_i$  производится исходя из сохраненного на этапе калибровки вектор-столбца  $W$  и вычисленного (используя исходные данные  $U_i$ ,  $U_p$ ) значения вектор-столбца  $G$  по формуле:

$$P_i = G^T \times W, \quad (4)$$

где  $G^T$  – транспонированный вектор-столбец  $G$ , то есть вектор-строка.

В данном случае большая часть вычислений производится именно на этапе калибровки. Для  $N$  контрольных точек вычисляется  $N^2$  элементов квадратной матрицы  $g$  и производится наиболее ресурсоемкая операция нахождения обратной матрицы  $g^{-1}$ . Сохраняемые в ПЗУ значения  $W$  получаются умножением матрицы на вектор-столбец. На этапе измерения вычисляется лишь  $N$  элементов вектор-столбца  $G$  и выполняется операция скалярного произведения векторов (4), то есть умножается вектор-строка  $G^T$  на вектор-столбец  $W$ .

Следует заметить, что существуют численные методы, позволяющие получить требуемый вектор-столбец  $W$  несколько быстрее классического подхода, без непосредственного нахождения обратной матрицы. Для ускорения процесса на этапе калибровки все вычисления можно производить на высокопроизводительном компьютере.

Разработанный адаптированный метод сплайн-интерполяции позволяет минимизировать количество вычислений микроконтроллером в датчике на этапе измерения при решении задач уменьшения погрешностей. Его достоинством является то, что в процессе измерения микропроцессор осуществляет действия только с одномерными массивами данных, которые в отличие от матричных операций не требуют больших объемов памяти и вычислительных ресурсов.

#### Литература

1. Патент РФ № 2484435 Способ измерения давления, способ калибровки и датчик давления на основе нано- и микроэлектромеханической системы / Е. М. Белозубов, В. А. Васильев, П. С. Чернов // Бюл. № 16 от 10.06.2013.
2. David T. Sandwell, Biharmonic spline interpolation of GEOS-3 and SEASAT altimeter data // Geophysical Research Letters. 1987. №2. P.139.–142.

## СТОХАСТИЧЕСКАЯ СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Васильев В.А., Чернов П.С.  
г. Пенза, Пензенский государственный университет

Предложена стохастическая схема моделирования наноразмерных систем, допускающая параллельное решение задачи на многопроцессорных и распределенных комплексах. Приведены результаты численного моделирования для простейшего случая. Полученные результаты соответствуют известным аналитическим решениям.

### The stochastic modeling scheme for parallel computing in solving problems of nanoelectronics. Vasil'ev V.A., Chernov P.S.

The stochastic modeling scheme of nanoscale systems which allows parallel computing is proposed. Numerical simulation results of a simple system are given. The obtained results are consistent with known analytical solutions.

Численное моделирование наноразмерных систем позволяет получать качественные и количественные характеристики сложных физических объектов, предсказывать новые эффекты. Большинство алгоритмов численного моделирования, в том числе и численные методы решения дифференциальных уравнений, требуют последовательного выполнения действий. В связи с этим актуальными становятся методы и алгоритмы численного моделирования, допускающие реализацию, подходящую для использования в многопроцессорных системах.

Моделирование наноразмерных систем представляет собой квантовомеханическую задачу, в решении которой существует несколько подходов, наиболее известными из которых являются решение уравнения Шредингера и вычисление Фейнмановского интеграла по траекториям [1]. Согласно постулатам квантовой механики, собственные значения оператора Гамильтона системы ассоциируются с ее энергетическим спектром. Собственные вектора Гамильтониана называются стационарными состояниями и представляют собой волновую функцию, не зависящую от времени. Квадрат модуля волновой функции  $|\psi(\mathbf{r}, t)|^2$  равен вероятности обнаружения системы в состоянии, описываемом вектором  $\mathbf{r} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Разработка эффективного алгоритма нахождения собственных векторов и собственных значений, допускающего параллельное вычисление, до сих пор является актуальной задачей, хотя некоторые подходы к ней и существуют [2].

Практически всегда, численные вычисления проводят в мнимом времени  $\tau = it$ , при котором осциллирующий множитель  $\exp(iS[x(t)]/\hbar)$  в интеграле по траекториям (где  $S$  – классическое действие, определяемое как интеграл по времени от функции Лагранжа (разности кинетической и потенциальной энергий)) переходит в затухающую экспоненту  $\exp(-S_E[x(\tau)]/\hbar)$  с евклидовым действием  $S_E$ , представляющим собой интеграл по времени от функции Гамильтона системы (суммы кинетической и потенциальной энергий). Необходимость этого перехода для проведения численного моделирования связана с так называемой «проблемой знака» [3] не позволяющей применять широко известные численные методы интегрирования в случае сильно осциллирующих функций.

Предлагается подход, схожий с методом стохастического квантования [4], но позволяющий проводить математическое моделирование наноразмерных систем в действительном времени  $t$ .

Согласно определению функции распространения как суммы по траекториям, первым этапом производится генерация траекторий. Рассмотрим одномерную задачу. Дискретизируем время  $t = t_1, t_2, \dots, t_N$  и зададим произвольную начальную траекторию, то есть величины  $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_N)$ . Объединяя их в вектор-столбец  $\mathbf{X} = (x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_N))^T$ , будем осуществлять генерацию траекторий в соответствии со следующим стохастическим дифференциальным уравнением:

$$d\mathbf{x} = [\ddot{\mathbf{x}} - \nabla V(\mathbf{x})]ds + GdW \quad (1)$$

где  $\ddot{\mathbf{x}} = d^2\mathbf{x}/dt^2$  – вторая производная по времени;  $\nabla$  – оператор набла;  $V(\mathbf{x})$  – потенциал, присущий системе;  $W$  – Винеровский процесс;  $G$  – константа, определяющая величину шума;  $s$  – стохастическое время. Здесь и в дальнейшем считаем  $\hbar = m = 1$ .

Уравнение (1) описывает эволюцию траектории  $\mathbf{x}$  в стохастическом времени  $s$ . При численном решении данного уравнения величина  $s$  также подлежит дискретизации  $S = S_1, S_2, \dots, S_M$  и результатом решения уравнения является матрица размером  $N \times M$ . Каждый столбец этой матрицы является

вектором  $\mathbf{x}$ , то есть траекторией. Каждый следующий столбец  $i+1$  соответствует траектории в следующий момент дискретного стохастического времени  $s_{i+1}$ .

Хотя  $(i+1)$ -я траектория зависит от  $i$ -й, для решения поставленных задач последовательность траекторий не важна, поскольку не имеет значения, в каком порядке будет производиться суммирование вкладов каждой из них. Более того, представляется возможным использовать параллельное генерирование траекторий, то есть решать несколько независимых уравнений (1) одновременно. Поскольку это уравнение является стохастическим (слагаемое  $GdW$  отражает присутствие шума) траектории, получаемые повторным решением уравнения, будут различными при той же функции распределения вероятностей, что кроме того при суммировании всех вкладов уменьшит автокорреляционные эффекты.

Как и во всех стохастических методах, сразу после запуска алгоритма требуется некоторый период «термализации», то есть работы без сохранения данных. Это обусловлено тем, что начальная траектория может быть произвольной и в общем случае в начальный момент времени система будет находиться вдали от термодинамического равновесия (начальная траектория не совпадает с классической и может быть одной из наименее вероятных).

Величина  $[\ddot{\mathbf{x}} - \nabla V(\mathbf{x})]$  в уравнении (1) приводит к «фиктивной силе», стремящейся с увеличением стохастического времени  $s$  сблизить генерируемую траекторию с классической. Величина  $G$  определяет величину шума, то есть вносит долю неопределенности в генерируемую траекторию и, соответственно, оказывает противоположное воздействие. Увеличение ее значения позволяет исследовать большие участки конфигурационного пространства, однако требует генерации большего количества траекторий для той же величины статистической погрешности.

После окончания генерирования траекторий, следующим этапом является нахождение значения амплитуды вероятности  $K$  суммированием вкладов каждой из траекторий. Произведение описанных операций для всех интересующих начальных  $(x_i, t_i)$  и конечных  $(x_f, t_f)$  точек, дает искомую функцию распространения  $K(x_f, t_f; x_i, t_i)$ . Следует отметить, что данный этап также допускает параллельное выполнение.

Рассмотрим простейший случай свободной частицы,  $V(\mathbf{x}) = 0$ . На рисунке 1а показаны несколько траекторий, полученных численным решением уравнения (1). На рисунке 1б приведены действительная и мнимая части функции распространения  $K$  в зависимости от координаты  $x$ . Каждая из траекторий соответствует своему значению стохастического времени  $s$ .

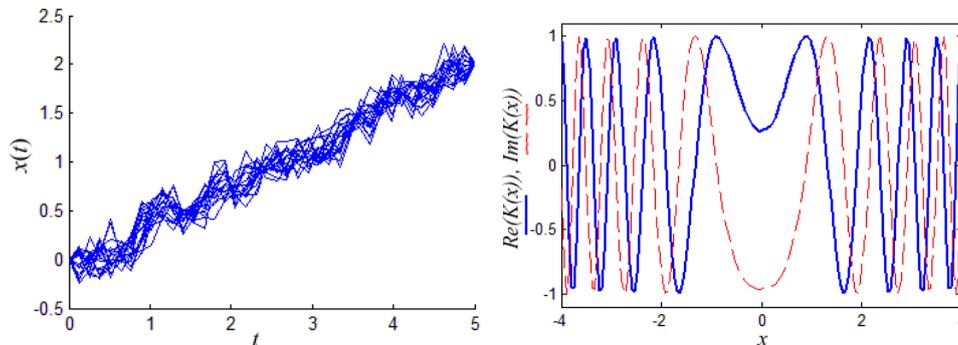


Рисунок 1 – а) несколько траекторий, полученных решением стохастического уравнения (1); б) действительная и мнимая части функции распространения, полученной численным моделированием.

Функция распространения  $K$  несет в себе полную информацию о системе. В частности с ее помощью представляется возможным получить волновую функцию в любой последующий момент времени, зная волновую функцию в начальный момент времени. Фурье-преобразование ее следа является энергетическим спектром. След можно найти суммированием (интегрированием) всех замкнутых траекторий, то есть таких при которых  $x_f = x_i = x$ :

$$Tr[K(x_f, t_f; x_i, t_i)] = \int_{-\infty}^{\infty} K(x, t_f; x, t_i) dx . \quad (2)$$

Если начальный момент времени фиксирован ( $t_i = 0$ ), то результатом данной операции будет функция, зависящая только от времени  $t$ . Фурье-преобразование переводит функцию времени  $t$  в частотную область  $\omega$ , что в случае используемых единиц измерения ( $\hbar = 1$ ) с учетом соотношения  $E = \hbar\omega$  дает энергетический спектр:

$$G(E) = -i \int_0^{\infty} \text{Tr}(K) \exp(Eit) dt \quad (3)$$

Таким образом, предложенная схема удобна в реализации на современных компьютерах и допускает параллельные вычисления, что особенно актуально при наблюдаемой тенденции в микропроцессорной технике к наращиванию количества ядер современных процессоров.

#### Литература

1. Feynman R.P., Hibbs A. R. Quantum Mechanics and Path Integrals. – Dover Publications, 2010. – 384 p.
2. Naumov M, Sameh A. A parallel eigenvalue problem solver for computational nanoelectronics // PAMM Proc. Appl. Math. Mech., Vol.7, 2007, P.2020097–2020098
3. Gubernatis J. E., Loh E. Y. Sign problem in the numerical simulation of many-electron systems // Phys. Rev. B, Vol.41, 1990, P.9301–9307
4. Masujima M. Path Integral Quantization and Stochastic Quantization. – Springer, 2nd ed, 2009. – 294 p.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАНИЯ КЭШ-ПАМЯТИ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MESI

Сафонова И.Е., Тельнов Г.Г., Говорухина К.С.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), кафедра «Вычислительные системы и сети»*

Представлена программная реализация технологии согласования кэш-памяти в многопроцессорных системах, основанная на использовании протокола MESI.

#### **Cache coherency in multiprocessor environments USING the MESI protocol. Safonova I., Telnov G., Govorukhina K.**

Program technology of cache coherency in multiprocessor systems, based on use of the MESI protocol, is presented.

В многопроцессорных системах и многоядерных процессорах, имеющих отдельный кэш для каждого процессорного ядра, используют технологии согласования кэш-памяти [1]. В основе подобных технологий часто лежит протокол MESI [1-2] или одна из его модификаций. Протокол предназначен для кэш-памяти с обратной записью.

Для реализации протокола MESI используется следующий принцип. Каждой строке кэш-памяти ставится в соответствие один из четырех статусов, отображающих состояние строки:

– модифицированный (M, Modified) – данные в этой строке кэш-памяти были изменены, но эти изменения еще не переписаны в основную память. Поэтому измененные данные достоверны только в данном кэше;

– эксклюзивный (E, Exclusive) – информация в этой строке кэш-памяти не была изменена посредством запроса на запись. Данные этого блока совпадают с данными в основной памяти, но при этом отсутствуют в других кэшах;

– разделяемый (S, Shared) – данная строка кэш-памяти совпадает с блоком в основной памяти и может так же находиться в одном или нескольких локальных кэшах.

– недействительный (I, Invalid) – строка кэш-памяти содержит ложные данные и является недействительной, таким образом, она является недоступной.

На рисунке 1 приведен граф переходов между перечисленными состояниями.

Для каждого процессора возможны следующие ситуации:

RH (Read Hit) – попадание в кэш при чтении (попаданием, считается ситуация, когда процессор обращается в кэш и там присутствует нужный ему блок памяти);

WH (Write Hit) – кэш-попадание при записи;

RME (Read Miss Exclusive) – кэш-промах при чтении, когда данные считываются из основной памяти;

RMS (Read Miss Shared) – кэш-промах при чтении, когда соответствующий блок есть в кэш-памяти другого микропроцессора;

WM (Write Miss) – кэш-промах при записи;

SHR (Snoop Hit Read) – обнаружение копии блока при прослушивании операции чтения другого кэша.

Пусть один из процессоров делает запрос на чтение блока памяти, который в текущий момент отсутствует в его локальной кэш-памяти (промах при чтении). Запрос будет широковещательно передан по шине. Если ни в одном из кэшей системы не нашлось копии необходимого блока, то контроллеры наблюдения других процессоров будут игнорировать этот запрос, а запрошенный процессором блок памяти будет считываться из основной памяти и копии блока будет присвоен статус E. Если в каком-либо локальном кэше обнаруживается копия запрашиваемого блока, то от соответствующего контроллера слежения поступает сигнал о доступе к разделяемому блоку. После чего все копии этого блока во всех кэшах принимают состояние S, независимо от того, в каком состоянии они были до этого.

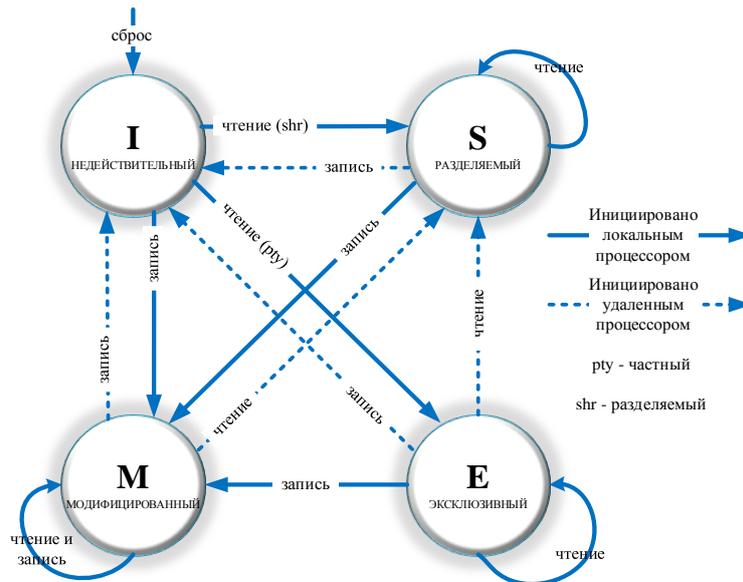


Рисунок 1 – Граф переходов протокола MESI

Когда один из процессоров делает запрос на запись в блок памяти, которого нет в локальном кэше (промах при записи), то перед загрузкой в локальную кэш-память блок должен быть считан из основной памяти и модифицирован. Перед тем как процессор загрузит блок из основной памяти ему необходимо убедиться, что в основной памяти находится блок с достоверными данными, то есть в других кэшах не должно быть копии модифицированных данных этого блока. Последовательность этих операций называется *чтением с намерением модификации* (RWITM, Read With Intent To Modify).

Если в одном из кэшей обнаружится копия необходимого блока в состоянии M, то процессор, в кэше которого находится эта копия, прерывает процедуру RWITM, записывает блок в основную память, и впоследствии, меняет статус блока в своем кэше на I. Далее последовательность чтения с намерением модификации возобновляется и производится повторное обращение к основной памяти с целью считывания обновленного блока.

Кэш-попадание при чтении не меняет статус считываемого блока. Если же процессор обращается для записи в блок, находящийся у него в кэш, с состоянием S, то он на шину передает широковещательный запрос с намерением информировать другие кэши. В своем кэше процессор этому блоку присваивает состояние M, а все другие копии блока переводятся в состояние I.

Если существует единственная копия блока, которая находится в состоянии E и процессор производит запись в основную память, то состояние блока меняется на M.

Разработанная на кафедре «Вычислительные системы и сети» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) обучающая программа предназначена для исследования процесса согласования кэш-памяти процессоров в многопроцессорных средах на основе протокола MESI. Работа протокола MESI показана имитационным методом (применяется дискретно-событийное моделирование). В программе представлена четырехпроцессорная система, каждый из процессоров имеет свою кэш-память. Одна общая оперативная память содержит 12 блоков.

Программа написана на языке C# с использованием компилятора Microsoft Visual Studio 2013. Общий вид окна программы представлен на рисунке 2.

В начале работы пользователю необходимо выбрать один из четырех процессоров и задать одно из трех действий, которое он будет производить:

- чтение из памяти;
- запись в память;
- удаление блока из кэш-памяти.

Затем выбирается один из 12 блоков оперативной памяти. На выходе будет получен результат работы протокола MESI в виде двух компонент: состояния строки кэш-памяти процессора (поле «MESI») и номера одного из 12 блоков памяти, который в этой строке находится (поле «Кэш»). Такая пара компонент соответствует каждому из четырех процессоров.

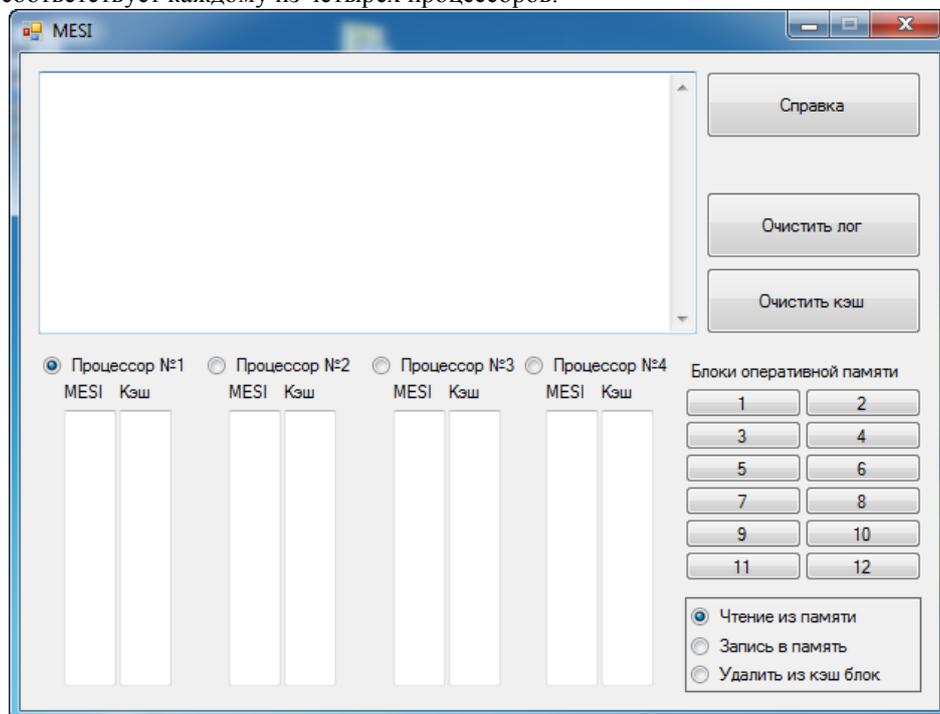


Рисунок 2 – Интерфейс программы моделирования

Программа моделирования может быть использована для обучения студентов направления «Информатика и вычислительная техника».

#### Литература

1. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем. – СПб.: Питер, 2014. – 688 с.
2. Сафонова И.Е., Жарков С.В., Гуляев Д.Ю. MESI протоколы в мультипроцессорных средах. – М.: МИЭМ, 2002. – 16 с.

### НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УГЛОВ

Удалов А.Ю., Мурашкина Т.И., Бадеева Е.А., Конин Е.Н.  
Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Рассматривается новый способ преобразования механических параметров воздушных потоков в волоконно-оптических датчиках аэродинамических углов.

#### **New way of measurement of parameters of the air stream by means of the fiber and optical sensor of aerodynamic corners**

**Udalov A.Yu., Murashkina T.I., Badeeva E.A., Konin E.N.**  
The new way of transformation of mechanical parameters of air streams in fiber-optical sensors of aerodynamic corners is considered.

В настоящее время рост требований к измерению высотно-скоростных параметров и появление новых типов летательных аппаратов (ЛА) вызывают необходимость проектирования новых датчиков аэродинамических углов (ДАУ), обладающих высокими техническими характеристиками. В течение последних десяти лет наблюдается впечатляющий прогресс в научных исследованиях и изобретениях в области волоконно-оптических датчиков и связанных с ними систем обработки сигнала. Перспективным

направлением как в части повышения метрологических свойств, надежности, отказобезопасности, так и в части улучшения эксплуатационных характеристик – снижения массы, энергопотребления, габаритов, вредного аэродинамического сопротивления, номенклатуры компонентов, упрощения обслуживания, является построение системы воздушных сигналов на основе волоконно-оптических датчиков.

Одними из самых распространенных устройств для измерения аэродинамического угла летательного аппарата являются флюгерные датчики аэродинамических углов [1]. Такие датчики аэродинамических углов представляют собой измерительные устройства точной механики, чувствительные элементы которых выполнены в виде вращающихся в опорах удобообтекаемых тел (флюгера), вынесенных за пределы пограничного слоя летательного аппарата. Под действием аэродинамических сил флюгер ориентируется по направлению набегающего воздушного потока и угловое положение флюгера относительно направления продольной оси летательного аппарата определяет величину и знак аэродинамического угла в месте установки датчика. Из-за наличия в набегающем воздушном потоке подвижного элемента в виде свободно ориентирующегося флюгера флюгерный датчик аэродинамических углов критичен к нагружению подвижной системы, ее несбалансированности, подвержен аэродинамическим возмущениям набегающего воздушного потока, связанным с турбулентностью атмосферы и пульсациями потока, устранение влияния которых приводит к усложнению конструкции ДАУ. Из-за малости устанавливаемого момента флюгера при скоростях полета менее 70...100 км/ч, а также на неустановившихся режимах, связанных с выполнением пространственных маневров летательного аппарата, флюгерные ДАУ имеют значительные погрешности. Поэтому в процессе разработки к волоконно-оптическому ДАУ предъявлялись требования универсальности и компактности с одновременным расширением диапазона измерений и повышения его точности.

Авторами разработан новый подход к определению углового положения относительно потока воздуха, который воплощен в новом способе и реализующем его устройстве: волоконно-оптическом ДАУ, обеспечивающем измерение местных аэродинамических углов и выдачу электрических сигналов, пропорциональных этим углам, в основе которого используется волоконно-оптический преобразователь сильфонного типа [2].

Новый способ измерения параметров заключается в следующем: 1) от одного источника излучения формируют два одинаковых световых потока двух измерительных каналов путем разделения потока ИИ в двух подводящих оптических волокнах (ПОВ) первого и второго измерительных каналах (ИК), расположенных симметрично относительно светоизлучающей площадки источника излучения; 2) формируют на излучающих торцах ПОВ первого и второго ИК два одинаковых световых потока в виде полых усеченных конусов с толщиной стенок, равной диаметру сердцевины оптического волокна; 3) определяют местоположение поперечных сечений в полых усеченных конусах, в которых распределение освещенности равномерное; 4) располагают модулирующий элемент (МЭ) с двумя отражающими поверхностями на воспринимающем элементе между оптическими волокнами первого и второго ИК в зоне с равномерным распределением освещенности, 5) воспринимающий элемент изменяет свое угловое положение при воздействии на него воздушного потока, параметры которого определяют; 6) направляют световые потоки с выхода ПОВ первого и второго ИК на соответствующие отражающие поверхности МЭ; 7) вводят одну часть отраженного от МЭ светового потока в отводящие волокна (ООВ1) первого ИК; 8) вводят вторую часть отраженного от МЭ светового потока в отводящие волокна ООВ2 второго ИК; 9) передают световые потоки, несущие информацию об угловом положении отражающих поверхностей, по ООВ1 и ООВ2 на приемники излучения первого и второго ИК соответственно.

Конструктивные особенности волоконно-оптического ДАУ, реализующего данный способ:

1. Приемник воздушного давления – клиновидная пластина, установленная в набегающем на самолет воздушном потоке, воспринимает давления, по которым определяют угловое положение вектора истинной воздушной скорости в связанной скоростной системе координат - углы атаки и скольжения.

2. Принцип преобразования, позволяющий отказаться от механической системы с подвижными элементами. Реализованная дифференциальная схема преобразования оптического сигнала в зоне восприятия измеряемой физической величины позволяет снизить погрешность волоконно-оптических датчиков аэродинамических углов [3].

3. Применение волоконно-оптического преобразователя сильфонного типа позволяет повысить точность измерения параметров, а также соответствует требованиям разработки в части улучшения эксплуатационных характеристик – снижения массы, энергопотребления, габаритов, номенклатуры компонентов, упрощения конструкции и обслуживания.

На рисунке 1 приведен один из вариантов волоконно-оптического ДАУ [4].

В корпусе 4 установлено основание 1 с закрепленным в нем рабочим торцом волоконно-оптического кабеля 9, На платформе 5 закреплена державка с сильфоном 2, в которой жестко закреплена пластина 3, имеющая две зеркально отражающие поверхности. Винтами 6 и 12 в основании 1 закреплены

наконечники 6 с оптическими волокнами после выполнения процедуры юстировки, которая заключается в определении расстояния между ПОВ и МЭ, при котором получают линейную функцию преобразования, максимальную чувствительность преобразования оптических сигналов в каждом ИК.

На платформе 5 устанавливается воспринимающий элемент (на рисунке не показан) на расстоянии  $L$  относительно оптической оси датчика. Конструкция воспринимающего элемента зависит от диапазона измеряемых физических величин, от типа и конструкции ЛА, на котором установлен датчик, и др.

Ширина металлической пластины 3 выбирается таким образом, чтобы размеры светового пятна в диапазоне измерения не превышали размеры пластины.

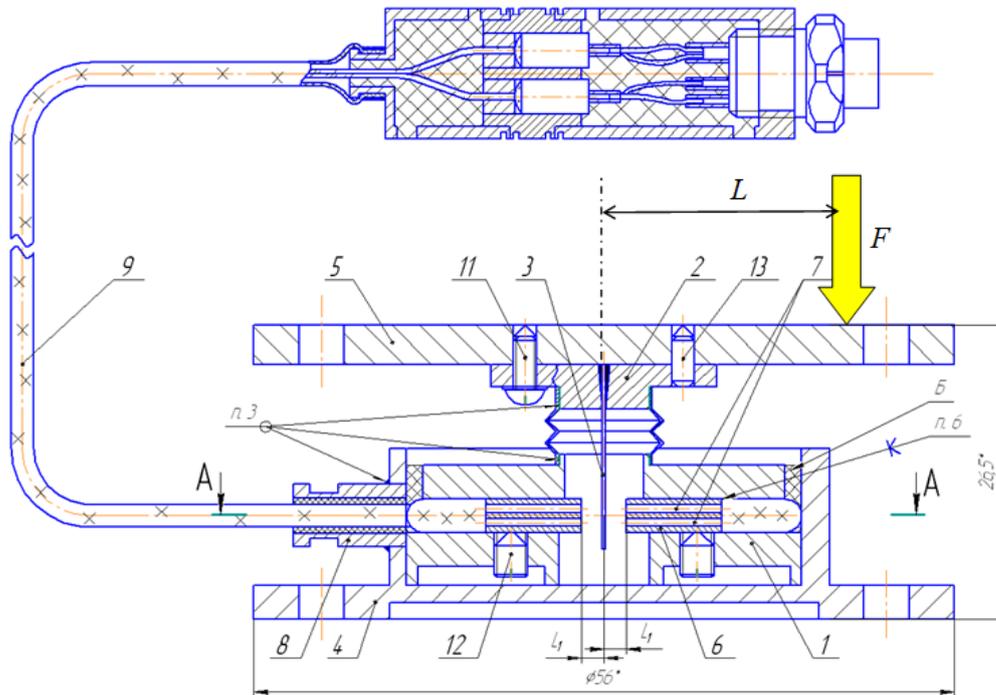


Рисунок 1

1 – основание; 2 – державка с сильфоном; 3 – металлическая пластина; 4 – корпус; 5 – платформа; 6 – наконечники; 7 – оптические волокна; 8 – втулка; 9 – волоконно-оптический кабель

Рисунок 1 – Волоконно-оптический датчик аэродинамических углов

Принцип действия волоконно-оптического ДАУ в общем случае заключается в следующем: световые потоки  $\Phi_{01}$  и  $\Phi_{02}$  от источника излучения ИИ через узлы юстировки УЮ1 по подводящим оптическим волокнам ПОВ1 и ПОВ2 направляются в зону измерения к первой и второй отражающим поверхностям МЭ соответственно (рисунок 2).

При воздействии воздушного потока на воспринимающий элемент, создается крутящий момент  $M=LxF$ , где  $F$  – сила, с которой воспринимающий элемент действует на платформу 5. При этом платформа 5 поворачивается на угол  $\alpha$  относительно горизонтального положения, соответственно на данный угол перемещается пластина 3 относительно торцов ВОК (см рисунок 1). При этом изменяются интенсивности отраженных световых потоков  $\Phi_1(\alpha)$  и  $\Phi_2(\alpha)$  соответственно. По отводящим оптическим волокнам ООВ1 и ООВ2 световые потоки  $\Phi_{01}(\alpha)$  и  $\Phi_{02}(\alpha)$  через узлы юстировки УЮ2 и УЮ3 поступают на приемники излучения ПИ1 и ПИ2 первого и второго ИК соответственно. С выхода оптоэлектронного блока (ОЭБ) снимаются электрические сигналы  $I_1(\alpha)$  и  $I_2(\alpha)$ . Данные сигналы поступают на вход блока преобразования информации, где происходит, например, операция деления сигналов  $I_1(\alpha)$  и  $I_2(\alpha)$ .

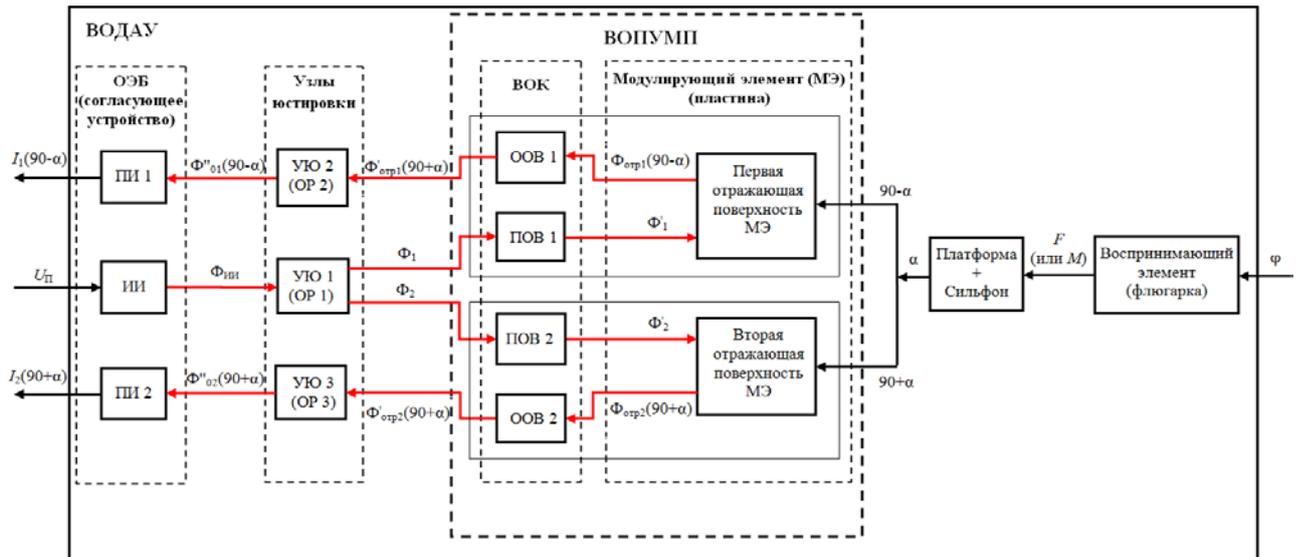


Рисунок 2 – Структурная схема ВОДАУ

При финансовой поддержке в форме гранта Минобрнауки РФ Ведущей научной школы РФ «Волоконно-оптическое приборостроение» НШ-681.2014.10 и при финансовой поддержке РФФИ в форме гранта 15-08-02675

#### Литература

- 1 Авиационные приборы и системы: учебное пособие / Г.И. Ключев, Н.Н. Макаров, В.М.Солдаткин ; под ред. В.А.Мишина.- Ульяновск: УлГУ, 2000.-344 с.
- 2 Разработка теории распределения светового потока в оптической системе волоконно-оптических преобразователей физических величин отражательного типа: *Монография* / Бадеева Е.А., Коломиец Л.Н., Кривулин Н.П., Мурашкина Т.И., Пивкин А.Г./ИИЦ ПГУ, 2008 - 85 с./ Под общ. ред. Профессора Мурашкиной Т.И.
- 3 Серебряков К.Д., Волоконно-оптический датчик аэродинамических углов на основе дифференциального преобразователя угловых перемещений// Т.И. Мурашкина, Е.А. Бадеева, Д.И. Серебряков, К.Д. Серебряков, А.Ю.Удалов, О.В.Юрова//Современная электроника.-2013. - №8.- С.54-55.
- 4 Волоконно-оптический датчик аэродинамических углов / Т.И. Мурашкина Е.А. Бадеева, Д.И. Серебряков, О.В. Юрова, И.С. Рубцов// Авиакосмическое приборостроение. – 2015. – № 5. – С. 18–25.

### ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИЩЕННОГО СБОРА, ОБРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В SCADA СИСТЕМАХ

Бершадский А.М., Нефедова И.С., Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Финогеев Е.А.  
 Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Рассмотрена технология защищенного сбора, обработки и интеграции больших сенсорных данных (BigSensorData), получаемых в процессе мониторинга распределенных объектов сетей инженерных коммуникаций в системах городского теплоснабжения и энергоснабжения. Основной концепцией предлагаемого подхода к организации процессов распределенной обработки является модель туманных (fog computing) вычислений для сбора, накопления, очистки, нормализации и агрегирования сенсорных данных на узлах сенсорной сети и/или промышленных контроллерах приборов автоматизации и учета энергетических показателей. Особое внимание уделяется процессам обеспечения информационной безопасности в отношении узлов сбора и обработки данных и каналов связи беспроводных сенсорных сетей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-01720

**The technology of secure collection, processing and integration of sensory data in SCADA systems. Bershadsky A.M., Nefedova I.S., Finogeev A.A., Finogeev A.G., Finogeev E.A.**

The article considers the technology a secure collection, processing and integration of big sensor data, obtained in the monitoring process distributed object network of engineering communications in city heat and

energy supply systems. The basic concept of the proposed approach to the organization of the distribution process is a processing model fog computing for the collection, storage, cleaning, normalization and aggregation of sensor data directly to the sensor network nodes and/or industrial controllers of the automation and metering devices. Particular attention is paid to the processes of information security in respect of units for collecting data and the communication channels of wireless sensor networks.

Разработка систем мониторинга территориально распределенных объектов, систем и процессов природного, техногенного и антропогенного характера в настоящее время не может быть реализована без использования гетерогенной транспортной среды, которая используется для сбора сенсорных данных [1,2]. Данные необходимы для анализа и прогнозирования состояния и функционирования объектов мониторинга и параметров технологических процессов и различных дестабилизирующих явлений. Для обеспечения процедур мониторинга необходим сбор, обработка и интеграция большого объема телеметрических данных, которые поступают с датчиков, приборов учета и контроля, размещаемых на пространственно-распределенных объектах сетей инженерных коммуникаций [3,4]. Для сбора сенсорных данных с удаленных объектов мониторинга часто приходится использовать инфраструктуру сетей сотовой связи или строить собственные сенсорные сети с применением беспроводных технологий передачи данных [5]. Важным аспектом здесь являются исследования в направлении развития технологий сенсорных ячеистых сетей, создаваемых на базе множества беспроводных автономных модулей, обладающих достаточной мощностью для решения вычислительных задач [6,7]. Такие модули могут не только собирать данные с датчиков и приборов промышленной автоматики, но и выполнять несложные вычисления в плане фильтрации и анализа, очистки и нормализации, агрегации и вычисления интегральных показателей, накопления и хранения данных, прогнозирования и т.п., реализуя модель «туманных» вычислений (fog computing) [8].

Понятие «инженерные сети или коммуникации» обозначает системы, обеспечивающие жизнедеятельность населения, хозяйственную деятельность жилищно-коммунальных и промышленных предприятий. Основными моделями и методами, которые используются для организации защищенного сбора и обработки данных в системе мониторинга объектов инженерных сетей являются:

1. Метод структурирования сенсорных данных в многомерном хранилище на основе модели представления в виде срезов динамических гипертаблиц для интеллектуального анализа и извлечения знаний в режимах приближенных к реальному времени.

2. Метод удаленного вызова процедур RPC для выполнения операций «свертки-отображения» срезов многомерной динамической гипертаблицы в процессе интеллектуального анализа агрегированных показателей мониторинга.

3. Модель сбора данных, агрегированных и прогнозных показателей с удаленных сенсорных узлов на основе технологии сериализации (маршаллинга) при интеграции потоков данных с различных источников с координатной и временной привязкой на основе технологии геотегирования и временной синхронизации.

4. Мультиагентная модель организации туманных вычислений на распределенных узлах сенсорной сети и контроллерах ПЛИС с поддержкой механизма спонтанной миграции агентов через виртуальные маршруты, построенные с использованием стандартных протоколов маршрутизации ZigBee (Hierarchical Routing, AODV - Ad hoc On Demand Distance Vector, Many-to-One Routing).

5. Метод управления ключами для асимметричной криптографической технологии гибридного шифрования с стеганографическим способом с модификацией алгоритмов динамической маршрутизации и скрытия ключевой информации в маршрутных кадрах для защиты передаваемых сенсорных данных.

6. Модель гетерогенной беспроводной среды для сбора, обработки и интеграции сенсорных данных с сегментами сетей ZigBee, WiGi, Ethernet, GPRS, 3G, 4G, ГЛОНАСС/GPS.

7. Методы обработки и интеллектуального анализа сенсорных данных с использованием технологий OLAP, KDD, Data Mining, сценарных методов анализа данных [10].

8. Принцип «повсеместного» широкополосного доступа 4A («Anytime», «Anywhere», «Anything», «Anybody») к серверным приложениям, агентам туманных вычислений и многомерному информационному хранилищу с мобильных средств связи персонала с возможностью позиционирования и слежения за их перемещениями на цифровой карте местности посредством технологии трекинга спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

9. Методика пространственного анализа сенсорных данных при мониторинге процессов техногенного и природного характера в распределенных сложных системах инженерных коммуникаций для предотвращения техногенных аварий и катастроф.

Основными компонентами системы мониторинга распределенных объектов инженерных сетей можно считать:

- сервис-ориентированную архитектуру (SOA) подсистемы сбора данных посредством сенсорных узлов, размещенных на удаленных объектах мониторинга с подключением приборов учета и контроля энергии, а также датчиков утечки энергоносителей, пожарной и охранной сигнализации и т.п.,
- телекоммуникационную транспортную среду на основе беспроводных технологий передачи данных, включающую сегменты сенсорных сетей со спецификацией ZigBee PRO FEATURE SET (реализация стандарта 6LoWPAN над стандартом IEEE 802.15.4), сотовой связи (стандарты GPRS, EDGE, WCDMA, LTE Advanced), сегменты WiFi сетей (802.11n),
- мультиагентную архитектуру системы туманных вычислений с мигрирующими агентами в сенсорные узлы и контроллеры ПЛИС для решения задач накопления, структурирования и агрегации сенсорных данных.
- двухплатформенную архитектуру серверного диспетчерского Data центра, включающую вычислительный кластер серверов небольшой мощности на первом уровне и графические процессоры видеокарт серверных узлов на втором уровне с поддержкой технологии CUDA для повышения производительности в процессе интеллектуального анализа и обработки больших сенсорных данных (BigSensorData).
- систему интеграции данных и агрегатов в многомерное информационное хранилище через объектно-реляционный адаптер (ORM) Hibernate, с использованием системы Cassandra в качестве промежуточного кэша между «туманными» агентами, серверными приложениями интеллектуального анализа и реляционной БД Oracle,
- многомерное информационное хранилище, построенное на основе комбинации промышленного SQL хранилища Oracle с распределенной нереляционной системой хранения массивов данных Cassandra, используемой для кэширования срезов многомерного хранилища,
- систему интеллектуального анализа (Data Mining) на основе серверных приложений, размещаемых на узлах локального вычислительного кластера с представлением модулей в виде набора веб-служб, взаимодействующих по протоколу SOAP (версия 2) через стандартизированные интерфейсы на базе языка разметки XML (версия 4),
- унифицированный кроссплатформенный механизм доступа к информационному хранилищу, серверным приложениям SCADA системы, агентам туманных вычислений со стационарных и мобильных платформ со свойством интероперабельности,
- систему пространственного анализа на платформе ArcGIS 9 для координатной привязки объектов мониторинга, сенсорных узлов, приборов автоматизации, учета и контроля энергоносителей, модемов сотовой связи, мобильных средств связи персонала, трекеров автомобильного транспорта аварийно-ремонтных бригад к цифровой картографической основе, загружаемой из геосервисов Google Map и Yandex Map,
- инструментальные средства SOAP Toolkit для реализации таких механизмов обеспечения защищенного доступа к сенсорным данным и результатам мониторинга в многомерном хранилище, как методика аутентификации Active Directory, протокол аутентификации Kerberos, способ аутентификации через прокси-сервер.

Переход к повсеместному использованию беспроводных технологий для мониторинга распределенных объектов и удаленного доступа к информационным системам с мобильных платформ требует повышенного внимания к обеспечению информационной безопасности. Это связано с необходимостью организации защищенных процессов сбора, передачи и обработки сенсорных данных в беспроводной транспортной среде с возможностью открытого публичного доступа. Понимание и оценка угроз информационной безопасности — это основа для реализации проектов по созданию, внедрению и эксплуатации SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) систем диспетчерского контроля [9]. На большинстве современных предприятий, использующих системы диспетчерского управления и сбора данных отсутствуют механизмы анализа и управления инцидентами безопасности, либо вовсе не разработаны и внедрены мероприятия, препятствующие возникновению и реализации информационных рисков. В беспроводных сетях, которые становятся основной транспортной инфраструктурой для удаленного сбора данных с пространственно-распределенных объектов мониторинга (инженерные сети систем энергоснабжения города, региона), довольно сложно и часто невозможно применять традиционные меры обеспечения информационной безопасности [11]. В сенсорных сетях и сетях сотовой связи это связано с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами сенсорных узлов и модемов сотовой связи. В связи с этим организация и внедрение модели «туманных» вычислений для сбора и обработки сенсорных данных требует разработки комплекса механизмов для проблем обеспечения физической и информационной безопасности, как удаленных вычислительных узлов, так и беспроводных каналов передачи данных [12].

Для существующих SCADA систем наилучшим способом защиты является технология физической изоляции («воздушного зазора») сетевых узлов и транспортной среды, что возможно только для проводной сети сбора данных. Беспроводные каналы связи и особенно каналы сетей сотовой связи

публичного доступа всегда будут находиться в зоне риска. Целью обеспечения безопасности является создание такой архитектуры системы распределенной обработки данных, которая защищает контроллеры домена, глобальный административный каталог, информационное хранилище, пользовательские системы доступа от внешних атак, повышает стойкость каждого сенсорного сегмента и беспроводного канала связи, обеспечивает физическую и информационную защиту удаленных узлов и устройств, шифрование кадров данных и т.д. Методы обеспечения информационной безопасности и защиты сенсорных данных сводятся к разработке и внедрению комплексной многослойной модели для всех компонент беспроводной среды «туманных» вычислений.

#### Литература

1. Farrukh Shahzad Satellite Monitoring of Wireless Sensor Networks (WSNs) Original Research Article, *Procedia Computer Science*, Volume 21, 2013, Pages 479-484
2. Финогеев А.Г., Дильман В.Б., Маслов В.А., Финогеев А.А. Система удаленного мониторинга и управления сетями теплоснабжения на основе беспроводных сенсорных сетей // *Прикладная информатика*. – № 3(33).- Москва: Изд. Маркет DS. 2011 – с.83-93.
3. Eisa Aleisa Wireless Sensor Networks Framework for Water Resource Management that Supports QoS in the Kingdom of Saudi Arabia Original Research Article, *Procedia Computer Science*, Volume 19, 2013, Pages 232-239
4. Финогеев А.Г., Дильман В.Б., Финогеев А.А., Маслов В.А. Оперативный дистанционный мониторинг в системе городского теплоснабжения на основе беспроводных сенсорных сетей // *ж. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки*. - Пенза: Изд-во ПГУ. - 2010. - № 3. - с. 27-36.
5. Камаев, V.A., Fionova, L.R., Finogeev, A.G., Finogeev, A.A. Wireless monitoring and control at urban heating supply system / *International Journal of Applied Engineering Research - Research India Publications - Volume 10. - № 3 (2015). - pp. 6499-6507.*
6. K. Lorincz, D. Malan, T.R.F. Fulford-Jones, A. Nawoj, A. Clavel, V. Shnayder, G. Mainland, M. Welsh, S. Moulton, Sensor networks for emergency response: challenges and opportunities, *Pervasive Computing for First Response (Special Issue)*, IEEE Pervasive Computing, October–December 2004.
7. ZigBee Specification Overview / URL: <http://www.zigbee.org/Specifications/ZigBee/Overview.aspx>.
8. Flavio Bonomi, Rodolfo Milito, Jiang Zhu, Sateesh Addepalli Fog Computing and Its Role in the Internet of Things // *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing.*, 2012. С. 13–16.
9. Финогеев А.Г., Нефедова И.С., Тхай Куанг Винь Проблемы безопасности беспроводной сенсорной сети в SCADA системах АСУ ТП // *ж. «Известия Волгоградского государственного технического университета», серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах»*. - Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. – т. №6 (133). - 2014. - вып. 20. – с. 129-138.
10. Камаев В.А., Финогеев А.Г., Нефедова И.С., Финогеев Е.А. Инструментальные средства облачного мониторинга распределенных инженерных сетей // *ж. «Известия Волгоградского государственного технического университета», серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах»*, ISSN: 1990-5297. - Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. – т. 22, №25 (152). - 2014. - вып. 20. – с. 164-176.
11. А.Г. Финогеев, Нефедова И.С., Финогеев Е.А., Тхай Куанг Винь, Ботвинкин П.В. Анализ и классификация атак через беспроводные сенсорные сети в SCADA системах // *ж. «Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии»* - Астрахань: Изд-во АГУ (Астраханский Государственный Университет), ISSN - 2074-1707 - 2014. - №1. – с. 12-23.
12. Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Нефедова И.С., Финогеева А.З. Информационная безопасность беспроводных сенсорных сетей в SCADA системах // *Материалы XI международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» (ИНФО-2014) (Россия, г. Сочи, 1-10 октября 2014г.)* - М:НИУ ВШЭ, 2014. – с. 529-531.

#### **МОНИТОРИНГ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ В СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ОБЛАЧНО-ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Мкртчян В.С., <sup>1</sup>Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Фионова Л.Р.

*Сидней, Австралия, Университет управления, информационных наук и технологий, <sup>1</sup>Пенза, Россия, Пензенский государственный университета*

Рассмотрена модернизированная платформа, которая работает в скользящем режиме и предназначена для осуществления облачно-туманного мониторинга распределенных объектов на примере сети инженерных коммуникаций системы городского теплоснабжения. Сбор, первичная обработка, структуризация и агрегирование сенсорных данных предлагается производить на узлах беспроводной сенсорной сети, либо в контроллерах приборов промышленной автоматики. Показаны возможности облачного сервиса TRIPLE H-Avatar с интеллектуальными агентами как сервис-ориентированной платформы, работающей в скользящем режиме.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-01720

**Monitoring of engineering networks in the sliding mode using the model cloud-cloud computing. Mkrtychyan V.S., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Fionova L.R.**

We consider an upgraded platform that runs in the sliding mode and is designed for a cloudy mist monitoring of distributed objects on the example of the network utilities of urban heating. Collection, primary processing, structuring and aggregation of sensor data is proposed to make wireless sensor network nodes or devices in industrial automation controllers. The possibilities of cloud service TRIPLE H-Avatar with intelligent agents as a service-oriented platform, operating in sliding mode.

В последнее время предприятия рассматривают возможности использования облачных технологий для аналитической обработки информации. Можно выделить две основные парадигмы технологий: облачные и туманные вычисления.

С понятием облачные вычисления тесно связано понятие параллельных распределенных вычислений (Grid computing). Термин Grid вычисления относится преимущественно к архитектуре компьютерных сетей и представляет собой ориентированный на виртуализацию способ организации вычислительного процесса, когда части задачи распределяются по свободным в данный момент ресурсам сети для решения задач, сложных для отдельно взятого узла, что требует использования специального ПО. Облачные вычисления (cloud computing) - это модель предоставления повсеместного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (сетям, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам) любой момент времени. Пользователь фактически использует только клиентское обеспечение в качестве средства доступа к сервисам, платформам и данным, а вся инфраструктура информационной системы находится на сервере сервис-провайдера. Туманные вычисления (fog computing) — это виртуальная платформа распределенных вычислений и служб хранения информации на оконечных терминальных устройствах, а также сетевые службы передачи данных между ними и центрами облачных вычислений.

Туманные вычислительные ресурсы в нашем случае представляют беспроводные сенсорные сети, узлы которых способны решать некоторые аналитические задачи. Каждый элемент «тумана» (сенсорный узел) является интеллектуальным агентом, обладающим небольшой вычислительной мощностью, флеш памятью, интерфейсом связи с датчиками или устройствами, радио интерфейсом для связи с другими аналогичными узлами, прошивкой с операционной системой и прикладным ПО обработки данных.

Ресурсы распределены по периферии сети и обработка данных в них производится в режиме реального времени вне зависимости от координатной привязки сенсорного узла к цифровой картографической основе. Такая возможность обеспечивается тем, что большинство ОС для беспроводных сенсорных узлов являются операционными системами реального времени. Протоколы ретрансляции и динамической маршрутизации позволяют строить гетерогенную среду ячеистой топологии для сбора и передачи информации с географически распределенных сенсорных узлов, выполняющих задачи по структуризации и агрегирования первичных неструктурированных данных. Согласно парадигме туманных вычислений можно использовать сенсорные узлы не только для сбора, оцифровки и передачи данных в центр накопления, но и выполнять определенные операции по обработке информации в зависимости от вычислительных возможностей устройств. Подобная обработка информации уже реализована на ретранслирующих узлах сенсорных сетей, где выполняются операции алгоритмов динамической маршрутизации. В нашем случае предлагается перенести на сенсорные узлы ряд операций связанных с накоплением первичных данных, очисткой и нормализацией, вычислением агрегированных показателей и возможно краткосрочных прогнозов.

Во-первых, это позволит снять нагрузку на низкоскоростные сенсорные сети передачи данных (стандарт 803.15.4 определяет пропускную способность до 250 кб/с в частотном диапазоне 2,4 ГГц), так как будут передаваться не все данные, а интеграционные и прогнозные показатели за определенное время работы. Координатор сенсорной сети может увеличить интервалы опросов сенсорных узлов, что приведет к повышению энергетической эффективности работы узлов-маршрутизаторов и автономности сенсорной сети в целом. Во-вторых, уменьшится вычислительная нагрузка подсистемы предварительной

обработки данных перед погружением их в хранилище и общий объем данных в хранилище. В-третьих, появляется возможность реализации потоковой интеллектуального анализа агрегатов данных и прогнозов в реальном времени, минуя стадии погружения в хранилище и извлечения данных в облачном вычислительном кластере обработки сенсорных данных). В-четвертых, открываются широкие возможности мониторинга работы приборов автоматики и исполнительных механизмов путем анализа интегрированных и прогнозных показателей на интеллектуальном сенсорном узле через подключение к нему переносного мобильного устройства с соответствующим программным приложением.

Для мониторинга, учета и анализа параметров энерго-, тепло-, водо- и газопотребления, показателей энерго эффективности и энерго потерь при генерации, транспортировке, потреблении и утилизации энергоносителей разрабатываются и внедряются диспетчерские SCADA системы. Для информационной поддержки работы таких систем используются различные способы сбора и обработки данных, получаемых с датчиков, приборов промышленной автоматики, приборов учета и контроля энергопотребления [1]. Несмотря на достижения в плане внедрения телекоммуникационных, информационных и гео информационных технологий для автоматизации технологических процессов производства и потребления энергоносителей существуют проблемы, сдерживающие широкое использование подобных систем, такие как «непрозрачность» исходных данных и протоколов, рассогласованность данных и информационных потоков, отраслевой специфики учета данных. Повсеместное внедрение интеллектуальных датчиков, приборов учета и контроля энергоносителей, накопление архивных данных в SCADA системах и требование учета множества разнородных показателей при синтезе прогнозных моделей для поддержки принятия решений привело к появлению проблемы, связанной с обработкой больших массивов неструктурированных и структурированных данных (BigData). Оперативность принятия решений также требует разработки новых технологий потоковой обработки информации, получаемой с пространственно-распределенных источников сенсорных данных в режиме реального времени. Для решения подобных задач предлагается внедрение новых методов сбора и анализа данных с использованием модели облачного мониторинга систем инженерных коммуникаций к которым относятся системы городского энерго-, тепло-, водо- и газоснабжения [2]. Целью внедрения модели облачного мониторинга является достижение энергетической результативности процессов генерации, распределения, потребления и утилизации энергоносителей, снижение энергетических потерь и повышение энерго эффективности тепловых источников и объектов теплоснабжения при условии выполнения нормативных температурных режимов.

Основные процедуры облачного мониторинга включают:

1. Наблюдение за состоянием объектов и технологическими процессами посредством целенаправленного и периодически повторяемого процесса сбора данных, их первичной обработки (очистки, нормализации, агрегирования) с последующей передачей через гетерогенную транспортную среду на облачный серверный кластер и «погружению» в многомерное облачное хранилище данных.
2. Ранжирование и классификация полученных данных по различным критериям, связанным с целями мониторинга, «погружение» в хранилище. Сравнение агрегированных групп показателей с аналогичными данными в другие временные интервалы или пространственные границы.
3. Периодический контроль параметров системы облачного мониторинга на предмет соответствия запланированным целям и необходимая корректировка.
4. Интеллектуальная обработка данных из хранилища для решения задач по извлечению знаний об объектах теплоснабжения и технологических процессах.
5. Управление и процесс принятия решений на основе полученной информации в структурированном и графическом формате вместе с рекомендациями для принятия управленческих решений в сложных многофакторных условиях.

Процесс облачного мониторинга объектов инженерных коммуникаций является инвариантным к любым сложным пространственно распределенным системам и включает ряд этапов, инвариантность достигается преднамеренным введением скользящего режима, который контролируется индикатором [3,4,5].

Таким образом, для обеспечения процессов мониторинга используются технологии: облачных и туманных вычислений, миграции программных агентов по узлам беспроводной сенсорной сети, распределенной обработки данных множеством агентов, обработки больших массивов сенсорных данных (BigSensorData) в потоковом режиме на базе модели «Отображение-свертка», представления агрегатов данных в виде динамической гипертаблицы, сценарного анализа и прогнозирования для моделирования и исследования внештатных и аварийных ситуаций и т.п. Аппаратно-программная платформа и инструментальные средства для практической реализации концепции облачного мониторинга на основе конвергенции облачных и туманных вычислений является инновационным функциональным и эффективным решением для создания новых систем управления и поддержки принятия решений.

### Литература

1. Финогеев А.Г., Нефедова И.С., Финогеев Е.А. Разработка системы мониторинга и поддержки принятия решений в процессе диспетчеризации городского теплоснабжения // Материалы междунар. науч.-практической конф. «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» (ИНФО-2013).- Россия, Сочи. - 2013г. - № 1. – с. 141-143.
2. Камаев В.А., Финогеев А.Г., Нефедова И.С., Финогеев Е.А. Инструментальные средства облачного мониторинга распределенных инженерных сетей // ж. «Известия Волгоградского государственного технического университета», серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах», - Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. – т. 22, №25 (152). - 2014. - вып. 20. – с. 164-176.
3. Mkrttchian, V., & Stephanova, G. (2013). Training of Avatar Moderator in Sliding Mode Control. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), Project Management Approaches for Online Learning Design (pp. 175-203). Hershey: PA: IGI Global.
4. Mkrttchian, V., Kataev, M., Hwang, W., Bedi, S., & Fedotova, A. (2014a). Using Plug-Avatars “hhh” Technology Education as Service-Oriented Virtual Learning Environment in Sliding Mode. In G. Eby & T. Vokan Yuzer (Eds.), Emerging Priorities and Trends in Distance Education: Communication, Pedagogy, and Technology. Hershey: PA: IGI Global.
5. Mkrttchian, V., Kataev, M., Shih, T., Kumar, M., & Fedotova, A. (2014). Avatars “ННН” Technology Education Cloud Platform on Sliding Mode Based Plug- Ontology as a Gateway to Improvement of Feedback Control Online Society. International Journal of Information Communication Technologies and Human Development, 6(3), pp. 13-31, July-September 2014. Hershey, PA: IGI Global

### КОНСТРУКТОРСКО -ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСБОРОК ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Хади О.Ш., \*Литвинов А.Н.

*Багдад, Ирак ,Технологический Университет ; \*Пенза, ПГУ*

Для микросборок, имеющих замкнутые корпуса прямоугольного типа, и содержащих многослойные платы выполнено моделирование НДС их элементов при внешнем вибрационном воздействии. Моделирование основано на методе конечных элементов, реализованного в пакете ANSYS применительно к гетерогенной структуре микросборки. Исследовано влияние конструкторско-технологических параметров на динамические характеристики элементов микросборок.

#### **Design -technological aspects designing microassemblages of instrument making products under dynamical action. Hadi A. Sh., Litvinov A. N.**

This article For microassemblages with closed housing rectangular type, and containing multilayer boards modeled S.S.S. of their elements with external vibration effects. Modeling based on the finite element method, implemented in a package ANSYS applied to micro-heterogeneous structure. Investigated the effect of design and process parameters on the dynamic characteristics of elements microassemblies.

Анализ конструктивных особенностей современных изделий приборостроения и их составных частей показывает, что большинство из них предоставляет собой гетерогенные структуры. Для исследования процессов, происходящих в структурах этих изделий под действием внешних факторов, необходима разработка математических моделей и комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов, позволяющих адекватно описывать процессы и напряженно - деформированное состояние (НДС) на всех этапах их жизненного цикла : в процессе их изготовления, испытаний, хранения, транспортировки и эксплуатации [1,2]. Анализ отказов изделий приборостроения и их составных частей позволяет утверждать , что большинство отказов происходит при вибрационных воздействиях , которые способствуют развитию латентных дефектов в наиболее нагруженных элементах микросборок [3,4].

Рассмотрим внешнее динамическое воздействие на микросборку, которая крепится к изделию винтами в четырех точках и имеет габаритные размеры корпуса по осям  $x, y, z$  соответственно  $a \times b \times H$ , где  $a \times b$  - размеры в плане;  $H$  - высота корпуса. На основании корпуса (рис.1) расположена плата, имеющая толщину  $h$  и размеры в плане  $a_n \times b_n$ . Плата крепится к основанию паяным или клеевым швом толщиной  $h_{ш}$ . Материал платы характеризуется модулем  $E_n$  и коэффициентом Пуассона  $\nu_n$ , а материал шва модулем сдвига  $G_{ш}$  и коэффициентом Пуассона  $\nu_{ш}$ . В общем случае считается, что грани корпуса микросборки изготовлены из различных материалов, механические свойства которых характеризуются модулями

упругости  $E_j$  и имеют толщины  $h_j$ , где  $j = 1, 2, \dots, 6$  – номер грани. Считаем, что  $j = 6$  соответствует крышке корпуса,  $j = 1$  – основанию с платой,  $j = 2 \dots 5$  – боковым стенкам корпуса. На микросборку в направлении  $z$  действует гармоническая вибрация.

В качестве адекватной модели, позволяющей исследовать динамические процессы в элементах микросборки, используется пространственная модель микросборки в виде гетерогенной структуры с использованием метода конечных элементов, реализованного в программном комплексе ANSYS. Такая модель позволяет учитывать взаимное влияние граней корпуса, реальные размеры плат и их места расположения на гранях, а также влияние физико-механических характеристик применяемых материалов плат, шва и граней корпуса. Модель позволяет учитывать наличие внутри корпуса нескольких многослойных плат. Предложенная модель является наиболее общей по сравнению с моделями, представленными в [3].

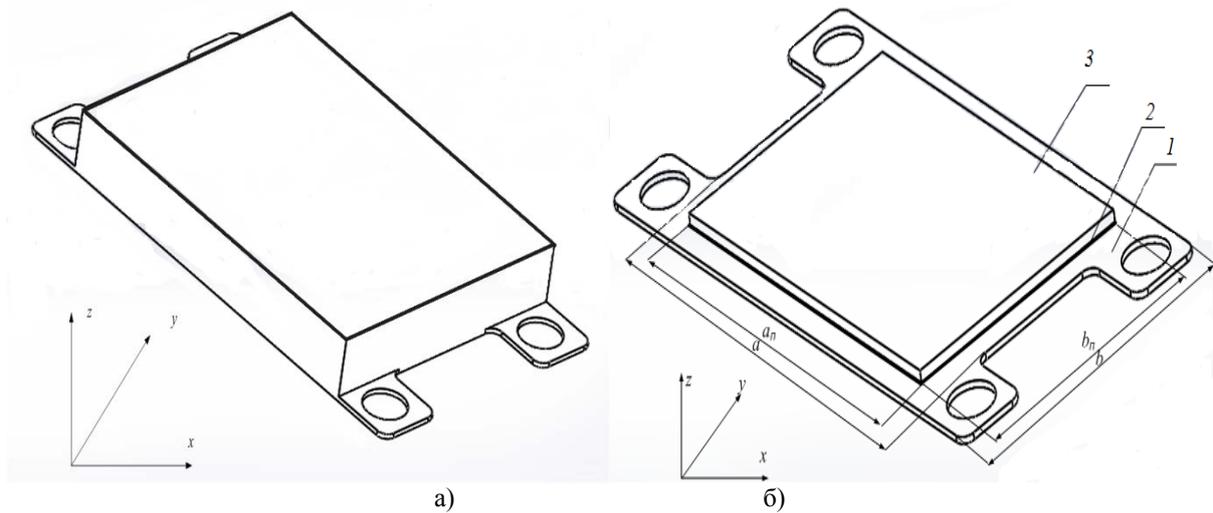


Рис. 1. Конструкция микросборки; а-общий вид; б-основание с платой: 1-основание, 2-шов, 3-плата

Исследованы динамические характеристики различных типоразмеров микросборок. Установлено, что формы колебаний микросборок, их собственные частоты и места расположения наиболее нагруженных зон их элементов, где возможно возникновение и развитие дефектов, существенно зависят от массогабаритных размеров микросборок и особенностей их конструктивного исполнения: количества и размеров плат, высоты микросборки. При увеличении высоты микросборки проявляются изгибно-крутильные формы собственных колебаний, при которых наиболее нагруженными являются зоны, расположенные на проушинах, через которые микросборка крепится к изделию. Это связано со смещением центра масс микросборки при увеличении ее высоты.

Примера приведем некоторые результаты численного моделирования динамических характеристик для микросборки, имеющей следующие размеры:  $a \times b \times H = (36 \times 24 \times 5)$  мм. Плата расположена в центре основания и крепится к нему клеем ВК -9. Корпус изготовлен из сплава 29НК ( $E_j = 1,4 \cdot 10^5$  МПа,  $\nu_j = 0,3$  при  $j = 1, 2, \dots, 6$ ); плата – из ситалла ( $E_n = 9,693 \cdot 10^5$  МПа,  $\nu_n = 0,25$ ), а свойства шва характеризуется модулем сдвига  $G_{ш} = 1000$  МПа. Толщины элементов микросборки приняты следующими:  $h_j = 0,4$  мм (при  $j = 1, 2, \dots, 6$ );  $h = 0,6$  мм;  $h_{ш} = 0,1$  мм. В качестве характеристики рассеяния используется логарифмический декремент затухания. Рассмотрены три варианта микросборки:

I вариант: плата имеет размеры  $a_n \times b_n = (30 \times 20)$  мм; II вариант: плата имеет размеры  $a_n \times b_n = (15 \times 10)$  мм; III вариант: плата из I варианта разрезана на две части размером  $a_n \times b_n = (15 \times 20)$  мм каждая (расстояние между ними 1 мм).

Анализ пространственной анимационной картины деформаций элементов конструкций микросборок показал:

- основными резонирующими элементами являются крышка и основание с платой, а их основными формами являются изгибные колебания;

- наиболее опасными являются резонансные явления, возникающие в основании с платой, т.к. в этом случае возможно возникновение и развитие дефектов в виде микротрещин в клеевых (паяных) швах, а также ухудшение метрологических характеристик микросборки из-за повышенной деформации резистивных элементов, расположенных на поверхности платы.

На рис.2 показано напряженно - деформированное состояние (НДС) микросборки II, соответствующее первой (нижней) резонансной частоте  $f_1 = 3210$  Гц при ускорении вдоль оси  $z$  равном  $10g$ . Анализ НДС элементов микросборки проводился по эквивалентным напряжениям, которые

определялись по критерию Мизеса. Флажками показаны точки элементов микросборки, в которых достигаются максимальные эквивалентные напряжения ( $\sigma_{\text{экр}}$ ) при резонансе.

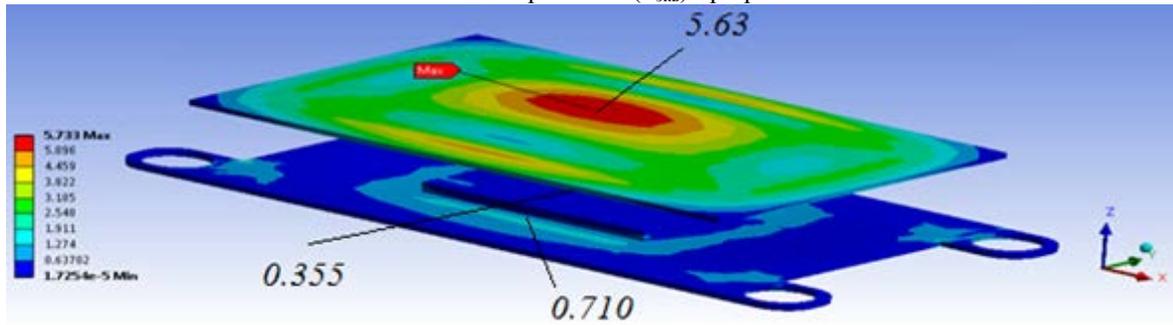


Рис. 2 НДС элементов микросборки II.

В табл. 1 приведены значения первых пяти резонансных частот и НДС элементов микросборок, соответствующие этим частотам. Здесь  $f_j$  - резонансная частота,  $j$  - номер резонансной частоты,  $\sigma_{\text{экр}}$  - эквивалентные напряжения в центре крышки и платы. Логарифмический декремент для микросборки  $\delta=0,133$ .

Таблица 1.

Напряжения  $\sigma_{\text{экр}}$  в элементах микросборок

$j$	Микросборка I			Микросборка II			Микросборка III		
	$f_j$ , Гц	$\sigma_{\text{экр}}$ (МПа)		$f_j$ , Гц	$\sigma_{\text{экр}}$ (МПа)		$f_j$ , Гц	$\sigma_{\text{экр}}$ (МПа)	
		крышка	плата		крышка	плата		крышка	плата
1	3252	7,1	0,044	3210	5,63	0,355	3249	7,03	0,0431
2	5234	0,289	0,645	4028	2,11	3,01	5234	0,277	0,268
3	5671	0,801	2,22	5181	0,342	0,14	5343	0,533	2,11
4	7362	0,342	0,168	6286	0,299	0,0826	7344	0,331	0,124
5	8478	1,36	0,086	7301	0,0345	0,0627	8479	1,32	0,13

Численное моделирование НДС, проведенное для различных типоразмеров микросборок, показало, что положение наиболее нагруженной зоны конструкции существенно определяется формой колебаний, реализуемой в элементах конструкции при динамическом воздействии, а также размерами платы и корпуса микросборки.

С точки зрения обеспечения надежности микросборки при эксплуатационных динамических воздействиях наибольший интерес предоставляет анализ НДС платы, шва и основания микросборки, который позволяет определить зоны возможного образования латентных дефектов и на ранних этапах конструкторский разработки микросборок и принять соответствующие конструкторско-технологические решения, обеспечивающие вибропрочность конструктивных элементов и микросборки в целом.

Анализ НДС платы позволяет определять наименее деформируемые зоны на поверхности платы, в которых рекомендуется размещать тензорезистивные элементы для уменьшения метрологической погрешности микросборки при внешнем динамическом воздействии.

#### Литература

1. Hadi A. Sh. Study of layer structures in the devices of instrument engineering for increasing safety in the process of their operational lifetime/ A. Sh. Hadi, A.N. Litvinov // ISJ theoretical & applied Science . 2015.-N 04 (24),-p.101-107.
2. Хади, О. Ш. Мониторинг состояния слоистых структур изделий приборостроения для повышения безопасности в процессе их жизненного цикла / О. Ш. Хади, А.Н. Литвинов // Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Междунар. симп. -М.: ДМК Пресс, 2015.- С.322-325.
3. Литвинов, А. Н. Моделирование динамических процессов в изделиях приборостроения: монография / А.Н. Литвинов. - Пенза : Изд-во ПГУ, 2011. - 196 с.
4. Хади, О. Ш. Исследование влияния конструктивных особенностей плат на их динамические характеристики/ О. Ш. Хади, А.Н. Литвинов, Г.В. Гуральник // Надежность и качество: Труды Междунар. симп., Т.1.-Пенза:Изд-во ПГУ, 2015.-С.245-250.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ САМОЛЁТ: ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ

*Халютин С.П.*

*Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»*

Рассмотрен процесс создания электрического летательного аппарата (ЛА), при этом предпринята попытка максимально использовать возможности автоматизации этапов разработки с целью сокращения сроков и получения максимально эффективного образца.

### **Electric aircraft: the stages of creation. Khalyutin S.**

The process of creating electric aircraft, while attempting to maximize the opportunities for automation of development steps for the purpose of reducing the time and getting the most effective model, is considered.

Стремление повысить экологичность авиационной техники приводит к необходимости всё большей электрификации самолётов и вертолётот. Основным источником вредных выбросов является, в первую очередь, силовая установка. Электрификация позволяет оптимизировать режимы её работы [1, 2], но полностью устранить вредное влияние на экологию работающих газотурбинных двигателей и двигателей внутреннего сгорания невозможно. Кардинальным способом решения этой задачи является переход на летательные аппараты с электрическими силовыми установками [3, 4, 5, 6].

Первый этап проектирования таких летательных аппаратов определяется возможностью их реализации, то есть соотношением требуемой суммарной мощности и запаса энергии на выполнение полёта и целевого предназначения и возможностью вырабатывать требуемую мощность заданное время при ограничениях на массогабаритные параметры энергетических комплексов (совокупности приводных двигателей, источников, преобразователей и накопителей электрической энергии) [7].

Расширение сферы применимости летательных аппаратов на электрической тяге возможно путём улучшения удельных характеристик мощности и энергии за счёт повышения уровня напряжения сети и частот вращения электромеханических преобразователей [8]. Однако это приводит к необходимости реализации более сложной системы управления, обеспечивающей требуемые уровни надёжности и безопасности. Применение цифровой аппаратуры управления позволяет обеспечить требуемую вычислительную мощность и надёжность системы в приемлемых массе и габаритах.

Результатом первого этапа является область допустимых вариантов энергетических комплексов (либо существующих агрегатов и устройств, либо прототипов, полученных по результатам предварительных расчётов).

Второй этап проектирования связан с определением оптимального соотношения между множеством электрических силовых установок, их мощностью, аэродинамической компоновкой летательного аппарата, а также множеством источников, преобразователей и накопителей электрической энергии. При этом варьируемыми параметрами являются геометрия летательного аппарата, параметры и количество силовых установок, а также параметры комплекса источников и накопителей энергии. По результатам решения оптимизационной задачи на втором этапе получаем несколько проектных решений в силу многовариантности. Вычислительную сложность представляет итерационный процесс вариации геометрическими параметрами планера с необходимостью виртуальной «продувки» трёхмерной модели с целью определения аэродинамических характеристик модели. Несмотря на это, временные и экономические затраты на вычислительные эксперименты существенно меньше, чем создание и исследование твердотельных макетов.

На третьем этапе создания электрического ЛА проектируется система управления потоками электроэнергии, учитывающая возможность рекуперации энергии, реконфигурации, и защиты от аварийных режимов.

Первые три этапа реализуются в режиме компьютерного моделирования и расчётов. Наличие 3D моделей отдельных устройств, агрегатов и всего самолёта в целом позволяет решить задачу оптимальной компоновки оборудования с учётом требований центровки, электромагнитной совместимости и минимизации суммарной массы бортовой электрической сети.

Эти же модели используются и для проведения виртуальных испытаний на воздействие внешних возмущающих факторов, что существенно сокращает затраты на полунатурные испытания оборудования.

Элементы предлагаемой технологии использовались при создании таких элементов электрического самолёта как интеллектуальное распределительное устройство [9], интеллектуальный коммутатор, локальные центры управления нагрузками [10] и др. В настоящее время отрабатывается проект летательного аппарата на электрической тяге грузоподъёмностью до 400 кг.

### Литература

1. Халютин С.П. Проблемы создания автономных рулевых приводов для систем управления полетом. Датчики и системы. 2002. № 7. С. 22.
2. Жмуров Б.В., Халютин С.П., Структурно-функциональное моделирование электроэнергетических систем самолета. Проблемы безопасности полетов. 2009. № 6. С. 45-53.
3. Потёмкин А.В., Горшков П.С., Халютин С.П. Методика синтеза структурных схем системы электроснабжения воздушных судов. Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 318-321.
4. Лёвин А.В., Мусин С.М., Харитонов С.А., Ковалёв К.Л., Герасин А.А., Халютин С.П. Электрический самолёт: концепция и технологии. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 388с.
5. Жмуров Б.В., Халютин С.П., Корнилов С.В. Развитие структурно-функционального моделирования электроэнергетических систем самолета. Проблемы безопасности полетов. 2009. № 8. С. 53-62.
6. Воронович С.А., Жмуров Б.В. Тенденции развития электроэнергетических систем беспилотных летательных аппаратов. Интеграл. 2010. № 2. С. 8-11.
7. Лёвин А.В., Халютин С.П., Харьков В.П., Жмуров Б.В., Богданов А.А. Электрификация самолётов. Современное состояние и тенденции Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. № 1. С. 555-558.
8. Халютин С.П. Электрический самолёт. Системный подход. Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. 2015. № 3. С. 72-76.
9. Харьков В.П., Халютин С.П., Жмуров Б.В., Дерех А.Я. Интеллектуальное распределительное устройство постоянного тока. Патент на изобретение RUS 2531907 28.02.2013.
10. Кечин А.В., Жмуров Б.В. Локальный центр управления нагрузками как основной элемент перспективных систем распределения электроэнергии. Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. 2015. № 3. С. 287-292.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ПОЛУЧЕННЫХ ВЗРЫВНЫМ ПРЕССОВАНИЕМ ПОРОШКОВ КАРБИДА ХРОМА С ТИТАНОМ

Харламов В.О., Крохалев А.В., Тупицин М.А., Кузьмин С.В., Лысак В.И.  
*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет*

Работа посвящена теоретическому изучению термомеханических свойств твердых сплавов системе  $Cr_3C_2-Ti$ . Описана полидисперсная модель среды со сферическими включениями.

**Thermomechanical properties of powder hard alloys obtaining by explosive pressing of chromium carbide with titanium.** Kharlamov V.O., Krokhalev A.V., Tupicin M.A., Kuzmin S.V., Lysak V.I.

The paper are consider simulation results of the thermomechanical properties of hard alloys system  $Cr_3C_2-Ti$ . Described polydisperse environment model with spherical inclusions.

Эксплуатационная надежность покрытий триботехнического назначения [1] определяться прочностью сцепления покрытий из твердых сплавов с основанием в первую очередь соотношением их коэффициентов линейного расширения и соответственно уровнем остаточных термических напряжений в покрытии.

Ввиду отсутствия в литературе данных о значениях коэффициентов температурного расширения исследуемых нами твердых сплавов системы  $Cr_3C_2-Ti$  был произведен расчет с использованием известной полидисперсной модели среды со сферическими включениями, представленной на рис. 1 а [2], которая обычно обеспечивает хорошую сходимость результатов расчетов с экспериментальными данными для широкого круга реальных систем с различным распределением размеров включений [3], к числу которых, как следует из рис. 1 б, можно отнести и наши материалы.

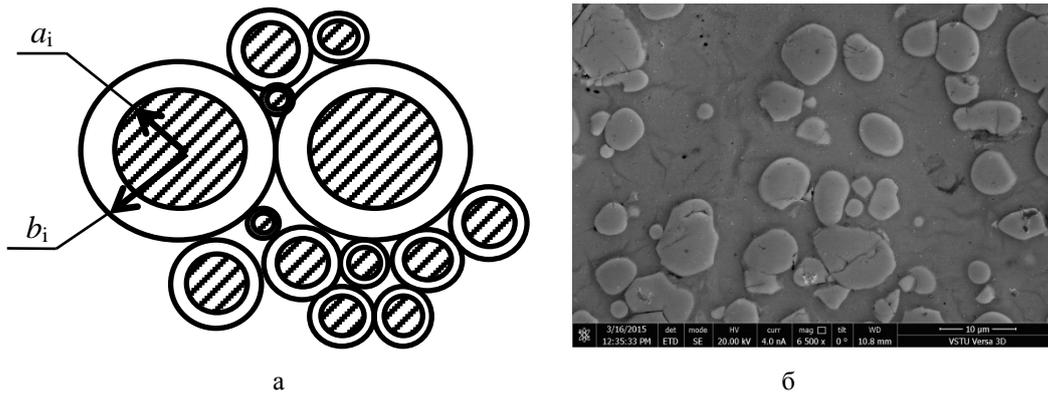


Рис. 1. Модельные представления о структуре твердых сплавов:  
 а – полидисперсная модель со сферическими включениями,  $a/b=\text{const}$ ;  
 б – микроструктура твердого сплава системы  $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-Ti}$ . РЭМ

Расчеты производились по следующим формулам с использованием специализированного пакета прикладных программ Mathcad 14:

$$\alpha = \bar{\alpha} + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2}} \left[ \frac{1}{k} - \left( \frac{1}{k} \right) \right], \quad (1)$$

где  $\bar{\alpha} = c_1 \alpha_1 + c_2 \alpha_2$ ,  $\left( \frac{1}{k} \right) = \frac{c_1}{k_1} + \frac{c_2}{k_2}$ ,  $(2)$

где  $c_1$  и  $c_2$  – объемные доли включений и матрицы ( $\text{Cr}_3\text{C}_2$  и титана);  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты линейного расширения материалов включений и матрицы;  $k$ ,  $k_1$  и  $k_2$  – объемные модули композита, материалов включений и матрицы.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты линейного расширения твердых сплавов системы  $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-Ti}$  в сравнении с известными материалами

Материал	Содержание связки, $c$		Коэффициент линейного расширения, $\alpha \times 10^{-6}, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
	об. %	масс. %	
$\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-Ti}^*$	20	14	10,1
	30	22	9,9
	40	31	9,7
	50	40	9,5
сталь	-	-	11,4
титан	-	-	8,5
$\text{Cr}_3\text{C}_2$	-	-	10,4

\* Расчет по зависимости (1)

Работа выполнена при финансировании гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-4189.2015.8

### Литература

1. Триботехнические свойства порошковых твердых сплавов карбида хрома с титаном, полученных взрывным прессованием / Крохалев А.В., Харламов В.О., Кузьмин С.В., Лысак В.И. // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2012. № 3. С. 67-72.
2. Кристенсен, Р. Введение в механику композитов.- М: Мир, 1982. – 355 с.
3. Christensen, R.M. Critical evaluation for a class of micro-mechanics models // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. – 1990. – Vol. 38, I. 3. –P. 379–404.

## МЕТОД КООРДИНАТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

Харьков В.П.

Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

В статье изложен метод синтеза пространственного управления ЛА. Основу метода составляет концепция обратных задач динамики. Управление в вертикальной плоскости реализовано через контур тангажа. Алгоритм управления скоростью синтезирован с учётом заданного времени полёта.

### Coordinate control method of the aircraft in the state space. Kharkov V.P.

The article describes the method of synthesis of spatial control of the aircraft. The basis of such method relies on the inverse problems of dynamics. Control of the aircraft in the vertical plane implemented through the pitch contour. The velocity control algorithm synthesized taking into account the specified time of flight.

Управление пространственным движением ЛА является одной из наиболее сложных задач автоматического управления. Это наиболее полно проявляется при решении задачи автоматического вывода его в заданную конечную точку пространства состояний  $y(t_k)$  из произвольного начального состояния  $y(t_0)$ . Здесь под вектором  $y(t)$  подразумевается не весь вектор состояния ЛА, а только те координаты, которыми характеризуется его конечное положение. В дальнейшем управление частью вектора состояния будем называть координатным управлением.

Многообразие способов определения  $y(t_k)$  порождает различные постановки задачи автоматического управления. Однако, многие задачи могут быть сгруппированы по некоторому признаку в одну общую задачу. Таким признаком является конечное пространственное положение ЛА, которое определяется высотой полета  $H_k$ , дальностью  $X_k$ , скоростью  $V_k$  и боковым отклонением  $Z_k$  в терминальной точке управления. Вариации значений скорости полета  $V(t)$  и курса  $\Psi(t)$  будут трансформировать исходную базовую постановку задачи в конкретную задачу траекторного управления.

Рассмотрим задачу терминального управления ЛА при выходе в заданную координатную точку  $(X_k, Z_k, H_k)$ , когда скорость полета может изменяться в широких пределах, т. е. удовлетворять условию

$$V(t) \in [V_{min}, V_{max}]$$

Данная постановка позволяет выделить две основные задачи в зависимости от расположения точек  $y(t_0)$  и  $y(t_k)$ .

Первая задача связана с изменением высоты ( $H_1(t_k) > H_1(t_0)$ ) с одновременным маневрированием в горизонтальной плоскости, когда время полёта не фиксировано.

Вторая задача представляет собой задачу управления высотой ( $H_2(t_k) \neq H_2(t_0)$ ) с возможным маневрированием в горизонтальной плоскости при этом время полёта фиксировано.

Как правило, маневр в горизонтальной плоскости осуществляется на начальном этапе полёта. В этом случае ЛА выводится на заданную линию пути или ортодромию и в дальнейшем задача управления заключается в её выдерживании.

Процесс выхода ЛА в заданную точку подпространства (гиперплоскость), при фиксированном времени полёта, будем представлять в виде совокупности двух управляющих процессов: управление высотой и дальностью полета; управление боковой координатой  $Z$ .

Рассмотрим задачу координатного управления для случая, когда задано время полёта  $t_k$ . Процесс управления в вертикальной плоскости (управление высотой и дальностью полета) осуществляется в предположении, что скорость полета может изменяться произвольно в пределах, соответствующих режиму работы силовой установки (СУ). Кроме того, полагается, что изменение значения заданной высоты полёта существенно меньше заданной дальности, следовательно, можно считать, что управление ЛА по высоте полета и по дальности выполняются независимо друг от друга.

Синтез алгоритмов управления ЛА в вертикальной плоскости.

Модель движения самолета в скоростной системе координат может быть описана в виде:

$$\begin{aligned} \dot{V}(t) &= g(n_x - \sin \theta), \\ \dot{\theta}(t) &= \frac{g}{V}(n_y \cos \gamma - \cos \theta), \\ \dot{H}(t) &= V \sin \theta, \\ \dot{L}(t) &= V \cos \theta \end{aligned} \quad (1)$$

В модели (1) использованы общепринятые обозначения за исключением:  $L(t)$  – дальность до заданного многообразия.

Задача синтеза управляющего алгоритма, решаемая методом обратных задач динамики, формулируется следующим образом [1].

Требуется найти такой закон изменения управления  $(n_x, n_y)$ , который обеспечивал бы движение самолета с заданной скоростью полета  $V_3$  с минимумом функционала.

$$I = \int_0^{t_k} ((V(t) - V_3)^2 + \alpha(H(t) - H_3)^2 + \tau_1 n_x^2 + \tau_2 n_y^2) dt,$$

при ограничении

$$F(t) = (L_3(t) - L(t), H(t) - H_3(t))^T = 0, \quad (2)$$

где  $L_3(t)$  – дальность до точки  $x(t_k)$  в момент времени  $t$ ,  $\alpha > 0$ ,  $L(t)$  – дальность, которую может пролететь ЛА за время  $t_k - t$  со скоростью  $V(t)$ .

Смысл первого ограничения функции  $F(t)$  поясним на рис. 1.

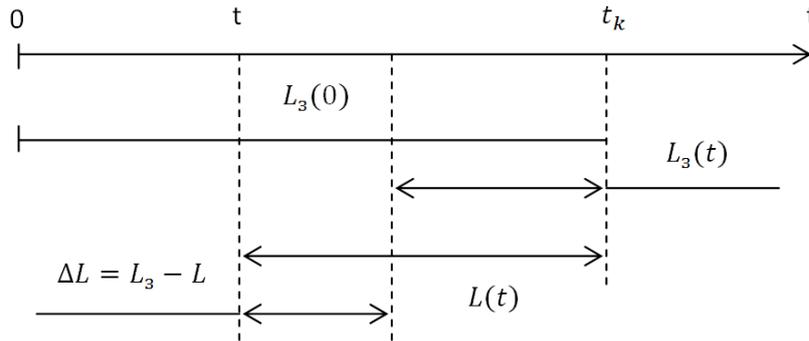


Рис. 1. Интерпретация задачи управления скоростью полёта.

Учитывая, что управляющими сигналами являются продольная и нормальная перегрузки, то заданная функция ограничения (2) преобразуется к виду:

$$\dot{F}(t) + \Lambda_1 \dot{F}(t) + \Lambda_0 F(t) = 0,$$

где матрицы  $\Lambda_1, \Lambda_0$  соответственно равны:  $\begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \beta_1 \end{pmatrix}$  и  $\begin{pmatrix} \lambda_0 & 0 \\ 0 & \beta_0 \end{pmatrix}$

Для канала управления скоростью, подставляя первое и четвёртое уравнение системы (1) в (2), получаем:

$$-g(n_x - \sin \theta) + \lambda_1(W_3 - W) + \lambda_0(L_3 - L) = 0$$

Тогда сигнал управления будет определяться выражением:

$$n_{xz} = -\sin \theta - \frac{\lambda_0}{g}(W \Delta t - L_3) - \frac{\lambda_1}{g}(W - W_3) \quad (3)$$

Значения параметров  $\lambda_0$  и  $\lambda_1$  зависят от энергетических возможностей ЛА и могут находиться в пределах:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= (0.001 \div 0.005)C^{-2}, \\ \lambda_1 &= (0.03 \div 0.15)C^{-1} \end{aligned}$$

В режиме управления высотой полёта ЛА управление может осуществляться либо через контур  $n_y$ , либо через контур тангажа  $\vartheta$ . Управление высотой полёта через контур перегрузки достаточно подробно изложено в [2] и [3]. В дальнейшем полагаем, что управление высотой полета осуществляется посредством изменения угла тангажа.

Преобразуем второе уравнение системы (1) к виду

$$\dot{\theta} = \frac{g}{V} \left( \frac{P+q(C_y-C_y^\alpha)S}{G} \cos\gamma + \frac{q(C_y^\alpha)S}{G} \cos\gamma - \cos\theta \right) \quad (4)$$

Представляя угол атаки как  $\alpha = \vartheta - \theta$ , второе слагаемое в (2) запишем как

$$\frac{g}{V} \frac{q(C_y^\alpha)S}{G} \cos\gamma = (a_y^\alpha \vartheta - a_y^\alpha \theta) \cdot \cos\gamma \frac{g}{V}$$

Тогда (4) эквивалентно уравнению

$$\dot{\theta} = (-a_y^\alpha \theta \cos\gamma + a_y^\alpha \vartheta \cos\gamma) \frac{g}{V} + K_\theta \quad (5)$$

где

$$K_\theta = \frac{g}{V} \left( \frac{P+q(C_y-C_y^\alpha)S}{G} \cos\gamma - \cos\theta \right) = \frac{g}{V} \left( \left( n_y - \frac{qc_y^\alpha a S}{G} \right) \cos\gamma - \cos\theta \right),$$

$$a_y^\alpha = \frac{q(C_y^\alpha)S}{G}$$

Подставляя (5) и третье уравнение системы (1) во второе уравнение системы (2) получаем выражение для заданного значения угла тангажа в виде

$$\mathcal{G}_3 = K_h(H_3 - H) + K_{V_y}(V_y^3 - V_y) + K_3 V_y + K_4 \frac{\partial}{\partial t} H_3 + K_5 \frac{\partial^2}{\partial t^2} H_3 + K_{\text{бал}}, \quad (6)$$

где

$$K_h = \frac{\beta_1 \beta_0}{g a_y^\alpha \cos\gamma}, K_{V_y} = \frac{\beta_0}{g a_y^\alpha \cos\gamma}, K_3 = \left( \frac{1}{V} - \frac{\beta_1}{g a_y^\alpha \cos\gamma} \right), K_4 = \frac{\beta_1 V}{g a_y^\alpha \cos\gamma},$$

$$K_5 = \frac{V}{g a_y^\alpha \cos\gamma}, K_{\text{бал}} = \frac{V}{g a_y^\alpha \cos\gamma} K_\theta.$$

Заметим, что слагаемое  $K_{\text{бал}}$  определяет балансировочное значение угла тангажа. Кроме того, значение перегрузки, входящее в коэффициент  $K_0$ , определяется в скоростной системе координат.

Алгоритм управления в горизонтальной плоскости.

Модель движения ЛА в горизонтальной плоскости можно представить в виде:

$$\dot{Z} = V \sin \psi,$$

$$\dot{\Psi} = \frac{1}{mV \cos \theta} [\theta \sin \beta \cos \gamma_c + Y \sin \gamma_c]. \quad (7)$$

где  $\theta$ ,  $Y$  – сила лобового сопротивления и подъемная сила соответственно;  $\Psi$  – угол курса, отсчитанный от выбранного направления.

В предположении, что маневрирование в горизонтальной плоскости совершается за счет крена, но без скольжения, то из (7) получаем:

$$\dot{Z} = V \sin \psi,$$

$$\dot{\Psi} = \frac{g}{V \cos \theta} \frac{P_y}{n_y} \sin \gamma_c. \quad (8)$$

Предположим, что управление по боковой координате осуществляется за счет изменения угла курса  $\Psi_3$  в соответствии с (8). Тогда заданное значение угла крена согласно [2] определяется выражением:

$$\sin \gamma_c^3 = \lambda_2 \frac{V \cos \theta}{g n_y} (\Psi_3 - \Psi) + \frac{V \cos \theta}{g n_y} \Psi_3. \quad (9)$$

В дальнейшем управлении в горизонтальной плоскости сопряжено с поддержанием нулевого рассогласования  $\Delta\Psi = (\Psi - \Psi_3) = 0$ .

Алгоритмы управления в виде (3), (6), и (9) обеспечивают перевод ЛА из начального состояния  $(H_0, Z_0, X_0)$  в конечное заданное состояние  $(H_k, Z_k, X_k)$  за фиксированное время  $t_k$ .

#### Литература

1. Харьков В.П. Структурно-параметрический метод синтеза управления динамическими системами// Изв АН СССР. Техн. кибернетика. 1991, №2.

2. Меркулов В.И., Канащенков А.А., Харьков В.П. и др. Авиационные системы радиоуправления. М.: Радиотехника, 2004.

3. Меркулов В.И., Харьков В.П., Шамаров Н.Н. Оптимизация коллективного управления группой беспилотных летательных аппаратов. Информационно-измерительные и управляющие системы//Радиотехника, 2012, т.10, №7, с.3-8.

4. Петров В.м., Воробьев А.В., Куликов В.Е., Харьков В.П. Способ управления полетом самолета. Патент на изобретение. RUS.№2249540, 06.02.2003г.

### АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ БОРТОВОГО АНТЕННОГО КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ ПРИ КОСМИЧЕСКОЙ РЕТРАНСЛЯЦИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В АСУ ОК СДО

Чернов В.В., Летунов В.В., Андреев Г.И.

*Москва, Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева*

Обоснована актуальность задачи оптимизации размещения бортового антенного комплекса объекта испытаний при космической ретрансляции телеметрической информации в АСУ ОК СДО. Описан алгоритм оптимизации бортового антенного комплекса объекта испытаний.

#### **Optimization algorithm of placement the onboard antenna complex on the test object when the space relay telemetry information. Chernov V., Letunov V., Andreev G.**

Actuality the problem of optimizing placement the onboard antenna complex on the test object when the space relay telemetry information. A description of the optimization algorithm of placement the onboard antenna complex on the test object.

*Назначение.* Алгоритм предназначен для определения оптимальных мест установки передающих антенн на объекте испытаний при ретрансляции телеметрической информации через орбитальную группировку спутников-ретрансляторов.

*Описание задачи.* При выведении космического аппарата на орбиту не всегда возможно своевременно получать информацию от объекта в условиях отсутствия наземных измерительных пунктов в зоне видимости на требуемых интервалах программы полета. Решением является передача телеметрической информации (ТМИ) через спутники-ретрансляторы (например, МКСП «Луч» и TDRSS). Для больших скоростей передачи информации применяются антенны с малым углом раскрытия диаграммы направленности (ДН) [1, 2].

Сложность математического описания элементов такого сложного динамического объекта (СДО), как РН или РБ, нестационарность и нелинейность процессов, протекающих в них, случайный характер возмущений, действующих на СДО, обуславливают большую сложность задачи и не позволяют решить ее аналитически, создать строгий в математическом плане метод оптимального синтеза СДО. В связи с этим информационно-математическое и программное обеспечение оптимизации бортового антенного комплекса необходимо использовать в автоматизированной системе обработки качества СДО для достижения требуемых ТТХ как для системы передачи ТМИ, так и для СДО в целом [3, 4].

Наличие радиоканала Объект-СР в момент времени  $t$  определяется условиями прямой геометрической видимости и обеспечения качества радиоканала:

1) ось оптической видимости Объект-СР должна находиться в пределах раскрытия передающей антенны;

2) ось оптической видимости Объект-СР должна находиться в пределах раскрытия приемной антенны СР;

3) ось оптической видимости Объект-СР не должна пересекать земную поверхность;

4) угол между осью оптической видимости Объект-СР и направлением на Солнце должен быть больше некоторого порогового значения;

5) отношение сигнал/шум на входе приемника СР должно быть больше пороговой величины, для обеспечения требуемой скорости передачи данных.

Задача оптимизации положения антенн на корпусе ОРКТ может быть сформулирована следующим образом: найти такие положения антенн в составе бортового антенного комплекса, при которых обеспечивается максимум суммарной длительности сеансов связи

$$T_{cs} = \sum_{i=1}^n \left( 1 - \prod_{j=1}^s \left( 1 - \left( 1 - \prod_{k=1}^l (1 - f_k(t)) \right) \right) \right) \cdot \Delta t,$$

при ограничениях  $f_2(t) = 1, f_3(t) = 1, f_4(t) = 1, f_5(t) = 1,$   
 условия  $\forall p, p \in \{1, \dots, h\} | 1 - \prod_{k=1}^l (1 - f_1(t)) = 1, n_{pu} \{t_i | t_i \in [t_{p1}, t_{p2}]\},$

где  $[t_{p1}, t_{p2}]$  - интервалы проведения маневров,  $s$  - количество СР,  $l$  - количество антенн в составе бортового антенного комплекса [5].

Для решения задачи оптимизации предлагается алгоритм, функциональная схема которого представлена на рисунке 1.

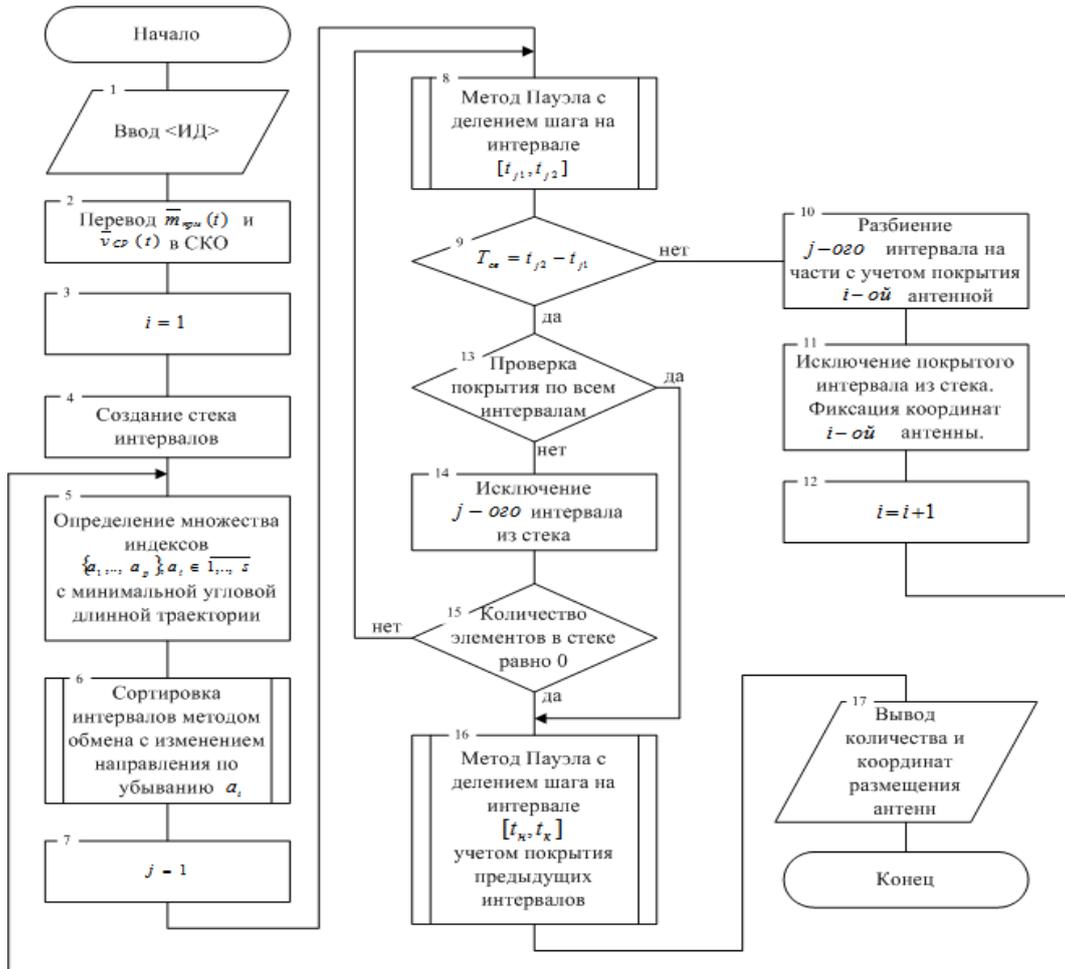


Рисунок 1 – Функциональная схема алгоритма оптимизации размещения бортового антенного комплекса

Шаг 1. Ввод исходных данных положения и ориентации объекта испытаний и СР, характеристики приемных и передающих антенн, требования к радиоканалу.

Шаг 2. Перевод траекторных данных в связанную систему координат объекта испытаний (СКО).

Шаг 3. Установка индекса рассматриваемой антенны  $i = 1$ .

Шаг 4. Создание стека интервалов. Количество элементов равно  $h$ .

Шаг 5. Определение множества индексов СР  $\{a_1, \dots, a_p\}, a_i \in \overline{1, \dots, s}$  с минимальной угловой длиной траектории (максимальный угол между векторами положения траектории СР) на интервале  $[t_{j1}, t_{j2}]$ .

Шаг 6. Сортировка стека интервалов методом обмена с изменением направления по убыванию  $a_i$ .

Шаг 7. Установка индекса рассматриваемого интервала  $j = 1$ .

Шаг 8. Поиск оптимального положения  $i$ -ой антенны на интервале  $[t_{j1}, t_{j2}]$  методом Пауэла с делением шага по угловым координатам  $\lambda, \varphi$ .

Шаг 9. Если суммарное время связи  $T_{св}$  равно интервалу  $[t_{j1}, t_{j2}]$ , то переход к п. 13.

Шаг 10. Разбиение  $j$  – озо интервала на части с учетом покрытия  $i$  – ой антенной.

Шаг 11. Исключение покрытого интервала из рассмотрения. Фиксация координат  $i$  – ой антенны.

Шаг 12. Увеличение количества антенн. Установка индекса  $i = i + 1$ . Переход к п. 5.

Шаг 13. Проверка перекрытия всех интервалов. Если все интервалы покрыты, переход к п. 16.

Шаг 14. Исключение  $j$  – озо интервала из стека.

Шаг 15. Если количество элементов в стеке не равно 0, то переход к п. 8.

Шаг 16. Поиск оптимального положения всех антенн на интервале  $[t_n, t_k]$  методом Пауэла с делением шага по угловым координатам  $\lambda$ ,  $\varphi$  при условии покрытия всех интервалов.

Шаг 17. Вывод количества и координат размещения антенн.

*Исходные данные.*  $\vec{v}_O(t)$  и  $\vec{v}_{CP}(t)$  - вектора положения объекта и С,  $\vec{m}_{прм}(t)$  - направление максимума ДН приемной антенны,  $\alpha_{прд}$  и  $\alpha_{прм}$  - половина углов раскрыва главного лепестка передающей и приемной антенн,  $\vec{s}(t)$  - вектор положения Солнца,  $\gamma_{\min}$  - минимальный допустимый угол Солнца,  $Q_{\min}$  - требуемое минимальное отношение сигнал/шум.

### Литература

1. Яскин Ю. С., Лопатко О. Е., Летунов В. В., Чернов В. В.. Некоторые потенциальные возможности МКСР «Луч» // Аэрокосмический курьер. 2014. №2. С. 33–35.
2. Кравец В.Г. Особенности контроля и управления полетом ракеты космического назначения по программе «Морской старт» // Космическая техника и технологии. 2014. №2(5). С. 74–86.
3. Ловцов Д.А., Алексеев О.А., Бетанов В.В. и др. Программно-математическое обеспечение АСУ космическими аппаратами: Учебник. М.: ВА им. Ф. Э. Дзержинского, 1995. 59 с.
4. Ловцов Д.А., Введение в информационную теорию АСУ: Учебник. М.: ВА им. Ф. Э. Дзержинского, 1996. 24 с.
5. Чернов В.В. Постановка задачи оптимизации расположения передающей антенны на корпусе объекта ракетно-космической техники при передаче телеметрической информации через геостационарный спутник-ретранслятор // Сборник трудов IV Всерос. науч.-практ. конф. «Современное непрерывное образование и развитие» Серпухов: МОУ «ИИФ», 2014. С. 213–218.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Чернодаров А.В., Патрикеев А.П., Халютин О.С.  
Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

Рассматриваются особенности построения процедур оценивания состояния интегрированных навигационных систем в условиях априорной неопределенности. Приводятся алгоритмы решения возникающих при этом задач. Анализируются результаты экспериментов.

### **Innovative Technologies for Navigation Systems Integration. Chernodarov A., Patrikeev A., Khalutina O.**

Special features of construction procedures for integrated navigation systems state estimation under a priori uncertainty are considered. The algorithms arising from solutions of these tasks are given. The results of experiments are analyzed.

Развитие авиационного оборудования характеризуется внедрением навигационных комплексов (НК) нового поколения [1]. Ядром таких НК являются интегрированные инерциально-спутниковые и геоинерциальные навигационные системы (НС) на базе квантово-оптических, волновых твердотельных и микромеханических чувствительных элементов (ЧЭ). В настоящее время считается обоснованным применение обобщенного фильтра Калмана (ОФК) для интеграции НС. ОФК обеспечивает комплексирование НС, которые описываются нелинейными моделями. Возможности ОФК позволяют объединять разнородные НС и на этой основе повышать точность и надёжность НК. Типовая схема НК с ОФК в контуре оценивания ошибок инерциальной НС (ИНС) может быть представлена рисунком 1, где обозначены:  $Y$ ,  $Y_p$  - векторы соответственно действительных и численных

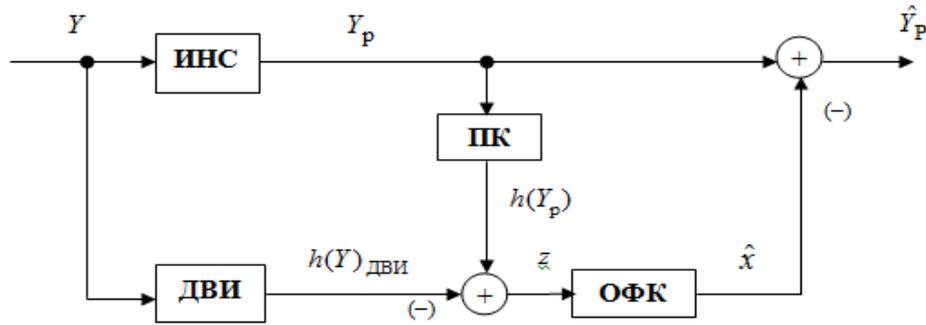


Рис. 1. Структурная схема НК с ОФК в контуре оценивания ошибок ИНС

параметров полета;  $h[Y]_{\text{ДВИ}}$  - измерения, формируемые датчиками внешней по отношению к ИНС информации (ДВИ), например, спутниковой НС; ПК – преобразователь координат;  $x$  – вектор ошибок ИНС;  $\wedge$  - символ оценки.

Эффективность применения ОФК как ядра системы комплексной обработки информации зависит от адекватности математических моделей НС и реальных измерительных процессов. Неточность моделей и другие причины методического и инструментального характера приводят к расходимости ОФК. Расходимость ОФК проявляется в существенном отличии действительных ошибок оценивания  $\delta_j = x_j - \hat{x}_j$  от их прогнозируемых среднеквадратических значений  $\sigma_j = \sqrt{P_{jj}}$ , получаемых в результате решения уравнения Риккати относительно ковариационной матрицы  $P$ . Здесь  $x_j, \hat{x}_j$  –  $j$ -й элемент вектора состояния  $x_i$  (для НК это вектор ошибок) и его оценка соответственно. Следует отметить, что действительные ошибки оценивания известны только на этапе математического моделирования. При бортовой реализации ОФК их обнаруживают по косвенным диагностическим параметрам [2]. В представленной работе таким параметром является квадратичная форма (2).

В обобщенном виде можно выделить следующие причины расходимости ОФК:

- структурная неопределенность, возникающая в тех случаях, когда не все параметры, характеризующие функционирование НС, включаются в вектор состояния;
- параметрическая неопределенность, возникающая в тех случаях, когда параметры модели ошибок НС не соответствуют реальным измерительным процессам;
- статистическая неопределенность, возникающая в тех случаях, когда законы распределений возмущений и шумов, принятые в модели ошибок НС, не соответствуют реальным.

Компенсация нарушений, связанных с наличием указанных неопределенностей, опирается на следующие подходы [2]:

- робастные, обеспечивающие нечувствительность алгоритмов оценивания к отклонениям от априорных предположений о параметрах модели ошибок;
- адаптивные, предусматривающие настройку параметров модели НС заданной структуры для обеспечения требуемой достоверности оценивания;
- гарантирующие, обеспечивающие выполнение контрольных неравенств для парирования нарушений при обработке наблюдений с помощью ОФК.

Цель работы – развитие инновационных подходов к повышению достоверности оценивания на основе комплексирования гарантирующих, адаптивных и робастных процедур защиты ОФК от расходимости. Задача решается на основе контроля и ограничения нормы передаточной функции  $H(p)$  от входных  $v_{i/i-1}$  к выходным  $\eta_{i/i}$  невязкам наблюдений:

$$\|H(P)\| = \frac{\sum_{i=i_0+1}^{i_f} \|\eta_{i/i}\|_2^2}{\sum_{i=i_0+1}^{i_f} (\|\xi_i\|_2^2 + \|v_{i/i-1}\|_2^2)} \leq \gamma^2, \quad (1)$$

где  $\xi_i$  – вектор возмущений ЧЭ ИНС;  $\gamma^2$  – параметр, рассматриваемый как допуск;  $\|\dots\|_2$  – Эвклидова норма;  $[i_0, i_f]$  – интервал наблюдения. Из моделей невязок можно видеть, что они отражают входные  $\delta_{i/i-1}$  и выходные  $\delta_{i/i}$  ошибки оценивания:

$$\begin{aligned} v_{i/i-1} &= z_i - \hat{z}_{i/i-1} = H_i x_i + \mathcal{G}_i - H_i \hat{x}_{i/i-1} = H_i \delta_{i/i-1} + \mathcal{G}_i; \\ \eta_{i/i} &= z_i - \hat{z}_{i/i} = H_i x_i + \mathcal{G}_i - H_i \hat{x}_{i/i} = \delta_{i/i} + \mathcal{G}_i, \end{aligned}$$

$\mathcal{G}_i$  – вектор шумов наблюдений  $z_i$ ;  $H_i$  – матрица коэффициентов связи.

В работе решение задачи (1) получено с помощью метода Л.С. Понтрягина и технологии инвариантного погружения. Априорная статистическая неопределенность учтена с помощью ковариационных матриц для шумов ЧЭ ИНС  $Q_i$  и наблюдений  $R_j$ , а также с помощью функции влияния  $\psi_j$  [2], устанавливающей меру доверия к наблюдениям. Формирование допуска и его контроль опирается на условие устойчивого оценивания:  $\beta_l = \eta_{i/i}^T e_i^{-1} \eta_{i/i} \in \chi^2(l, 2l)$ , (2)

где  $l$  – размерность вектора наблюдений  $z_i$ ;  $e_i = \text{cov}\{\eta_{i/i}\}$ . Для  $l = 1$   $\beta_1 \approx 5.2$ . При последовательной обработке наблюдений  $z_i = \{z_{i(1)} \dots z_{i(l)}\}$  алгоритм адаптивно-робастного оценивания имеет вид.

**Прогноз:**  $\hat{x}_{i/i-1} = \tilde{m}_0 = \Phi_i \hat{x}_{i-1/i-1}$ ;

$$P_{i/i-1} = \tilde{M}_0 = \Phi_i P_{i-1/i-1} \Phi_i^T + \Gamma_i Q_{i-1} \Gamma_i^T.$$

**Робастная обработка наблюдений:**  $v_j = v_{(i/i-1)j} = z_j - H_j \tilde{m}_j$ ;

$$\beta_j = v_j / \sqrt{R_j}; \quad \psi_j = \psi(\beta_j); \quad \psi'_j = \psi'(\beta_j);$$

$$\tilde{K}_j = \tilde{M}_{j-1} H_j^T / (H_j \tilde{M}_{j-1} H_j^T \psi'_j + R_j);$$

$$\tilde{M}_j = (\tilde{K}_{j-1} H_j \psi'_j - E) \tilde{M}_{j-1} (\tilde{K}_{j-1} H_j \psi'_j - E)^T + \tilde{K}_{j-1} \psi'_j R_j \tilde{K}_{j-1}^T;$$

$$\tilde{m}_j = \tilde{m}_{j-1} + \tilde{K}_j \psi_j \sqrt{R_j}.$$

**Адаптивная обработка наблюдений:**  $\eta_j = \eta_{(i/i)j} = z_j - H_j \tilde{m}_j$ ;

$$e_j = H_j \tilde{M}_j H_j^T + R_j; \quad \hat{\beta}_j = \eta_j^2 / e_j; \quad d_j = \hat{\beta}_j - \beta_1;$$

if ( $d_j < 0$ )  $M_j = \tilde{M}_j$ ; else:

$$\tilde{H}_j = H_j (E - \tilde{K}_j H_j); \quad \tilde{e}_j = H_j \tilde{M}_j \tilde{H}_j^T; \quad b_j = \tilde{H}_j \tilde{M}_j \tilde{H}_j^T;$$

$$\gamma_j^2 = [\tilde{e}_j^2 \beta_1 + (\eta_j^2 - \beta_1 e_j) b_j] / (\eta_j^2 - \beta_1 e_j);$$

$$K_j = \tilde{M}_j \tilde{H}_j^T / (\gamma_j^2 - \tilde{H}_j \tilde{M}_j \tilde{H}_j^T); \quad m_j = \tilde{m}_j - K_j \eta_j;$$

$$M_j = \tilde{M}_j + K_j \tilde{H}_j \tilde{M}_j;$$

$$\hat{x}_{i/i} = m_l; \quad P_{i/i} = M_l; \quad H_i = [H_{(i)1}^T \dots H_{(i)j}^T \dots H_{(i)l}^T]^T; \quad j = \overline{1, l},$$

где  $\Phi_i; \Gamma_i$  - переходные матрицы для векторов состояния и возмущений;  $E$  – единичная матрица;  $H_{(i)j}$  - вектор-строка;  $i/i$  – индекс параметра, сформированного в  $i$  -й момент времени по  $i$  наблюдениям.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили эффективность предлагаемых решений для контроля и защиты целостности оценивающих фильтров калмановского типа при их реализации в бортовых вычислителях НК.

#### Литература

1. Чернодаров А.В., Патрикеев А.П. Инновационные технологии в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Материалы XI научно-практической конференция «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий». – М.: НИУ ВШЭ, 2014. - С. 549 -551.
2. Колодежный Л.П., Чернодаров А.В. Надежность и техническая диагностика. – М.: ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2010. - 452с.

### ОРГАНИЗАЦИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

\*Искандеров Г.А., \*Чулков Н.А., \*\*Деренок А.Н.  
\*Томск, ТПУ, \*\*Томск, ТГАСУ

Рассмотрены стадии формирования электрических разрядов молний, влияние разрядов молний на электрооборудование карьеров при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. При уровне защиты от поражений молнией людей и электрокабелей I, II, надежность защиты от прямых ударов молнии должна составлять от 0,95 до 0,98. Показаны подходы к решению задач молниезащиты и предложены новые элементы системы молниеприемников.

#### **The organization of lightning protection when developing mineral deposits in the open way. Derenok A.N., \* Iskanderov G. A., \* Chulkov N. A.**

Stages of formation of electric discharges of lightnings, influence of lightning discharges on electric equipment of pits when developing mineral deposits are considered in the open way. At the level of protection against defeats by a lightning of people and electrocables I, II, reliability of protection against direct strokes of a lightning has to make from 0,95 to 0,98. Lightnings. Approaches to the solution of problems of lightning protection are shown and is offered new elements of system of interception rods.

Июль 2015 года пополнил статистику поражений людей молнией. В Москве во время грозы мужчине стоя под деревом, разговаривал по сотовой связи, был поражен разрядом молнии. Действия пострадавшего, что очень печально, осуществлялись вопреки всем инструкциям и правилам. В Москве грозовая активность составляет от 20 до 40 часов в год. Удельное электрическое сопротивление грунтов невысокое от 10-100 Ом·м. Рекомендации по поведению людей и использованию оборудования во время грозы достаточно просты и выполнять их не сложно для обеспечения молниезащиты.

Грозовое облако является носителем электрических зарядов, сосредоточенных на водяных каплях. Их движение и распределение в облаке зависят не только от сил электростатического взаимодействия, но также от силы тяжести капель, скорости и направления воздушных потоков. Вследствие совместного действия этих сил в облаке могут длительно существовать зоны положительной и отрицательной полярности с различной плотностью зарядов. Неравномерность распределения зарядов приводит к возникновению сильного электрического поля внутри облака между зонами различной полярности и между облаком и землей. Условия для возникновения молнии создаются, когда в каком-либо месте облака напряженность электрического поля превысит электрическую прочность воздуха [1].

Разряд молнии прорастает в виде лидера, направленного в основном по силовым линиям электрического поля. Как показывают [1] результаты инструментальных исследований, разряды молнии в землю с вероятностью 0,9 возникают из отрицательной по отношению к земле зоны облака (такие разряды принято называть отрицательными). Образование и дальнейшее развитие лидера молнии представляет собой сложный физический процесс, многие детали которого до сих пор недостаточно исследованы, поэтому для инженерных расчетов неизбежно использование упрощенной модели разряда молнии, в которой лидер отрицательного разряда рассматривается как канал, заполненный отрицательными зарядами.

Время прорастания лидера от облака до поверхности земли составляет несколько миллисекунд. Как показывают фотографические наблюдения (фоторазвертки), лидер прорастает не равномерно, а скачками или ступенями. Средняя скорость прорастания лидера оценивается значениями, близкими к 0,0005 скорости света, а во время скачка к земле направление прорастания лидера определяется картиной электрического поля вблизи его головки, в частности, скоплениями объемных зарядов, создаваемых заряженными водяными каплями в пространстве между облаком и землей. Поэтому лидер молнии обычно прорастает по искривленному пути, имеющему многочисленные изломы и разветвления. По мере того, как отрицательно заряженный канал лидера приближается к поверхности земли, напряженность электрического поля между ним и землей растет. На земле и наземных объектах накапливаются заряды противоположной (положительной) полярности, индуцированные зарядом лидера, и напряженность электрического поля на отдельных точках поверхности земли, в особенности на возвышающихся объектах, достигает критического значения, при этом на наземных объектах (на опорах, тросах и проводах ВЛ) возникают положительные стримеры, а затем развивается и встречный лидер.

В заключительной фазе разряда молнии происходит перекрытие промежутка между нисходящим и встречным лидерами. Таким образом, при определенной высоте лидера над землей проявляется ориентация разряда молнии на тот или иной наземный объект. Предполагается, что ориентировка лидера происходит, когда средняя напряженность в промежутке между головкой лидера и наземными объектами достигнет 500 кВ/м.

Перекрытие воздушного промежутка между головкой лидера и наземным объектом является переходом от первой (лидерной) стадии к главной стадии разряда молнии, в которой происходит компенсация отрицательного заряда лидера положительными зарядами, притекающими из земли, при этом через пораженный молнией объект протекает ток, который и представляет собой "ток молнии". Процесс нейтрализации отрицательного заряда распространяется вверх по лидеру, образуя ярко светящийся канал главного разряда, прорастающий от земли к облаку со скоростью порядка десятых долей скорости света. Амплитуда тока молнии, протекающего через пораженный объект, так же как и высота ориентировки, зависит от заряда лидера. Это дает возможность установить связь между током молнии и высотой ориентировки, которая изменяется от 200 и более метров - для ударов с токами свыше 200 кА, и до 20-30 м - для ударов с токами 15-20 кА.

При отрицательном ударе молнии вслед за главным разрядом обычно наблюдаются повторные разряды по тому же каналу. Повторные разряды вызываются тем, что нейтрализация зарядов канала приводит к разрядам соседних заряженных областей облака на канал и через него в землю. В отдельных случаях наблюдалось до тридцати и более повторных разрядов в одном ударе молнии, однако 50% ударов содержит не более двух-трех импульсов. Общая продолжительность многократного разряда может достигать 1 с, но такие затяжные удары являются редким явлением. Большая часть ударов имеет длительность не более 0,3 с.

Надежность защиты от прямых ударов молнии нормируется [2] для обычных объектов ПУМ от 0,80 до 0,98 и определяется уровнем защиты объектов от I до IV; при этом средства связи; электростанции; пожароопасные производства относятся к специальным объектам с ограниченной опасностью и уровнем защиты от I, II. Допустимое расчетное число опасных ударов молнии при проектировании применяется равным 0,2 на 100 км трассы в год для электрических кабелей в горных районах и районах со скальным грунтом при удельном электрическом сопротивлении грунта выше 500 Ом·м.

Мы рассматривали риски поражений молнией людей и оборудования на карьере месторождения «Кальмакыр», расположенного в зоне со среднегодовой продолжительностью гроз от 10 до 20 часов в горных районах со скальным грунтом при удельном электрическом сопротивлении грунта выше 500 Ом·м. Пришли к выводу, что практически для карьеров при открытой добыче рудных полезных ископаемых для обслуживающего персонала и электрооборудования, может быть достаточно молниезащиты стержневым молниеотводом [3]. По периметру карьера устанавливаются стальные осветительные мачты, которые выполняют роль стержневого молниеотвода. При наличии нескольких осветительных мачт система молниезащиты превращается в систему «двойного стержневого молниеотвода», когда расчет зоны защиты ведется последовательно для смежных стержневых молниеотводов с перекрытием всего периметра карьера.

Дополнительные защитные меры могут потребоваться крайне редко, только в районах с высоким удельным сопротивлением грунта более  $10^4$  Ом·м при разработке руд с богатым содержанием магнитных компонентов и повышенной грозовой деятельностью. Для этого мы рекомендуем принимать решение об оборудовании дополнительной защиты в виде прокладки тросов и бронированных кабелей, при прокладке временных схем электроснабжения.

Показано, что классические подходы к решению задач молниезащиты применимы для организация молниезащиты при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Новые дополнительные элементы системы молниезащиты могут создаваться при прокладке временных схем электроснабжения карьерного оборудования.

#### Литература

1. Надежность технических систем и техногенный риск. Молниезащита объектов: учебное пособие / составитель Н.А. Чулков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 58 с
2. Молниезащита зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. Инструкция по устройству. СО 153-34.21.122-2003.
3. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кв от грозовых и внутренних перенапряжений. РД 153-34.3-35.125-99

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПОТОКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ВНУТРИ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Шевляков А.С., Андреева Д.В., Андреев Г.И.

*Москва, Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН*

Рассмотрен подход к процессу моделирования потока ионизирующего излучения внутри аппаратуры космического аппарата, с целью оценки её радиационной стойкости. Показаны недостатки традиционного подхода к решению данной задачи.

#### **Information technology in the simulation of space ionizing radiation inside the equipment spacecraft. Shevlyakov A.S., Andreeva D.V., Andreev G.I.**

An approach to the process flow simulation of ionizing radiation within the apparatus of the spacecraft in order to assess its radiation resistance. Drawbacks of the traditional approach to solving this problem.

Ионизирующее излучение космического пространства (ИИ КП) является одним из основных факторов приводящим к сбоям в работе аппаратуры космического аппарата (КА) или выходу его из строя. С повышением производительности электронных компонент повышается и их чувствительность к ИИ, в связи с этим необходимо повышать их защиту что приводит, зачастую, к увеличению массы компонент, а это увеличивает стоимость вывода КА на орбиту. В связи с этим становится актуальным производить высокоточный анализ радиационной стойкости аппаратуры на борту КА, для увеличения её надёжности и срока службы, а так же экономии материальных ресурсов.

Традиционный подход к решению данной задачи заключается в нахождении усреднённой защиты (без учёта электронных компонент внутри) что позволяет быстро осуществить примерную оценку радиационной стойкости, но точность такого прогноза будет низкой. Кроме того у подобного подхода нет возможности учитывать направление с которого происходит облучение КА.

Для устранения данных недостатков необходимо применять метод моделирования потоков ИИ КП внутри аппаратуры КА учитывающий внутреннее строение данной аппаратуры, в том числе и учитывающий размещение компонент внутри и их ориентацию в пространстве. В связи с эти предлагается следующий метод: разбиваем пространство электронного блока на секторы, определить положение электронных компонент внутри этих секторов и провести лучевой анализ толщины вокруг каждого элемента. Рассмотрим метод более подробно.

При разбиении аппаратуры на секторы, является важным выбрать шаг разбиения, так как с уменьшением шага не только увеличивается время расчёта при решении задачи оценки радиационной стойкости электронных компонент, но и резко возрастает потребление памяти у ЭВМ. Минимально возможный шаг разбиения можно найти по следующей формуле:

$$h_m = \sqrt[3]{\frac{V_6 I}{V_{O3Y}}}$$

где  $V_6$  - объём рассчитываемого блока ( $см^3$  или  $м^3$ );

$I$  - размер ячейки памяти для хранения данных сектора (байт);

$V_{O3Y}$  - объём памяти ЭВМ (ОЗУ) (байт).

После определения шага разбиения, осуществляется непосредственно само разбиение с формированием массива свойств секторов (рисунок 1). По своей сути это можно назвать построением воксельной модели аппаратуры.

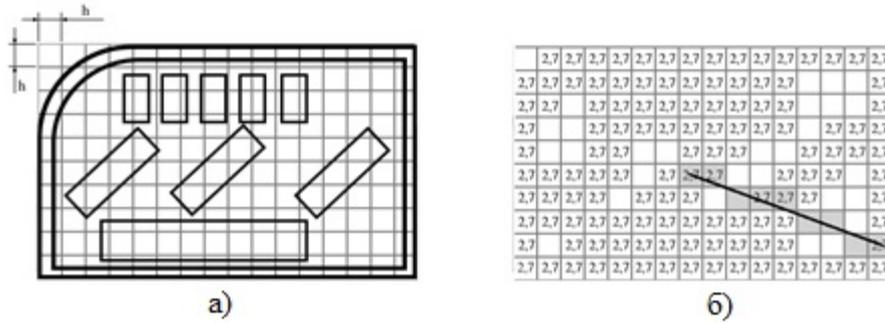


Рисунок 1 – Двухмерный пример разбиения электронной аппаратуры КА на сектора: а) структура аппаратуры с наложенной сеткой разбиения; б) построенный двухмерный массив каждая ячейка которого характеризует свойства определённого сектора (свойств может быть несколько, но в примере отражено только одно)

Одним из основных свойств секторов является эффективная толщина защиты, которая равна произведению средней плотности вещества на толщину защиты из данного вещества. В нашем случае толщина различается в зависимости от угла, под которым проходит луч через сектор, поэтому для снижения объёмов вычислений, но увеличения погрешности можно принять в качестве толщины – либо сам шаг разбиения ( $h$ ), либо диаметр сферы, объём которого равен объёму сектора разбиения. Диаметр такой сферы будет равен:  $1,240701 \cdot h$ .

Для определения радиационной стойкости от стенок аппаратуры к каждому конкретному электронному элементу пускаются лучи, вдоль которых суммируется толщина активной защиты. Число лучей равно:

$$n_1 \cdot n_2 \cdot 2 + n_1 \cdot n_3 \cdot 2 + n_3 \cdot n_2 \cdot 2;$$

где  $n_1$ ,  $n_2$  и  $n_3$  - количество сегментов разбиения в длину, ширину и высоту аппаратуры КА.

Самым эффективным алгоритмом трассировки данных лучей в воксельной структуре аппаратуры КА является алгоритм Брезенхэма модифицированный для использования в трёхмерном пространстве. В связи с чем, алгоритм дополняется ещё одним циклом, который будет отвечать за движение по третьей оси – оси Z, или иными словами высоте аппаратуры КА.

Таким образом, данный подход решения задачи моделирования ИИ КП внутри аппаратуры КА, позволяет повысить точность оценки радиационной стойкости отдельных электронных компонент и всего КА в целом. Так же становится возможным учитывать ориентацию КА в пространстве в процессе его облучения. При дальнейшей модификации данного метода станет возможным учитывать не только прямое воздействие ИИ КП на электронные компоненты, но и отражённое от стенок аппаратуры и других компонент, а сама задача моделирования ИИ КП внутри аппаратуры КА станет близка к задаче обратной трассировки луча при построении изображения в компьютерной графике, что так же повысит точность прогноза стойкости аппаратуры КА.

#### Литература

1. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. — М.: Мир, 1989. — С. 54-63.
2. Шевляков А.С. Анализ методов расчёта уровня радиационной стойкости космических аппаратов. // Информатика, вычислительная техника и управление: Сб. науч. тр. – Вып. 4. – М.: «ИТМиВТ РАН», 2013. – С. 299-304 – Инв. № 1227.
3. Шевляков А.С., Андреев Г.И., Коновалова Д.В. Алгоритм вычисления толщины защитного экрана электронных компонент в составе космического аппарата от ионизирующего излучения космического пространства. // Информатика, вычислительная техника и управление: Сб. науч. тр. – Вып. 5. – М.: «ИТМиВТ РАН», 2014. – С. 177-182 – Инв. № 2134.
4. Шевляков А.С., Князев В.В., Селивёрстов Д.Е. Методика оперативной оценки уровня радиационной защищённости электронной компонентной базы в составе электронных блоков ракетных космических систем. // Актуальные вопросы современных информационных технологий: НТС «Известия» №257 – М: ВА РВСН, 2014. – С.325-332 – Инв. №137469.

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ БЕСКОНТАКТНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

Юрин А.И., Злодеев Г.Ю.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

В работе рассмотрен принцип измерения параметров вибрации с помощью бесконтактного волоконно-оптического датчика. Приведено описание и возможности разработанного виртуального прибора, предназначенного для измерения параметров вибрации с помощью волоконно-оптического датчика.

### Measuring of vibration parameters using non-contact fiber-optical sensor. Yurin A.I., Zlodeev G.Yu.

The paper considers the measurement principle of vibration parameters with contactless fiber-optical sensor. The description and the possibility of virtual instrument designed for measuring vibration parameters using the fiber-optical sensor.

Задача разработки надежных и высокоточных датчиков вибрации, способных работать в широком частотном и динамическом диапазоне, постоянно находится в поле зрения специалистов по виброметрии. Одним из путей её решения является применение бесконтактных волоконно-оптических датчиков (ВОД) с внешней модуляцией [1]. Основными структурными элементами подобных датчиков являются источник излучения (ИИ), передающий (Т) и приемный (Р) волоконно-оптические каналы и фотоприемное устройство (ФП) [2]. Применение бесконтактных волоконно-оптических датчиков позволяет измерять различные параметры вибрации – частоту, виброперемещение, виброускорение и т.д. На рис. 1 представлена схема бесконтактного рефлектометрического ВОД линейных перемещений, на основе которого может быть разработан датчик вибрации.

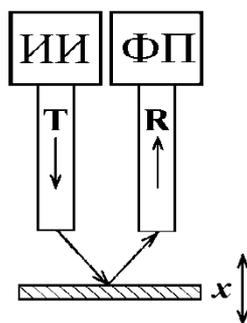


Рис. 1. Схема построения бесконтактного акселерометра на основе ВОП рефлектометрического типа

Световой поток передается от источника излучения по передающему волоконно-оптическому каналу, отражается от объекта и по приемному каналу попадает на фотоприемник. Из-за изменения расстояния до объекта при его вибрации происходит модуляция интенсивности светового потока, приводящая к изменению величины тока фотоприемника  $I(x)$ . Таким образом, переменная составляющая  $I(x)$  зависит от параметров виброперемещения. В случае, если питание ИИ осуществляется от источника переменного тока, сигнал с ФП из-за вибрации объекта становится амплитудно-модулированным, причем величина коэффициента амплитудной модуляции  $m$  прямо пропорциональна амплитуде виброперемещения.

ВОД отличаются широкими функциональными возможностями, надежностью и высокими метрологическими характеристиками, однако из-за необходимости настройки рабочей точки, компенсации отражающих свойств поверхностей, внешней засветки и т.д. требуют обработки сигнала измерительной информации, которую целесообразно проводить с помощью современных информационных технологий.

Для решения этой задачи был разработан виртуальный прибор (англ. *virtual instrument*, VI) в среде графического программирования LabVIEW (рис. 2). Среди основных возможностей разработанного виртуального прибора можно выделить:

- подача напряжения питания ИИ с возможностью регулировки уровня;
- измерение напряжения с ФП;
- коррекция функции преобразования ВОД;
- фильтрация помех;
- расчет частоты вибрации, амплитуд виброперемещения и виброускорения;

- запись измерительной информации в файл.

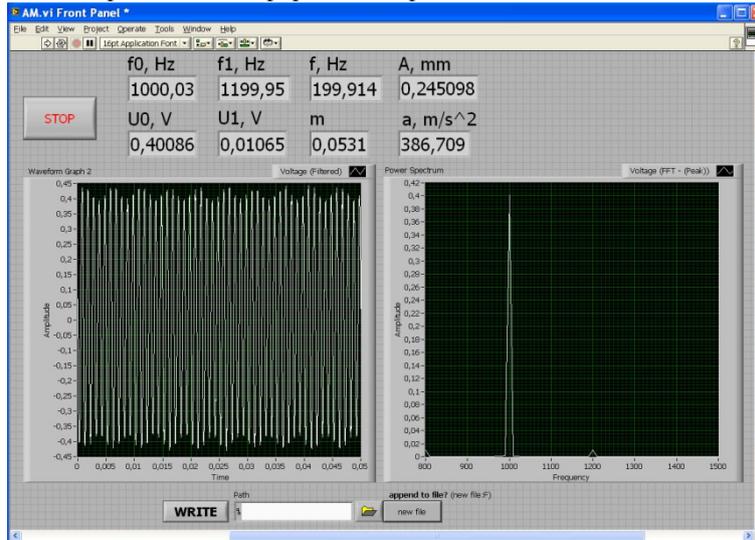


Рис. 2. Передняя панель разработанного виртуального прибора

В качестве ВОД была применена система на основе разветвленного волоконно-оптического жгута с общим приемо-передающим торцом, роль ИИ и ФП в которой выполняли светодиод и фотодиод, экспериментально подобранные для получения максимальной чувствительности.

Для подачи напряжения питания на ИИ и оцифровки сигнала с ФП была использована специализированная плата сбора данных PCI 6221 компании National Instruments, откалиброванная по уровню сигналов. Питание ИИ осуществляется синусоидальным напряжением частотой 1 кГц для устранения влияния внешней засветки. Для уменьшения влияния помех от силовой сети и флуоресцентных ламп использовался программный фильтр высоких частот с частотой среза 600 Гц.

Разработанный виртуальный прибор может быть использован для измерения перемещений и параметров вибрации. В дальнейшем планируется добавление функционала по коррекции дополнительных погрешностей от влияния шероховатости поверхности объектов и других воздействующих факторов с помощью специальных методик [4,5].

#### Литература

1. Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.
2. Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.
3. Злодеев Г. Ю., Юрин А. И., Красивская М. И., Дмитриев А. В. Измерительная система с волоконно-оптическими датчиками // В кн.: Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Международного симпозиума / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов; науч. ред.: А. Н. Тихонов. М.: ДМК Пресс, 2015. с. 66-70.
4. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // *Measurement Techniques*. 2014. Vol. 56. № 12. P. 1323-1326
5. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

#### О СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Оцоков Ш.А.  
Москва, МЭИ(ТУ)

Рассмотрены виды биометрических систем, назначение, способы применения. Предложена архитектура программной части биометрической системы, включающая в себя ядро для распознавания и прикладное программное обеспечение.

**About the structural organization of the software biometric systems. Otsokov Shamil**

In article types of biometric systems, appointment, methods of application are considered. The architecture of program part of biometric system is offered, including a kernel for recognition and the applied software.

В настоящее время в России по разным оценкам среднегодовые темпы роста рынка биометрических систем в России будет составлять около 15% [1].

Существуют различные виды биометрических систем, основанные на таких способах идентификации как: верификации голоса, распознавание лица, радужной оболочки глаз, сканировании отпечатков пальцев, геометрии руки, верификации подписи.

Тенденция улучшения технических характеристик биометрических сенсоров, снижение их стоимости, совершенствование алгоритмов распознавания способствует их внедрению в системах контроля доступа, в системах лояльности, платежных системах, совместно с традиционными способами доступа с помощью карт, а иногда и вместо них.

Основную долю рынка биометрических систем занимают системы, основанные на распознавании отпечатков пальцев. В России существует множество компаний, предлагающих свои аппаратные и программные решения в этой области, такие как: «Сонда эксперт», «Биолинк», «Биосмарт» и др. Аппаратные решения этих компаний основаны на одном и том же физическом принципе функционирования и отличаются между собой в основном техническими характеристиками контроллеров, биометрических сенсоров (сканеров отпечатков пальцев), конструктивными особенностями, поддержкой тех или иных функций.

По способу применения аппаратные решения можно разделить на следующие:

1. Для прохода через турникеты;
2. Для прохода через двери;
3. Для регистрации пользователей.
4. Мобильные терминалы для розничной торговли, банков

Решения для прохода через турникеты или через двери входят в состав системы контроля и управления доступом (СКУД) и включает в себя биометрический сканер, контроллер, исполняющие механизмы, систему ограждения. Внешний вид такого устройства, производимого компанией «Сонда эксперт» представлен на рисунке 1 (слева).



Рисунок 1. Фото устройств для прохода через турникет или двери

Устройства первого и второго типа подключаются к локальной сети предприятия и могут функционировать под управлением программного обеспечения СКУД. Все функции по обеспечения доступа сотрудникам и регистрация новых пользователей осуществляется самой СКУД, требующей для своей работы сервера с установленной базой данных и специального программного обеспечения [2].

Некоторые устройства поддерживает автономный режим работы и не требует внешнего программного обеспечения. В случае функции настройки доступа и добавление новых пользователей осуществляется через Web интерфейс. Внешний вид такого устройства представлен на рисунке 1 (справа).

Качественными показателями биометрической системы являются FAR (False Acceptance Rate) и FRR(False Rejection Rate). Первое число характеризует вероятность ложного совпадения биометрических характеристик двух людей. Второе – вероятность отказа доступа человеку, имеющего допуск. Система тем лучше, чем меньше значение FRR при одинаковых значениях FAR. Значение этих показателей и эффективность биометрической системы определяет используемый алгоритм распознавания отпечатков пальцев, составляющие ядро программной части биометрической системы.

Одним из лидеров в России по качеству распознавания, как показали, международные тесты, является компания «Сонда Эксперт» [3].

Ядро программной части биометрической системы, как правило, выполняет следующие функции:

1. Построение шаблона отпечатков пальцев
2. Поиск наиболее близкого к заданному шаблону в базе данных.

Шаблон формируются по изображению отпечатка пальцев человека. Для одного и того же пальца руки возможно получение различных шаблонов. В связи с этим ядро выполняет поиск наиболее близкого шаблона к заданному в базе данных. При увеличении числа отпечатков пальцев увеличивается время поиска шаблона и увеличивается вероятность ложного распознавания. Для уменьшения этой вероятности применяется распознавание по двум отпечаткам пальцев.

Один из вариантов структурной организации программной части биометрических систем включает в себя:

- ядро;
  - служба для доступа к ядру по локальной сети (обрабатывает запросы на поиск шаблона, добавление нового отпечатка в базу данных, управление сетевыми устройствами, входящими в состав СКУД);
  - прикладное ПО для построения отчетов, хранения событий, задания режимов доступа.
- Прикладной ПО для построения отчетов хранения событий, задания режимов доступа может иметь веб-интерфейс.

### **Литература**

1. Биометрический рынок России: прогноз на 2015 год и перспективу / ООО «Биолинк Солюшенс». – М., 2014 – 17 с.
2. В.А. Ворона, В. А. Тихонов Системы контроля и управления доступом - М.: Горячая линия – Телеком, 2010. - 272 с.: ил.
3. Результаты тестирования алгоритмов российских биометрических компаний на мировом рынке [Электронный ресурс] // URL: <http://habrahabr.ru/post/250725/> (дата обращения: 12.08.2015).

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГРУЗОВ НА СКЛАДЕ**

Клевцов С.И., Буринов С.В.

*Таганрог, Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ*

Представлена информация о разработке проекте микроконтроллерной системы идентификации и мониторинга товаров на складе. Система способна собирать, обрабатывать и отображать данные, поступающие от радиометок объекта. В работе разработаны блок-схема системы, алгоритмы обработки информации и создано необходимое программное обеспечение.

### **Information system controls of goods in stock. Klevtsov S.I., Burinov S.V.**

A project information system microcontroller identification and monitoring of goods in stock. The system is able to collect, process and output of the main data coming from RFID tags of the object. The block diagram of a system designed algorithms of its elements, and created the necessary software.

Основным назначением систем автоматической идентификации (Auto-ID) является сохранение и передача информации о различных объектах [1]. В настоящее время в современных системах целесообразно использовать бесконтактный способ передачи данных между носителем информации и считывающим устройством, а также передачи энергии от считывающего устройства носителю. Таким решением стали системы радиочастотной идентификации - сокращённо RFID-системы (Radio Frequency IDentification) [1]. Система позволит контролировать наличие и перемещение груза в пределах складского помещения разделённого на зоны антеннами каждого из считывателей (рис.1).

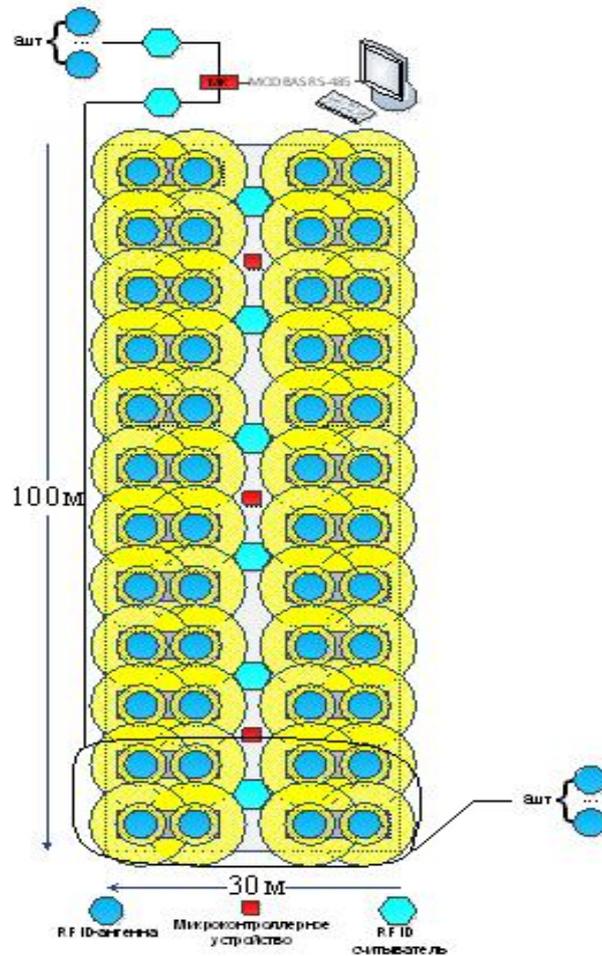


Рисунок 1 – Мнемосхема объекта наблюдения

Разрабатываемая система представляет собой программно-аппаратный комплекс, который, исходя из существующих решений, предположительно может включать в себя следующие компоненты:

- пассивная RFID-метка, идентифицирующая груз;
- антенна стационарного RFID-считывателя, которая формирует электромагнитный сигнал, питающий метки и принимает от них информацию;
- стационарный RFID-считыватель;
- микроконтроллер;
- автоматизированное рабочее место оператора.

В рамках создания проекта системы разработаны функционально-модульная структура (рисунок 2) и блочная структура объекта (рисунок 3).



Рис. 2 – Функционально-модульная схема

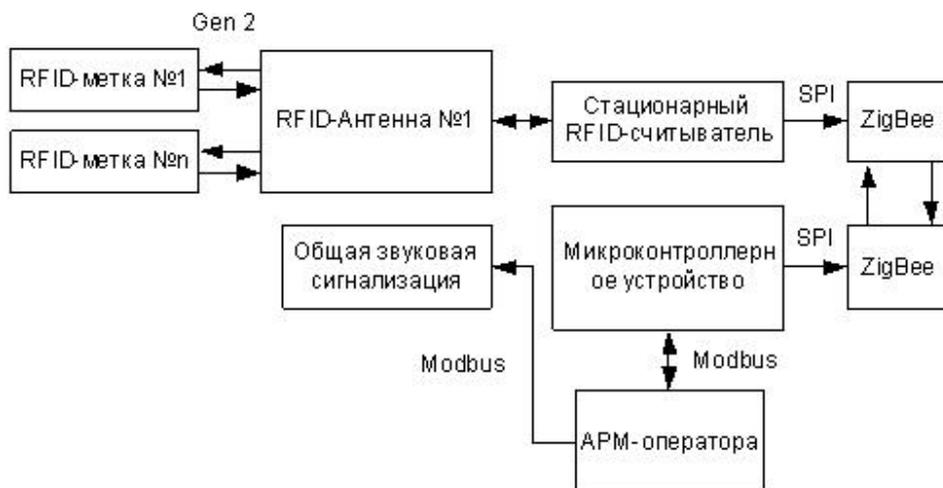


Рис. 3 – Блочная структура

Основные задачи, решаемые устройством:

- считывание данных с меток при помощи антенны;
- анализ полученных данных в МК (Сравнение идентификаторов меток с хранящимися в памяти микроконтроллера для данной зоны; отправка пакета данных в АРМ, состоящего из идентификатора метки и флага состояния (1 0 – зафиксирован МК, но отсутствует в его памяти или 1 1 – зафиксирован МК и присутствует в его памяти));
- пересылка данных по сетевому каналу в АРМ оператора;
- сравнение идентификаторов меток с хранящимися в общей БД;
- срабатывание сигнализации при отсутствии идентификатора в БД;
- определение местоположения грузов (номер стеллажа);
- сохранение в БД текущего местоположения грузов.

Блочная структура включает в себя следующие структурные элементы:

- RFID-метки;
- RFID-антенны;
- стационарный RFID-считыватель;
- приёмопередатчики ZigBee;
- микроконтроллерное устройство (микроконтроллер, flash-память, преобразователь сетевого интерфейса, преобразователь напряжения);
- АРМ оператора;
- общую звуковую сигнализацию.

В условиях постоянного товаропотока, большого ассортимента и значительного числа обслуживаемых клиентов использование систем радиочастотной идентификации позволяет решать множество проблем связанных с задачей управления цепочками поставок, включающей в себя такие этапы, как получение, хранение, инвентаризация, перемещение товара, определение местонахождения отдельных позиций.

Использование технологии RFID на любом из этапов предоставляет компании уникальные возможности управления товарными запасами, а сама по себе RFID-технология является надёжной, долговечной, не требует прямой видимости метки и позволяет считывать информацию одновременно с большого количества таких меток, что значительно повышает эффективность процесса погрузки-разгрузки товаров, обеспечивает точность и быстроту получения информации [2].

### Литература

1. Клаус Финкенцеллер: RFID-технологии: Справочное пособие - Москва: Изд-во “Додэка-XXI”, 2010. – 84 с.
2. «Компоненты и технологии» [Электронный ресурс] URL: [http://kit-e.ru/articles/rfid/2005\\_09\\_154.php](http://kit-e.ru/articles/rfid/2005_09_154.php)

## СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С ПРИЕМА ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Микшина В.С., Ельмендеев А.П.

*Сургут, БУ ВО «Сургутский государственный университет»*

Рассмотрена актуальность задачи выбора и оптимизации режимов работы электроцентробежных насосов нефтяных скважин. Предложен способ математической обработки информации, поступающей с приема электроцентробежного насоса, с целью определения реального притока жидкости нефтяной скважины без проведения дополнительных исследований.

### **Method mathematical processing of information coming from the electric submersible pumps reception in oil production. Mikshina V., Elmendeev A.**

The actual problem of the choice and optimization of operating modes of electric pump oil wells. Proposed a method of mathematical processing of information from the receiving electrical centrifugal pump, in order to determine the actual inflow of the oil well, without additional research.

Основным методом добычи нефти в России является – оснащение и эксплуатация нефтяных скважин погружными установками электроцентробежных насосов (УЭЦН). За последние двадцать пять лет доля нефти, поднятой на поверхность с помощью УЭЦН, в нашей стране выросла более чем в два раза. Эта тенденция, имеет устойчивое развитие, которая сохранится и в будущем. Поэтому, грамотная добыча нефти УЭЦН имеет важное стратегическое значение, как для нефтяной отрасли России, так и в целом для всей страны, и является одним из приоритетных направлений современных методов добычи нефти.

В настоящее время существует множество компьютерных программных продуктов, позволяющих решать сложную технологическую задачу подбора установки электроцентробежного насоса (УЭЦН) к скважине.

В литературных источниках были представлены примеры графического нахождения характеристик скважин посредством автоматического волномера и термоманометрических систем (ТМС) [1, 2]. Исследование скважины волномером проводится непосредственно на ее устье, что не всегда эффективно, в то время как ТМС позволяет получать информацию для анализа практически в режиме реального времени. Однако алгоритмы передачи данных на «верхний» уровень посредством автоматической системы управления технологическими процессами (АСУТП) таковы, что интервалы передачи данных могут быть разными, в результате приток пластовой жидкости в скважину определяется недостаточно четко или не определяется совсем.

В данной работе рассматривается возможность определения притока жидкости скважины на основе математической обработки информации о давлении, поступающей с приема электроцентробежного насоса.

Для нахождения притока необходимым условием является остановка скважины на некоторое время, как правило, 3-6 часов достаточно. Остановка может быть инициирована, в том числе дистанционно, либо использована для анализа остановка УЭЦН, произошедшая по причине срабатывания защит либо по другим техническим, технологическим причинам. После остановки УЭЦН жидкость из пласта продолжает поступать в скважину, значение динамического уровня  $H$  в затрубном пространстве уменьшается, давление на приеме насоса  $p$  соответственно растет. Темп роста  $p$  с течением времени  $t$  снижается, как и темп изменения  $H$ .

Алгоритм нахождения притока заключается в определении объема жидкости  $V$  при изменении  $H$  на величину  $\Delta H$ , соответственно  $p$  на  $\Delta p$  за промежуток времени  $\Delta t$ . В качестве мерной емкости используется внутренний объем эксплуатационной колонны скважины за исключением объема, занимаемого насосно-компрессорными трубами (НКТ).

На рисунке 1 представлен график фактических значений давления на приеме насоса  $p(t)$  в скважине, оборудованной установкой ЭЦНД 5-30-2200Н, работающей в периодическом режиме. На основе  $p(t)$  построена зависимость притока  $q(t)$ . Положительные значения  $q$  означают приток, когда насос остановлен, отрицательные значения  $q$  означают откачку жидкости из затрубного пространства скважины – насос находится в работе (ось ординат справа). Так же графически представлены аналитические зависимости:

$$\begin{aligned} &\text{линия АВ} \\ p &= mt^2 + ft + c \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{и линия CD} \\ q &= c(2mt + f) \end{aligned} \quad (2),$$

полученные на основе фактических данных ТМС УЭЦН. Можно видеть значительный разброс фактических точек  $q(t)$  относительно аналитически полученной функции (2) (линия CD). Разброс фактических точек связан с особенностями передачи данных посредством АСУТП, аналитически полученные функции позволяют «сгладить» разброс фактических точек.

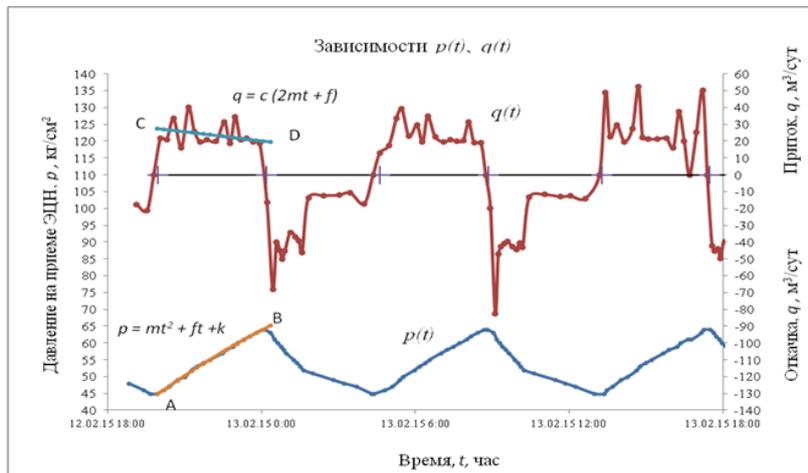


Рис. 1. Зависимости  $p(t)$ ,  $q(t)$ .

На рисунке 2 представлена искомая приточная характеристика скважины  $q(p)$ , полученная с помощью уравнений (1) и (2).

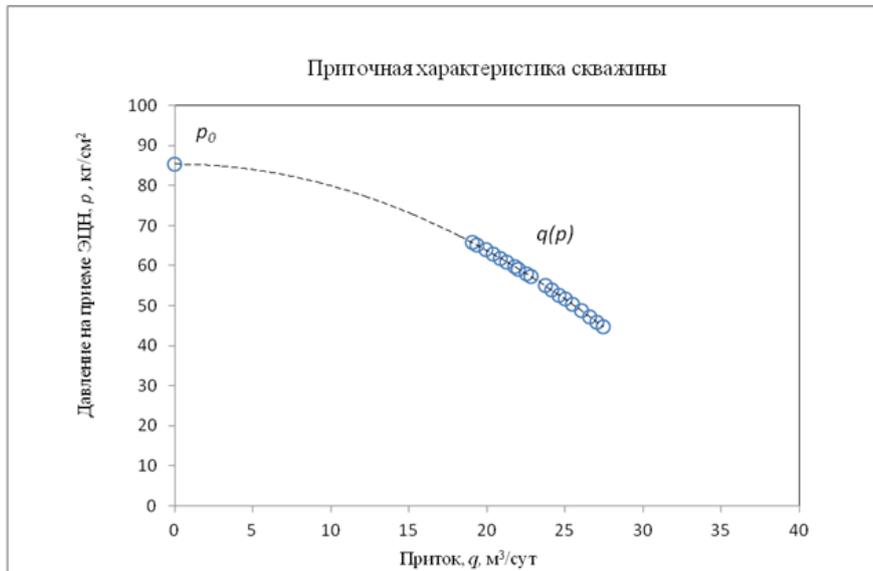


Рис. 2. Приточная характеристика скважины

Интерполяция зависимости  $q(p)$  до пересечения с осью  $p$  позволяет получить точку  $p_0$ , когда забойное давление равно пластовому давлению

$$p_{зab} = p_{пл}$$

Таким образом, предложенный способ математической обработки информации, поступающей с приема электроцентробежного насоса, позволяет оперативно и без проведения дополнительных исследований определять реальный приток жидкости нефтяной скважины, что необходимо для корректного подбора и оптимизации режимов работы УЭЦН.

### Литература

1. Ельмендеев, А.П. Определение расходно-напорной характеристики погружной установки электроцентробежного насоса при работе на реальной жидкости / А.П. Ельмендеев // Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции 29-30 апреля 2014 года. – СПб, 2014. – С. 62-63.

2. Стрих, Н.И. Анализ и обработка информации при эксплуатации нефтяных скважин установками погружных электроцентробежных насосов с целью оптимизации режима работы системы «скважина-насос» и повышения качества управления процессом добычи нефти / Н.И. Стрих, А.П. Ельмендеев // Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции посвященной 50-летию Юго-Западного государственного университета. – г. Курск, 2014 С. 239-246.

## **ПОРТАТИВНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОТЛАДКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С НОСИТЕЛЕМ**

Ключников А.В., Плетенев И.В., Чертков М.С., Шагимурагов М.Д.  
*Снежинск, РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина*

В работе описан аппаратно-программный комплекс, позволяющий имитировать штатную работу системы управления управляемого беспилотного летательного аппарата, а также моделирующий наличие неисправностей в работе системы управления. Приведены структурная схема и основные технические характеристики комплекса. Комплекс предназначен для отработки протокола информационного обмена летательного аппарата.

### **Portable device for adjusting an informational interaction between flying vehicle and its carrier. Klyuchnikov A., Pletenev I., Chertkov M., Shagimuratov M.**

Apparatus and program complex for imitation of functioning the control system of unmanned flying vehicle is described in the article. The complex makes it possible to simulate faults in control system's functioning, too. Structural diagram and main technical characteristics of the complex are presented. The complex is intended for adjusting a protocol of exchange information between unmanned flying vehicle and its flying carrier during their joint fly.

Стенд предназначен для повышения качества и сокращения времени отработки протокола информационного взаимодействия (ПИВ) беспилотного летательного аппарата (ЛА). Стенд представляет собой специализированный аппаратно-программный комплекс и обеспечивает выполнение следующих задач [1]:

- подтверждение схемной, электрической и информационной согласованности с носителем;
- отработку ПИВ на имитаторе системы управления (СУ) носителя;
- отработку бортовых алгоритмов навигации и управления ЛА;
- отработку программного обеспечения (ПО) СУ носителя;
- имитацию различных возможных неисправностей в работе ЛА и контроль правильности реакции носителя на «внесенные» неисправности;
- отработку различных сценариев взаимодействия, возможных в ходе совместного передвижения в пространстве.

При создании стенда, к нему были предъявлены требования по его компактности, минимизации массогабаритных характеристик, а также по обеспечению возможности производить сложные вычисления в реальном времени. Для удобства переноски стенд выполнен в виде моноблока, оборудованного ручками.

Стенд построен на базе встраиваемого промышленного компьютера, оснащенного сенсорным дисплеем и набором необходимых плат ввода – вывода. Данное решение обеспечивает функциональность, компактность и мобильность стенда, а также позволяет работать не только на имитаторе носителя в лабораторных условиях, но и непосредственно под реальным носителем в условиях ангара. Внешний вид стенда представлен на рисунке 1.

Взаимодействие с СУ носителя осуществляется по мультиплексному каналу информационного обмена (МКИО) в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003 [2] посредством платы TA1 PCI4-2 производства ЗАО «Элкус» (С.-Петербург), при этом стенд работает в режиме оконечного устройства.

Имитация обмена по цепям разовых команд (РК) осуществляется посредством платы PCI-1730 производства «Advantech» (Тайвань). Также данная плата управляет блоком коммутирующих реле.

Имитация токопотребления бортовой электронной аппаратуры ЛА по цепям питания осуществляется блоком нагрузок. Блок реле и блок нагрузок смонтированы внутри моноблока.

Отработка ПИВ проводится в лабораторных условиях на имитаторе СУ носителя. Основными задачами, решаемыми на данном этапе, также являются: отработка ПИВ, отработка ПО ЛА и ПО СУ носителя, а также отработка бортовых алгоритмов навигации и управления ЛА. Схема подключения имитатора к стенду, имитирующему СУ носителя, показана на рисунке 2.



Рис. 1. Внешний вид

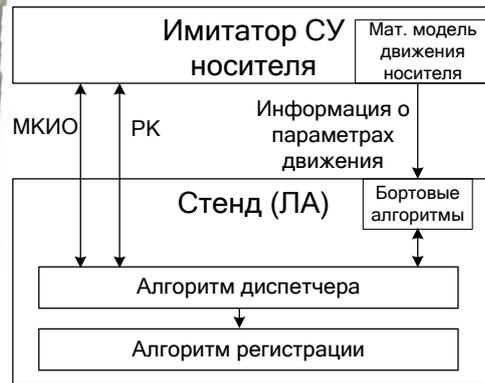


Рис. 2. Схема подключения к имитатору СУ носителя

Отработка осуществляется следующим образом: оператор выбирает требуемый сценарий работы (штатный режим, либо работу с «внесенными» неисправностями), после чего имитатор носителя инициирует начало информационного обмена. Процесс взаимодействия заключается в обмене информационными массивами с заданной частотой по заданному алгоритму.

Параллельно с основным обменом по МКИО информация о параметрах движения носителя поступает от имитатора носителя по интерфейсу Ethernet в стенд с частотой 1кГц. Данные усредняются и поступают на вход бортовых алгоритмов, реализованных в рабочем ПО стенда для последующей обработки.

В процессе обмена контролируется реакция носителя на внесенные неисправности. Все данные о ходе эксперимента сохраняются в файлы для последующей обработки и анализа.

Программные и аппаратные средства разработанного стенда позволяют имитировать следующие группы неисправностей:

- физические обрывы информационных цепей и цепей разовых команд;
- имитация неисправностей приборов СУ ЛА;
- несвоевременное выполнение событий ПИВ;
- неверное содержание информационных массивов;
- неправильная работа бортовых алгоритмов;
- ошибки разовых команд.

Интерфейс пользователя предоставляет возможность комбинировать данные неисправности и задавать время их появления. Рабочее ПО позволяет расширять и модифицировать имитируемые неисправности.

ПО стенда функционирует под управлением операционной системы реального времени (ОСРВ) QNX, которая обеспечивает возможность соблюдения жестких временных рамок взаимодействия ЛА с носителем, а так же выполнения бортовых алгоритмов навигации и управления ЛА.

ПО работает в потоковом режиме и включает следующие программные модули:

- алгоритм диспетчера, который поддерживает единый отсчет времени и отвечает за своевременное выполнение протокола обмена;
- алгоритм обработки сообщений МКИО;
- поток пользовательского интерфейса, обеспечивающий связь с оператором и вывод текущей информации на дисплей;
- бортовые алгоритмы ЛА;
- алгоритм регистрации данных, обеспечивающий сохранение результатов эксперимента на жесткий диск для последующей обработки.

Основные технические характеристики стенда:

- габаритные размеры: 530x480x370 мм;
- масса: не более 35 кг;
- питание стенда: от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц;
- потребляемая мощность: не более 800 Вт;
- интерфейс МКИО с резервированием: 2 канала;
- количество цепей разовых команд: 9 входных, 4 выходных.

Использование стенда, имитирующего информационный обмен беспилотного ЛА с носителем, позволяет значительно сократить время отработки ПИВ и ПО ЛА. Модульный принцип построения и

использование встраиваемого промышленного компьютера, как основного элемента стенда, обеспечивают функциональность стенда, возможность его реализации в виде портативного моноблока и удобство в эксплуатации. Выбранные технические решения обеспечивают возможность последующих (при необходимости) модернизаций стенда.

#### **Литература**

1. Шагмуратов М.Д., Шушарина С.Н., Шалашов С.В., Чертков М.С., Ключников А.В., Андреев С.В. Разработка эквивалента беспилотного летательного аппарата. // Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции “Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского”, Москва, 2015, с.168–172.
2. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей.

### **АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ**

Усманов Т.А.  
*Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ*

В данной статье предложена концепция адаптивной системы оповещения и управления эвакуацией, способной учитывать актуальный сценарий развития чрезвычайной ситуации и распределение людей в здании. Целью разработки такой системы является повышение оперативности и безопасности эвакуации людей из здания. Предполагается, что эффект будет достигнут за счёт оптимального распределения потоков людей из зон пожарного оповещения по путям эвакуации, что позволит избежать заторов и исключать пути, заблокированные опасными факторами пожара.

#### **Adaptive Evacuation and Voice Alarm System. Usmanov T.A.**

This article addresses the problem of improving the efficiency of Evacuation and Voice Alarm Systems. The research presents the concept of an Adaptive Evacuation and Voice Alarm System capable of finding and applying the optimal evacuation control scenario depending on evolving circumstances. The outcomes can be useful for improving life-safety systems in buildings with complex inner structure and large concentration of people.

Современные системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) могут запускаться в автоматическом режиме по сигналу от пожарной сигнализации. Вначале сигнал тревоги транслируется в зону оповещения управляющего персонала. При выявлении ложной тревоги оператор пожарной сигнализации сбрасывает этот сигнал. Если сигнал тревоги не отменён, то через определённое время активируется СОУЭ, которая в зависимости от места возникновения пожара запускает один из нескольких заранее заготовленных алгоритмов эвакуации.

Однако актуальное положение вещей может существенно отличаться от тех моделей чрезвычайной ситуации (ЧС), для которых эти алгоритмы были рассчитаны. В результате эффективность применения СОУЭ может оказаться минимальной. При ручном управлении оператору СОУЭ приходится учитывать большое количество обстоятельств, чтобы правильно реагировать на изменение обстановки. Внедрение некоторой подсистемы поддержки принятия решения могло бы обеспечить выработку взвешенного, количественно обоснованного решения в условиях ограниченности во времени. Это представляется особенно востребованным для зданий со сложной внутренней структурой и большим количеством посетителей.

Для повышения оперативности и безопасности эвакуации в данной работе предлагается концепция усовершенствованного варианта СОУЭ 5-го типа [1] с модулем поддержки принятия решения. Будем называть такую СОУЭ адаптивной, поскольку в этой системе сценарий эвакуации и предложения по его изменению вырабатываются динамически в зависимости от складывающейся обстановки.

Модуль поддержки принятия решения принимает и обрабатывает информацию от других систем безопасности здания. Он учитывает распределение людей по этажам, внутреннюю структуру здания и актуальные данные об ограничениях на использование некоторых путей эвакуации. Ограничения могут быть связаны, например, с ремонтными работами, неисправностью лифтового, эскалаторного оборудования и другими факторами. На основе этой информации вычисляется оптимальный сценарий эвакуации – маршруты движения и порядок эвакуации. Управление эвакуацией может осуществляться путём подачи записанных речевых сообщений, управления указателями выхода, системой направляющего звука и другими доступными способами. На основе утверждённого сценария формируется последовательность команд на озвучивание определённых речевых сообщений в зонах

пожарного оповещения, команд управления табло направления движения и знаками с изменяющимся смыслом.

Вычисление оптимального сценария эвакуации производится путём моделирования ЧС и моделирования движения людей по путям эвакуации. При этом на модель движения накладываются некоторые ограничения в соответствии с характером ЧС. Так, в случае угрозы взрыва приоритетным становится время, а эвакуация производится только на улицу, т.е. исключаются варианты эвакуации в зоны безопасности, расположенные внутри здания, при этом допустимо использование лифтов. В случае пожара для каждого участка путей эвакуации вычисляется время его блокирования опасными факторами пожара (ОФП). При этом важно максимально снизить интенсивность и длительность воздействия ОФП на человека.

Для модели движения требуются данные о распределении людей по этажам и помещениям здания. Эту информацию предполагается получать от подсистемы видеонализа, которая автоматически оценивает количество людей, находящихся в зоне видимости камер наблюдения. Для моделирования распространения ОФП системе необходимо получать идентификаторы сработавших пожарных извещателей. Статические данные, такие как таблица расположения извещателей, геометрия здания, распределение пожарной нагрузки и др., закладываются в систему перед вводом в эксплуатацию.

На рис. 1 приведена модель взаимодействия адаптивной СОУЭ с системами безопасности здания. Модуль поддержки принятия решения также обрабатывает сигналы от самых разных инженерных систем, состояние которых влияет на безопасность и скорость эвакуации.



Рис. 1. Модель взаимодействия адаптивной СОУЭ с системами безопасности здания

В схеме, приведённой на рис. 2, вычисляется состояние всех участков путей эвакуации на каждый момент времени. Это состояние включает в себя пропускную способность и некоторый интегральный показатель – интенсивность воздействия ОФП на человека. Поиск оптимального сценария эвакуации осуществляется путём интеллектуального перебора вариантов с разным временем задержки, маршрутами и порядком эвакуации для разных зон оповещения.



Рис. 2. Схема работы модуля поддержки принятия решения

Алгоритм поиска сценария эвакуации должен гарантированно предоставить решение в течение ограниченного промежутка времени. Скорость принятия решения является критическим фактором. Поскольку традиционное моделирование перечисленных процессов требует значительных затрат времени, автором исследуется возможность использования результатов предварительных вычислений. Разрабатывается метод поиска оптимального сценария эвакуации.

Ожидается, что применение адаптивной СОУЭ позволит повысить безопасность при эвакуации большого количества людей из многоэтажных зданий и крупных сооружений со сложной внутренней структурой, благодаря обеспечению высокой скорости и качества принимаемых решений о порядке и маршрутах эвакуации. С точки зрения пожарной безопасности, применение такой системы должно привести к снижению индивидуального пожарного риска.

#### **Литература**

1. НПБ 104-03. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях: прилож. к приказу МЧС РФ от 20.06.2003 г. № 323 (в ред. приказа МЧС РФ от 07.02.2008 г. № 57). — М. : ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003.
2. Хоанг Т.Д. Снижение пожарного риска зданий с массовым пребыванием людей: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 – Москва, 2014. – 155 с.
3. Родичев А.Ю. Модели и методы совершенствования системы управления эвакуацией людей из высотных зданий: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10. – СПб, 2011. – 189 с.
4. Егоров А.А. Математические модели и алгоритмы эвакуации людей в аварийных ситуациях в учебных заведениях: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Саратов, 2008. – 195 с.
5. Парфененко А.П. Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // Пожаровзрывобезопасность: научно - технический журнал. - 2014. - № 12. - С. 46-53

### **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМОМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЯ**

Мырова Л.О., Невзоров Ю.В., Фомина И.А.  
*АО «МНИРТИ»*

Представлены результаты анализа эффективности эргатических систем при организации процесса управления БПЛА. Рассмотрены частные критерии эффективности. Приводятся два основных подхода к организации процесса управления БПЛА.

#### **Improved security drones in remote manned mode control. Mirova L.O., Nevzorov Yu.V., Fomina I.A.**

The results of analysis of the effectiveness of systems in the organization ergatic process control UAVs. Consider the particular performance criteria. Are two basic approaches to the organization of the management of the UAV.

БПЛА (беспилотный летательный аппарат) получают все большее распространение в различных областях народного хозяйства и в военной технике. БПЛА применяют для мониторинга и охраны транспортных сетей топливно-энергетического комплекса, патрулирования транспортных магистралей, лесных массивов и охраняемых территорий, для наблюдения за погодными условиями, в разведывательных целях и для аэрофотосъемок.

В настоящее время вопросу организации полетов БПЛА в общем воздушном пространстве уделяется также большое внимание. В Евроконтроле, FAA, RTCA, EUROCAE идут дискуссии, на базе каких принципов и технических решений должны организовываться такие полеты, но общепризнано, что согласованного решения пока еще нет. Существуют альтернативные концепции интеграции БПЛА в общее воздушное пространство. Первая концепция предполагает распространить на БПЛА все существующие нормы управления воздушным движением (УВД), включая, например, оснащение системами опознавания и предупреждения столкновений. Вторая концепция предлагает организовывать полеты БПЛА в специально отведенных зонах.

По ряду причин эксперты отдают предпочтение первой концепции. Следуя этой концепции, процесс эксплуатации БПЛА в общем воздушном пространстве должен отвечать следующим основным принципам:

- должна обеспечиваться безопасность полетов пользователей общего воздушного пространства и безопасность населения на уровне, отвечающем требованиям безопасности полетов воздушных судов (ВС);
- не должны предъявляться требования о дооборудовании ВС дополнительными системами в целях совместимости с БПЛА;
- БПЛА должны иметь систему, позволяющую надежно отслеживать и избегать потенциально конфликтных ситуаций с ВС;

· производство полетов БПЛА следует осуществлять по тем же правилам, что и для ВС.

Для управления дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом в режиме реального времени, при ведении видеонаблюдения за окружающей средой и объектами, необходимо постоянное обеспечение связи бортовой аппаратуры БПЛА с наземным пунктом управления и повышение уровня безопасности полета в воздушном пространстве. На основании этого, разработка способов управления беспилотными летательными аппаратами в общем воздушном пространстве, где главной задачей является повышение эффективности использования БПЛА и уровня безопасности в дистанционно-пилотируемом режиме управления представляет актуальную задачу [1].

При этом следует отметить, что научно-технический прогресс, особенно в области информационных технологий, обеспечивает быстрое развитие техники и расширение ее возможностей. Однако, подавляющее большинство современных технических систем остаются ориентированными на человека, как ключевое звено в управлении этими системами, так называемые эргатические системы, в которых человек-оператор непосредственно связан с управляемым объектом (как, например, пилоты самолетов, которые управляются флагманом) являются, как правило, многоконтурными системами. Это приводит к развитию неразрешимых противоречий, требующих полного пересмотра всей идеологии создания подобных систем и переосмысления роли человека в них. Особенно остро эти противоречия проявляются в тех человеко-машинных системах, в которых человек выполняет функцию управления в экстремальных условиях, на пределе своих физиологических возможностей. Свидетельством развития таких противоречий является замедление прироста показателей эффективности вновь создаваемых человеко-машинных систем, несмотря на увеличение усилий по их совершенствованию.

Известно, что эффективность (в широком смысле) технической системы является композицией частных понятий эффективности, которая в значительной степени определяется эффективностью системы управления. Отмеченные ранее требования, предъявляемые к БПЛА, могут быть удовлетворены за счет повышения эффективности системы управления в целом, и бортовой системы управления, как отдельной технической системы. Выявление этих возможностей принято проводить методами системного анализа.

Поскольку эффективность любой технической системы связывает ее результат с затратами, то могут быть две основные формы представления критерия эффективности:

Первая форма предусматривает достижения максимума полезного эффекта при заданной затрате ресурсов (принцип максимизации эффекта), т.е.  $\max Y_i$ , где  $(Y_i \in Y)$  при  $C < C_0$ .

При второй постановке оптимальность решения достигается путем минимизации затрат ресурсов при ограничении на достижение заданного полезного эффекта (принцип экономии ресурсов), т.е.  $\min C_i$ , где  $(C_i \in C)$  при  $Y \geq Y_0$ .

В соответствии с целью исследований прирост эффективности следует оценивать по приросту показателей характеризующих время работоспособности системы. Тогда показателем эффективности объекта является коэффициент готовности –  $K_r$ . В свою очередь коэффициент готовности объекта определяется средним временем наработки на отказ систем входящих в его состав и временем восстановления в случае отказа, т.е.  $K_r = T_{нар} / (T_{нар} + T_{восст})$ . Тогда справедливо, что чем меньше время восстановления, тем больше коэффициент готовности объекта.

Понятие эффективности относят обычно к операции.

Применительно к технике операция – взаимодействие технических средств и людей, направленное на достижение определенной цели [2].

Техническая система в операции выступает в качестве активного средства достижения цели, и в этом случае понятие эффективности операции отождествляют с понятием эффективности технической системы.

Эффективность операции – степень соответствия реального результата операции требуемому.

Результат операции, а, следовательно, и ее эффективность определяются качеством технической системы, условиями и способами ее применения по целевому назначению.

Системный подход к оценке эффективности предполагает в качестве обязательного условия учет многоаспектности управления. При этом различают топологический, организационный, технический, технологический и математико-информационный аспекты. Центральная роль при исследовании этих аспектов должна быть уделена технологии управления, т.е. целенаправленному применению знаний о способах и средствах реализации взаимосвязанных функций управления. К последним относятся следующие: определение целей и выбора курса действий, планирование, оперативное управление (включая контроль, регулирование, диспетчирование и коррекцию планов), анализ функционирования, координация. Уровень, степень реализации этих функций и определяет эффективность управления.

При построении системы управления БПЛА рассматриваются два основных подхода к организации процесса управления. Согласно первому подходу непосредственное управление полетом должен осуществлять пилот размещенный на некотором удалении от летательного аппарата. Согласно второму, управление полетом осуществляется бортовой технической системой запрограммированной на

поддержание различных условий полета, человек при таком подходе выполняет функцию оператора и по сути дела исключается из непосредственного процесса управления. Приверженцы такого способа построения системы управления БПЛА считают, что если с человека, управляющего летательным аппаратом, снять выполнение, так называемых, локальных функций управления (управление движением летательного аппарата на земле и в воздухе, управление коммутацией в кабине, оценка технического состояния летательного аппарата, парирование возможных отказов и неисправностей, поиск и идентификация объектов вне кабины и т.д.) и отнимающих более 85% всех его физических и психических ресурсов, то появляется возможность полного использования интеллекта человека для выполнения глобальных функций управления (восприятие поставленной задачи и выработка алгоритма ее решения и т.п.). Этот подход позволяет исключить возможные ошибки пилота связанные с изменением его психофизиологического состояния в процессе выполнения полета. Несомненно, оператор в такой ситуации сможет полностью сконцентрироваться на задачах связанных с анализом материалов поступающих с БПЛА, но не следует забывать, что в этом случае приходится отказаться от возможности принять решение в нестандартной ситуации. Т.е. управление в этом случае возможно только в соответствии с заложенным алгоритмом, любая сложная и заранее не предусмотренная ситуация приведет к потере летательного аппарата.

Таким образом, рассмотрение эффективности применения той или иной системы управления невозможно без учета эффективности основной, целевой функции системы и частичных понятий эффективности

**Заключение.** Учитывая перечисленные факты, можно сказать, что применение того или иного способа построения системы управления БПЛА требует анализа задач целевого применения, и учета всего спектра вероятных воздействий мешающих выполнению заданной функции.

#### Литература

1. Невзоров Ю.В. Управление БПЛА с учетом степени помехозащищенности связи / И.А. Фомина, Ю.В. Невзоров // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. – 2013. – № 1, 2. – С. 44-46.
2. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. - М.: Наука – 1988, 95-278 с.

### **СРЕДСТВО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХКОРОТКОИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ, И УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Мырова Л.О., Пименов П.Н., Фомина И.А.  
АО «МНИРТИ»

Рассматривается средство эффективного воздействия СКИ ЭМИ с высокой частотой повторения на цифровые системы обработки и передачи информации с целью снижения качества их функционирования. Приведены критерии потенциальной уязвимости радиоэлектронных систем различного назначения к данному виду воздействия. Показаны преимущества разрабатываемого комплекса СКИ ЭМИ, его характеристики, принцип построения и область применения.

#### **The complex impact of the super short pulse of electromagnetic radiation for testing the stability of radio communications, and devices for processing and transmitting information. Mirova L. O., Pimenov P. N., Fomina I. A.**

Considered a mean of effective influence by ultrashort electromagnetic pulse high repetition rate to digital processing systems and information transfer in order to reduce the quality of their functioning. The criteria of the potential vulnerability of electronic systems for various applications for this type of exposure. The advantages of the developed complex ultrashort electromagnetic pulse, its characteristics, the principle of construction and application.

Ведение. Сверхкороткоимпульсное электромагнитное излучение (СКИ ЭМИ) относительно новый тип воздействия и обладает возможностью высокой эффективности воздействия. СКИ ЭМИ занимает достаточно широкий спектр, перекрывающий большую часть диапазонов, выделенных для современных средств радиосвязи. При высоких энергетических характеристиках СКИ ЭМИ, его влияние возможно не только на радиоприемную часть устройств, но также и аппаратную часть, ввиду формирования наводок в цепях питания, обработки и передачи информации и пр. [1].

Сегодня в мире появились новые стационарные и подвижные генераторы, излучающие периодические и однократные сверхкороткие электромагнитные импульсы большой мощности не

ядерного происхождения. Такие импульсы обладают новыми качествами, отсутствующими у излучений традиционных источников преднамеренных помех – сверхширокополосностью и большой амплитудой. Импульс имеет длительность  $0,1 \div 0,5$  нс и 90% его энергии лежит в интервале от сотен МГц до 3 ГГц. Современные разработки генераторов СКИ ЭМИ позволяют достигать высокой частоты повторения импульсов при высокой напряженности поля [2,3,4].

СКИ ЭМИ является сегодня новой серьезной угрозой для радиоэлектронных систем, включая цифровые системы обработки и передачи информации. Результатами этого воздействия являются:

- нарушение целостности информации в устройствах обработки и хранения;
- снижение скорости передачи данных в информационных сетях, вплоть до полного блокирования передачи информации;
- снижение дальности радиосвязи и её качества, вплоть до полного прекращения;
- необратимое поражение элементов электронных устройств и прекращение функционирования средств вычислительной техники и устройств на их основе.

Оперирова понятием спектральной плотности мощности, несложно сделать вывод о том, что сопоставляя эти величины можно сделать вывод о том, что СКИ ЭМИ имеет потенциально большее влияние именно на широкополосные радиосигналы. Формируя пакеты импульсов СКИ ЭМИ с интервалами между импульсами в пакете соизмеримыми с периодом центральной несущей частоты полезного сигнала, обеспечиваются условия прохождения значительной части энергии СКИ ЭМИ в приемные тракты [5].

Таким образом, СКИ ЭМИ является потенциальной угрозой для широкого спектра различных устройств. В связи с этим вступил в действие Федеральный закон "О техническом регулировании", разработано новое поколение национальных и международных стандартов по импульсным электромагнитным полям большой энергии. В этих документах установлены новые, более жесткие требования по безопасности и стойкости технических средств при воздействии электромагнитных факторов. Это привело к необходимости разработки отечественных нормативных документов. В статье приведены особенности разработанного в АО «МНИРТИ» комплекса воздействия СКИ ЭМИ обладающего рядом уникальных характеристик.

#### Особенности комплекса воздействия СКИ ЭМИ

В отличие от имеющихся в России средств воздействия СКИ ЭМИ, разработанный в АО «МНИРТИ» многофункциональный комплекс СКИ ЭМИ обеспечивает значительно большую энергетику воздействия на объекты поражения. Отличие от аналогичных классических СВЧ-устройств состоит в существенно большей мощности воздействия при сопоставимых или меньших массогабаритных характеристиках. Технический результат достигается тем, что в методе создания комплекса воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения с высокой частотой повторения используется вариант структуры излучающего комплекса, составленного из многих синхронно работающих излучателей малой мощности и многоэлементных антенных систем. На рисунке 1 изображен один из 64 антенных модулей комплекса.

#### Назначение комплекса

Проведение испытаний различных устройств на воздействие СКИ ЭМИ с целью оценки их устойчивости.

Определение критичных параметров СКИ ЭМИ при блокировании и искажении передаваемой информации в широкополосных системах радиосвязи.

Определение критичных параметров СКИ ЭМИ при блокировании работы и физическом повреждении элементов в устройствах обработки данных и информационно командных системах.

#### Состав

- стойка питания и управления, рисунок 3;
- излучающая система, рисунок 2;
- ПК с программой управления комплексом, рисунок 3.

#### Основные характеристики

##### Излучение:

- |                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| -длительность импульса                                                                               | 150 пс    |
| -напряженность поля на расстоянии 100 м от комплекса при частоте следования импульсов 1 МГц - 10 МГц | 1 кВ/м    |
| при частоте следования 50 МГц                                                                        | 0,25 кВ/м |

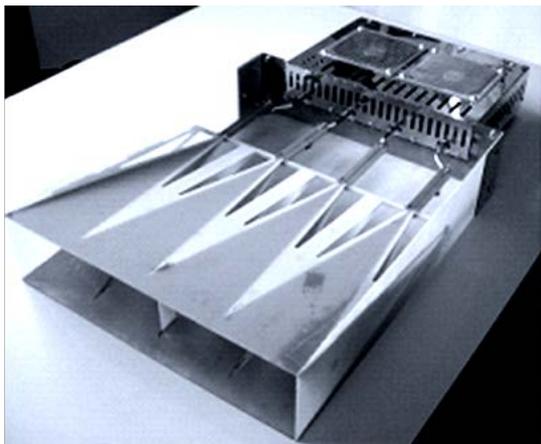


Рисунок 1 – Антенный модуль

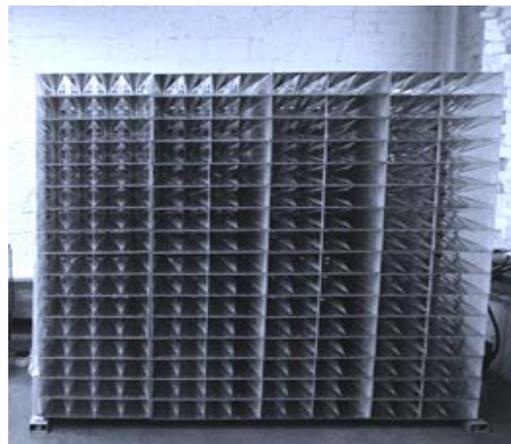


Рисунок 2 – Излучающая система



Рисунок 3 – Стойка питания и управления, излучающая система, осциллограф, ПК, преобразователь импульсного электромагнитного поля.

Заключение. Разработанный в АО «МНИРТИ» комплекс воздействия СКИ ЭМИ позволяет обеспечивать:

- проведение экспериментальных исследований влияния СКИ ЭМИ на различные радиоэлектронные устройства;
- оценку критических параметров излучения (напряженность поля и частота повторения импульсов) при которых наступают изменения штатного функционирования исследуемых устройств;
- оценку потенциального радиуса действия источников СКИ ЭМИ на различные радиоэлектронные устройства.

#### Литература

1. Киричек Р.В. Вопросы устойчивости активного сетевого оборудования к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов / С.В. Данилин, Р.В. Киричек // Технологии ЭМС. – 2009. – № 1. – С. 54-57.
2. Подосенов С.А., Потапов А.А., Соколов А.А. Импульсная электродинамика широкополосных радиосистем и поля связанных структур. Москва, 2003.
3. Сахаров К.Ю. Излучатели сверхкоротких электромагнитных импульсов и методы измерений их параметров. Монография, Москва, 2006.
4. Андреев Ю.А., Буянов Ю.И., Визирь В.А. и др. Генератор гигаваттных импульсов сверхширокополосного излучения, ПТЭ. 2000. № 2. С.82-88.
5. Пименов П.Н. Метод оценки помехоустойчивости средств широкополосного радиодоступа к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.13 / Пименов Павел Николаевич. – М., 2015. – 133 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРИЖАТИЯ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ К ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТУ

Панасик Д.С.  
НИУ ВШЭ, Москва

Статья посвящена вопросу измерения температур электрорадиоэлементов контактным способом. Проведен эксперимент, демонстрирующий зависимость измеряемой температуры от силы прижатий датчика к корпусу элемента.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00422).

**Ключевые слова:** контроль температур, контактное тепловое сопротивление, механическая сила прижатия, термопара.

### **Experimental study of the influence of mechanical pressing force the temperature sensor to the electronic components. Panasik D.S.**

The article is devoted to the measurement of temperature electronic components by contact. An experiment illustrating the relationship between the measured temperature of the pressing force of the sensor to the body of element.

This work was supported by RFBR (grant № 14-07-00422).

**Key words:** temperature control, contact thermal resistance, mechanical pressing force, the thermocouple.

На сегодняшний день при производстве электрорадиоэлементов (ЭРЭ) остро встает вопрос по обеспечению надежности и качества изготавливаемой аппаратуры. Как известно, температура является одним из ключевых факторов, оказывающих непосредственное влияние на работоспособность электронного средства (ЭС).

Основными методами контроля температур являются контактный и бесконтактный. Однако устройства для измерения температуры бесконтактным методом такие, как пирометр и тепловизор, достаточно дорогостоящие, ввиду чего более доступным является контактный метод с применением различных датчиков, например, термопары. Но и тут возникает трудность, ведь точность результатов измерения с использованием термопары напрямую зависит от контактного теплового сопротивления (КТС). Было выдвинуто предположение [1], что на значение КТС особое влияние оказывает механическая сила прижима термопары к ЭРЭ. Для того чтобы убедиться в этом, нужно было провести эксперимент.

Суть эксперимента заключается в фиксации зависимости температуры электрорадиоэлементов (ЭРЭ), полученной контактным способом измерения, при различной величине силы прижатия измерительного элемента к корпусу.

В качестве объекта исследования выбрана схема усилителя на одном транзисторе с общим эмиттером, на основе которой разработан печатный узел (рис.1). Преимущества выбранной схемы заключается в простоте ее реализации, а также наличия достаточного уровня температур на ЭРЭ при определенном режиме работы, позволяющего наглядно демонстрировать результаты исследования.

В качестве контрольного прибора, осуществляющего измерения температуры бесконтактным способом, выбран тепловизор Flir A40. Контактные измерения осуществлялись термопарой, входящая в комплект мультиметра UT33C. Сила прижима замерялась с использованием откалиброванной пружины.

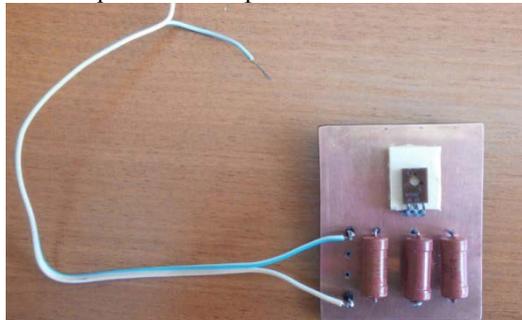


Рисунок 1 – Печатный узел с электрорадиоэлементами

Перед началом эксперимента ПУ подключаем к источнику питания постоянного тока и даем возможность ЭРЭ нагреться до стационарного режима. Определить момент, когда элементы вышли на стационарный режим, нам поможет тепловизор, так как он фиксирует даже малейшие колебания температуры.

Самыми нагретыми компонентами на ПУ были резистор МЛТ-2 30 Ом 2Вт и транзистор КТ815Г, поэтому именно на них измерялась температура.

Рассмотрим результаты опыта сначала на примере резистора, а затем – на транзисторе, и проанализируем их.

На рис. 2 представлен резистор МЛТ-2 30Ом 2Вт, находящийся в стационарном режиме.

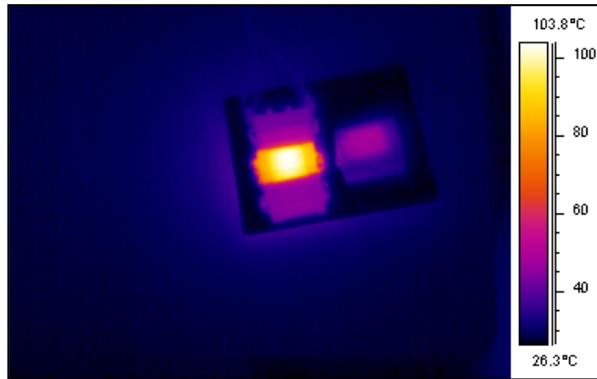


Рисунок 2 – Резистор МЛТ-2 30Ом 2Вт в стационарном режиме

Его температура составляет 103,8 °С. Затем измеряем температуру резистора термопарой без приложения силы. Показания мультиметра 82,3 °С, при этом тепловизор фиксирует снижение температуры на резисторе до 100,6 °С. Результаты измерения сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерения температуры на резисторе

	Показания тепловизора (°С)	Показания мультиметра (°С)
<b>Стационарный режим</b>	103,8	–
<b>Без силы прижатия</b>	100,6	82,3
<b>Сила прижатия 5,94Н</b>	100	84
<b>Сила прижатия 7,43Н</b>	99,2	85

На рис.3 представлены показания тепловизора, когда механическая сила прижатия термопары к резистору была максимальной.

Механическая сила прижатия рассчитывалась по закону Гука:

$$F_x = F_{упр} = -kx \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент жесткости,  $x$  – деформация пружины. Коэффициент жесткости был получен в результате калибровки пружины.



Рисунок 3 – Показания тепловизора при максимальной силе прижатия (резистор)

Аналогично была измерена температура на транзисторе КТ815Г. Результаты измерения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения температуры на транзисторе КТ815Г

	Показания тепловизора (°С)	Показания мультиметра (°С)
<b>Стационарный режим</b>	53,5	–

<b>Без силы прижатия</b>	50,8	45
<b>Сила прижатия 5,94Н</b>	50,3	46,7
<b>Сила прижатия 7,43Н</b>	49,8	47,5

На рис.4 отображены показания тепловизора, когда механическая сила прижатия термопары к транзистору была максимальной.



Рисунок 4 – Показания тепловизора при максимальной силе прижатия (транзистор)

Таким образом, мы убедились в том, что механическая сила прижатия влияет на результаты измерения температуры термопарой, хоть и незначительно (приблизительно 2°C), возможно ввиду не абсолютно идеальных условий окружающей во время эксперимента. Поэтому данный параметр стоит учитывать при измерении температуры ЭРЭ термопарой.

#### Литература

1. Панасик Д.С., Иванов И.А., Семенов А.Н., Увайсов С.У. Зависимость контактного теплового сопротивления от силы прижима термопары к электрорадиоэлементу // В кн.: Надежность и качество-2015: труды Международного симпозиума: в 2-х т. / Под общ. ред.: Н. К. Юркова. Т. 2. Пенза: Пензенский государственный университет, 2015. – С. 305 - 306
2. Кофанов Ю. Н., Шалумов А. С., Увайсов С.У., Сотникова С. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств / Под отв. редакцией Ю. Н. Кофанова. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 392 с.
3. Кофанов Ю. Н., Увайсов С.У., Манохин А. И. Моделирование тепловых процессов при проектировании, испытаниях и контроле качества радиоэлектронных средств. М.: МГИЭМ, 1998. – 139 с.
4. Юрков Н.К., Увайсов С.У. Методика обеспечения тепловой контролепригодности радиотехнических устройств на этапе проектирования // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки (Российская Федерация). 2012. № 7. С. 16-22.
5. Юрков Н.К., Увайсов С.У., Сулейманов С. П. Метод теплового диагностирования латентных технологических дефектов радиоэлектронной аппаратуры, и ее тепловая диагностическая модель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. № 4 (28). – С. 109 – 119.
6. Применение системы АСОНИКА при проектировании радиоэлектронных средств / А.Н. Семенов [и др.] // Динамика сложных систем – XXI век. – 2013. – Т.7, № 1. – С. 35 – 41.
7. Методика применения системы АСОНИКА при моделировании тепловых процессов блоков и печатных узлов / А.Н. Семенов [и др.] // Динамика сложных систем – XXI век. – 2014. – Т.8, № 5 – С. 3-9.

#### СОГЛАСОВАНИЕ УРОВНЕЙ В УСТРОЙСТВАХ РОБОТОТЕХНИКИ

Монахова К.В.  
Москва, НИУ ВШЭ

Для построения функциональных схем устройств необходимо соблюдать особенности электропитания функциональных узлов, а также согласование уровней.

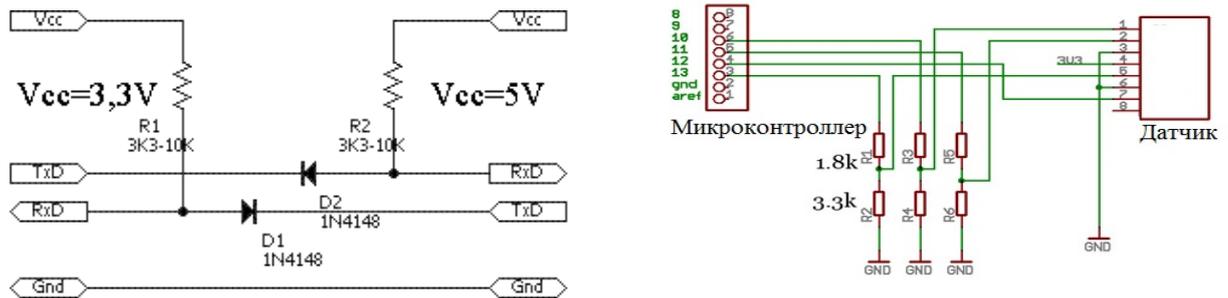
**Matching of levels in the Robotics devices. Monahova K.V.**

It's necessary to observe electrical functional units, as well as harmonization levels for the building a functional diagram of the device.

В настоящее время в устройствах робототехники широко используются различные датчики для сбора данных в реальном времени из внешнего мира, например, УЗ-сонары, ИК сенсоры, акселерометры, гироскопы.

Комплекс датчиков под управлением центрального процессорного устройства (микроконтроллер) позволяют электронным средствам (ЭС) ориентироваться в пространстве, строить карту оперативного поля устройства, детектировать физические процессы в реальном времени и т.д. Такие системы находят применение практически в любых робототехнических устройствах, а расположение всех необходимых элементов на единой платформе, позволяют решать задачу микроминиатюризации.

При реализации данной системы на едином печатном узле становится очевидным, что использование единого внешнего источника электропитания не допустимо, следовательно, необходимо обеспечить отдельные функциональные модули (например, датчиков) собственными линейными регуляторами напряжения. Однако данный подход не позволяет решить всех проблем, так как, при подключении датчиков, имеющих меньшее напряжения питания, относительно управляющего контроллера, необходимо соблюсти согласование уровней сигналов этих элементов. При передаче информации от датчика к контроллеру дополнительные элементы не требуются, так как они имеют одинаковые уровни логического нуля и логической единицы. Но при передаче информации от контроллера к датчику, датчик окажется, перегружен более высоким напряжением контроллера, поэтому необходимо добавить элементы, позволяющие согласовать информационные уровни сигналов, для этого можно использовать различные схемы устройств сопряжения, например, показанные на рисунках



Таким образом, применяя схемотехнические методы внутриаппаратного интерфейсного согласования, можно добиться надежного функционирования электронных устройств.

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА**

Монахова К.В.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассматриваются потенциальные возможности, полученные от реализации системы датчиков и схемы управления движением устройства на едином печатном узле для универсальной роботизированной платформы.

**Analysis of the possibilities of the universal platform for the robotic device. Monahova K.V.**

We consider the potential which was received from the realization of sensors and motion control system circuit devices on a single PCA for universal robotic platform.

В настоящее время роботизированные устройства получили очень широкое распространение практически во всех сферах деятельности, начиная от промышленности и заканчивая сферой развлечений. В основном все роботы имеют стандартный набор модулей для передвижения и ориентации в пространстве.

Подобные системы обычно реализуются в виде совокупности модулей датчиков, исполнительных устройств и т.д., реализованных в виде отдельных печатных узлов. В этом случае имеются определенные трудности, связанные с коммутацией модулей и «привязкой» их к шасси. Обычно такого рода системы имеют стандартный набор модулей, содержащих датчики (УЗ-сонар, гироскоп, акселерометр и т.д.), позволяющие устройству ориентироваться в пространстве. Однако, управление такими устройствами затруднено за счёт необходимости согласования уровней сигналов и протоколов, и, как следствие, появления дополнительных элементов для решения этой задачи. В настоящее время не существует единого стандарта при проектировании многофункциональных систем, поэтому появляются многомодульные системы, с тяжелой конструктивной привязкой к шасси.

Предлагается объединить на единой платформе (плате) всю необходимую электронику устройства: центральное процессорное устройство (микроконтроллер), каналы сбора данных в реальном времени (датчики различных типов), схемы управления движением устройства (драйверы двигателей) [1] [2]. Такая система будет универсальной и подойдёт практически для любого робототехнического устройства, размеры и масса которого будут иметь второстепенное значение, а за счет принципа «все в одном» параллельно решается задача микроминиатюризации. Данный комплекс позволит решать задачи ориентации в пространстве и постройку оперативного поля устройства.

Данный подход существенно упрощает управление несколькими устройствами, в комплексе робототехнических средств, содержащих данный управляющий модуль, поскольку используется единый (для данной системы) протокол.

Таким образом, данную систему выгодно отличает универсальность и простота коммутации, от модульных устройств, имеющих сложную конструктивную привязку к шасси. Подобная система может располагаться на устройствах различного размера, за счет малогабаритности, и, как следствие, использоваться на шасси разнообразного назначения.

#### Литература

1. Коробова К.В., Пугачев Ю.И. Система датчиков для универсальной роботизированной платформы/ К.В. Коробова., Ю.И. Пугачев // Научно-техническая конференция им Е.В. Арменского МИЭМ НИУ ВШЭ. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015.
2. Пугачев Ю.И., Коробова К.В. Универсальная система управления движением роботизированных устройств/ Ю.И. Пугачев, К.В. Коробова // Научно-техническая конференция им Е.В. Арменского МИЭМ НИУ ВШЭ. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015.

### МАЛОГАБАРИТНЫЕ АНТЕННЫ В УСТРОЙСТВАХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Трефилов Н.А., Нефедов В.И., Ершов А.В., Колесников С.М., Муад Х.М.  
*МИРЭА*

Рассмотрены малогабаритные антенны с расширенной полосой пропускания, которые могут применяться в абонентских устройствах мобильной связи. Приведены результаты расчета антенн.

**Miniantennas are in devices mobile communication networks. Trefilov N.A., Nefedov V.I., Ershov A.V., Kolesnikov S.M., Muad H.M.**

Considered a small-sized antenna with extended bandwidth that can be used in the subscribers' mobile devices. Shows the calculation results of the antenna.

В устройствах мобильной связи, используемых в сетях GSM, LTE, WI-FI, WI-MAX, *Bluetooth* используются малогабаритные антенны, имеющие малый вес, которые можно встроить в сотовые телефоны и другие устройства. Перечисленные сети работают в различных диапазонах частот, приведенных в таблице.

Вид сети	Применяемые частоты
GSM	890-915 МГц 935-960 МГц 1710-1785 МГц 1805-1880 МГц
3G	1920 – 1980 МГц 2110 – 2170 МГц 453-457.5 МГц 463-467.5 МГц
CDMA	453-457.5 МГц 463-467.5 МГц

	1920 – 1980 МГц 2110 – 2170 МГц
LTE	791-862 МГц 890–915 МГц 935–960 МГц 1710–1785 МГц 1805–1880 МГц 2500-2700
WI-MAX	2500-2600 МГц
Bluetooth	2,4-2,4835 ГГц
WI-FI	2,4 ГГц

Очевидно, что простые антенны типа четверть-волнового вибратора имеют слишком большие размеры для компактных носимых устройств. Кроме того, простые антенны не позволяют перекрыть все перечисленные диапазоны для работы в разных сетях, а современные смартфоны должны обеспечивать работу в разных сетях.

Уменьшение габаритов антенн в первых конструкциях обеспечивалось за счет применения полосковых вибраторных антенн [1]. На рис. 1 показан эскиз полосковой антенны с питанием от микрополосковой линии. На рис. показана диаграмма направленности такой антенны, рассчитанной на частоту 2500 МГц, смоделированная в системе Microwave Studio [2].

Недостатком таких антенн является их узкополосность, для работы в сетях GSM - 900 в GSM - 1800 приходилось использовать комбинацию двух совмещенных антенн. Поэтому разрабатывались другие типы малогабаритных антенн. Так на рис. 3 показана модифицированная CBSD антенна (щелевая антенна с резонатором), рассчитанная на частоту 2200 МГц.

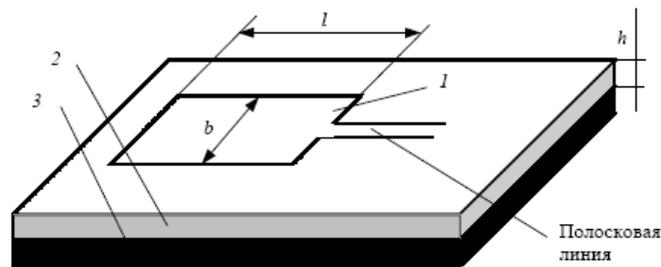


Рис. 1 Эскиз полосковой антенны (1- излучатель; 2 - подложка; 3 - экран)

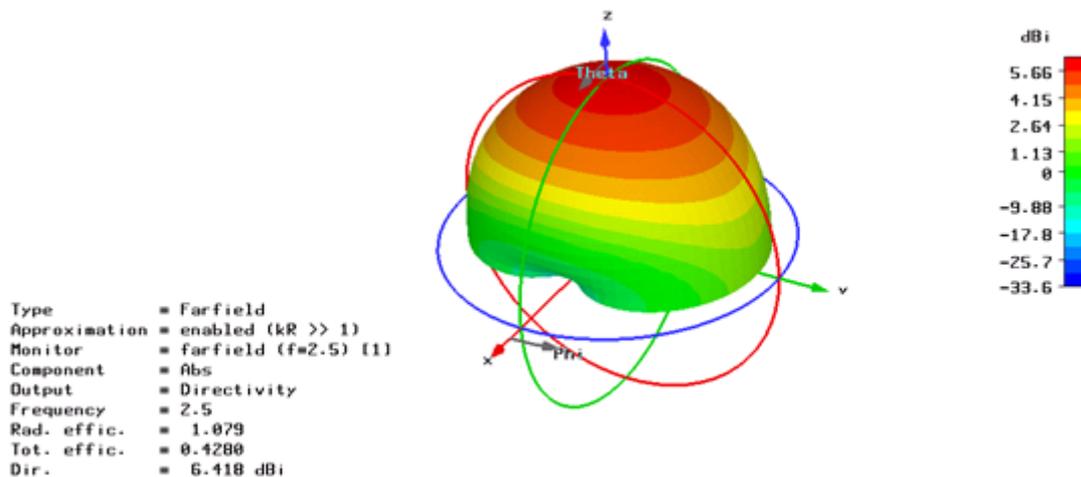


Рис. 2 ДН полосковой антенны

Такая антенна также оказалась узкополосной, хотя за счет модификации резонатора и применения запитки через емкостную связь удается расширить полосу рабочих частот по сравнению с полосковой антенной [3, 4].

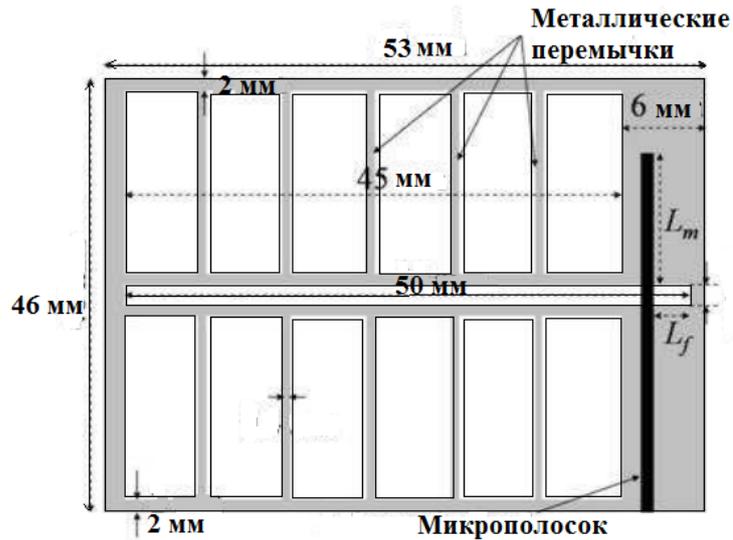


Рис. 3 CBSD антенна

В дальнейшем были разработаны PIF (плоские инвертированные F образные) антенны [4]. Ширина полосы рабочих частот в таких антеннах зависит не только от размеров излучателя, но также от размеров экрана и способа запитки излучателя. На рис. 4 показана модифицированная широкодиапазонная PIF антенна с емкостным возбуждением излучателя.



Рис. 4 Модифицированная PIF антенна

На рис. 5 показаны экспериментально измеренные и рассчитанные в программе Microwave Studio частотные зависимости коэффициента стоячей волны на входе антенны при подключении ее к 50 Ом - ному коаксиальному кабелю.

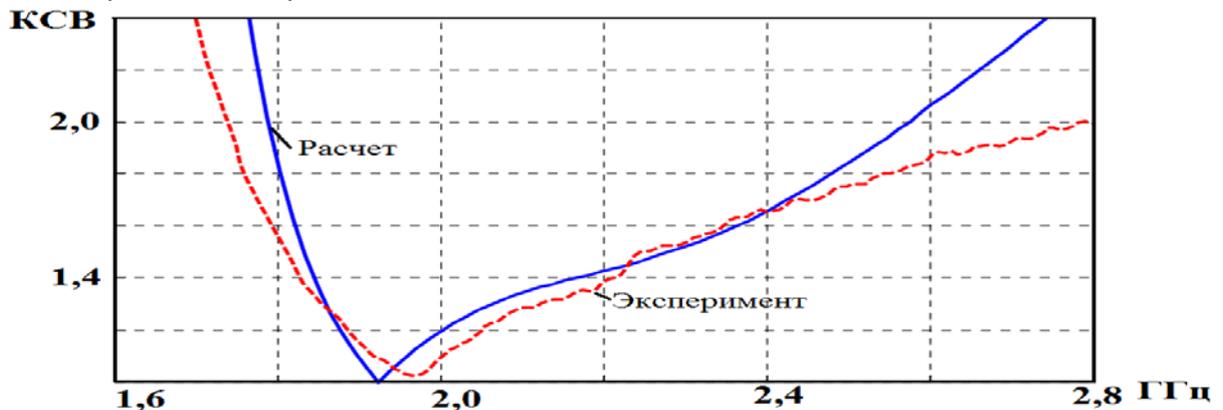


Рис. 5 Характеристики PIF антенны

Такая антенна может обеспечить перекрытие всего основного диапазона частот сетей мобильной связи и имеет малые габаритные размеры.

#### Литература

1. Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микроразомкнутые антенны. М.: Радио и связь. 1986.
2. CST Microwave Studio 2006 user manual. CST GmbH - Computer Simulation Technology, 2006, <http://www.cst.com>.
3. Wong K.L. Compact and broadband microstrip antennas // NY. John Wiley & Sons. 2002.
4. Hirisawa K., Haneishi M. Analysis, Design, and Measurement of small and Low-Profile Antennas. - Boston: Artech House, 1992.

### УТОЧНЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРУБОК ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ

Лушпа И.Л., Кулыгин В.Н.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассмотрена методика уточненной оценки показателей долговечности. Проведен расчет поправочных коэффициентов математических моделей показателей долговечности класса «Трубки электронно-лучевые». Сделаны выводы.

#### **An updated assessment of durability index cathode tubes. Lushpa I.L., Kulygin V.N.**

The technique of an updated assessment of indicators of longevity. The calculation of the correction coefficients of mathematical models of durability class indicators "cathode-tubes". Conclusions.

Статья написана в рамках научного проекта (№ 15-05-0029), выполненного при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) характеризуется значительными показателями большого спектра параметров, например помехозащищенности, стойкости и др. Одним из таких является надежность. В частности к РЭА приводятся высокие требования по безотказности, сохраняемости, а так же долговечности. Далее будет приведена расчет уточненной оценки показателей долговечности. Методика расчета показателей долговечности электронных средств (ЭС) рассмотрена в ОСТ 4.012.013 [1], а так же в статье [2]. Согласно [1], минимальная наработка  $T_{HM}$  равна:

$$T_{HM} = \frac{(1 - v \cdot \chi_{0,999})}{(1 - v \cdot \chi_{\gamma})} \cdot T_{\gamma} \quad (1)$$

где:  $\chi_{0,999}$  – квантиль нормального распределения для вероятности 0,999;  $\chi_{\gamma}$  – квантиль нормального распределения для вероятности  $\gamma$ ;  $T_{\gamma}$  – гамма-процентный ресурс,  $v$  – коэффициент вариации.

Проблема формулы (1) в том, что значения коэффициента вариации принимается равным 0,15 для любого класса электрорадиоизделия (ЭРИ). Данный подход даёт погрешность, при уточненной оценке показателей долговечности. Причем необходимо отметить, что значение реального коэффициента вариации должно учитывать не только класс ЭРИ, но и его подкласс.

Уточненный коэффициент вариации возможно получить на основе данных, приведенных в справочнике «Надежность ЭРИ 2006» [3], в частности таблиц «Характеристика надежности и справочные данные отдельных типов ЭРИ».

Так в справочнике [3] приведено большое количество классов ЭРИ, поэтому указан будет только расчет класса «Трубки электронно-лучевые».

Согласно [3] классификация подклассов резисторов с точки зрения долговечности имеет вид, приведенный в таблице 1.

Таблица 1. Классификация подклассов трубок электронно-лучевых.

№ п/п	Наименование
<b>Трубки приемные</b>	
1	Индикаторные монохромные без запоминания
2	Индикаторные монохромные с запоминанием
3	Индикаторные цветные без запоминания
4	Знакопечатающие
5	Осциллографические без запоминания

6	Осциллографические с запоминанием
7	Кинескопы монохромные
8	Кинескопы цветные
9	Трубки фоторегистрирующие
10	Трубки проекционные
<b>Трубки преобразовательные</b>	
1	Запоминающие без видимого изображения
2	Функциональные

Тогда для каждого отдельного ЭРИ расчетная формула уточненного коэффициента вариации будет иметь вид:

$$v_{ym} = \frac{T_{P,\gamma} - T_{HM}}{T_{P,\gamma} \cdot \chi_{0,999} - T_{HM} \cdot \chi_{\gamma}} \quad (2)$$

где:  $\chi_{0,999}$  – квантиль нормального распределения для вероятности 0,999;  $\chi_{\gamma}$  – квантиль нормального распределения для вероятности  $\gamma$ ;  $T_{P,\gamma}$  – гамма-процентный ресурс, приведенный в [3],  $T_{HM}$  – минимальная наработка, приведенная в [3].

По формуле (2) проводится расчет для каждого ЭРИ, указанного в [3]. По результатам проведенных расчетов находятся среднегрупповые значения коэффициентов вариации и среднегрупповой по классу, формулы которых имеют вид:

$$v_{cp,гp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=1} v_{ym,гp,i}}{n} \quad (3)$$

$$v_{cp,кл} = \frac{\sum_{i=1}^{i=1} v_{ym,кл,i}}{n} \quad (4)$$

где:  $v_{ут,гp,i}$  – i-ое уникальное значение коэффициента вариации по группе,  $v_{ут,кл,i}$  – i-ое уникальное значение коэффициента вариации по классу, n- количество уникальных элементов.

Полученные значения средних коэффициентов вариации приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения средних коэффициентов вариации

Наименование группы	Значение коэффициента
<b>Трубки приемные</b>	
Индикаторные монохромные без запоминания	0,203203734
Индикаторные монохромные с запоминанием	0,171796754
Индикаторные цветные без запоминания	0,171217684
Знакопечатающие	0,213990357
Осциллографические без запоминания	0,228798311
Осциллографические с запоминанием	0,244781378
Кинескопы монохромные	0,18324795
Кинескопы цветные	0,218761035
Трубки фоторегистрирующие	0,182461063
Трубки проекционные	0,144466356
<b>Трубки преобразовательные</b>	
Запоминающие без видимого изображения	0,176922367
Функциональные	0,224474518
<b>По классу</b>	<b>0,199986468</b>

Как видно, из результатов таблицы 2, полученные значения резко отличаются от 0,15.

По результатам вычислений можно сделать вывод, что коэффициент вариации, указанный в [1], является слишком приближенным и для более точных расчетов не годится. Зато полученные значения дают более высокую точность.

Единственной проблемой данного подхода является иностранная элементная база, данные по которой отсутствуют в [3]. Один из выходов является использование среднеклассового коэффициента вариации.

#### **Литература**

1. ОСТ 4.012.013-84. Аппаратура радиоэлектроники. Определение показателей долговечности.
2. Жаднов В. В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 2. С. 65-73.
3. Справочник. Надежность электрорадиоизделий, 2006.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ФАЙЛА ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ПРОЕКТА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

Кулыгин В.Н., Жаднов В.В.  
*Москва, НИУ ВШЭ*

Рассмотрена структура файлов хранения проектных данных программы расчета показателей долговечности. Описаны алгоритмы выборки данных из файлов проекта а так же формирования структуры устройства. Сделаны выводы.

#### **Optimize file storage project life calculation program. Kulygin.V., Jadnov.V.**

The structure of the file storing the design data of the program of calculating durability. Algorithms fetch data from the project files as well as the formation of the structure of the device. Conclusions.

Очевидно, что для проведения расчетов требующих от пользователя затрату продолжительного времени, проведение повторных расчетов с введенными ранее данными или обеспечения воспроизводимости данных необходимо предусмотреть возможность сохранения проектных данных вводимых пользователем. Одним из примеров таких расчетов является расчет показателей долговечности РЭА [1].

Основные требования к файлам хранения [2]:

- Простота переноса файлов проектов между рабочими местами
- Сохранение данных в формате один проект-один файл
- Небольшой объём занимаемого места на диске файлом проекта

Возможными вариантами реализации файлов хранения:

- Классически сериализованные данные
- Данные сохраненные в файл XML
- Файлы баз данных

Сохранение в файл сериализованных имеет ряд недостатков, таких как необходимость разработки специализированных контроллеров обеспечивающих прямое сохранение данных в файл и вывод из него.

Использование XML, при использовании проектов с большим количеством элементов начинает занимать значительно больше места и обеспечивает меньшую скорость работы.

Наиболее оптимальным решением использовать файлы базы данных. Исходя из необходимости хранения проекта в виде одного файла наиболее оптимальным будет использовать встраиваемую в СУБД SQLite.

Использование такого вида хранения обладает рядом преимуществ:

- Драйвер работы с БД встраиваемый в код приложения
- Наличие всех классических преимуществ СУБД и языка SQL
- Возможность аффинирования типов данных

Для обеспечения хранения была разработана структура, приведенная на рисунке 1.

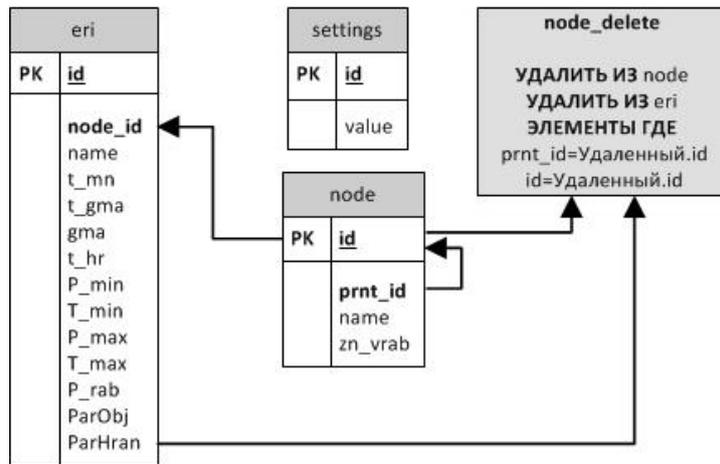


Рис. 1. Схема файла базы данных хранения данных

Данные в проектной БД хранятся в таблицах. Таблица «*settings*» содержит общие данные для проекта. Данные по блокам содержатся в таблице «*node*», причем для каждого блока создается отдельная запись. Для создания дочерних узлов используются отношения по записи «*prnt\_id*». Данные на ЭРИ содержатся в таблице «*eri*» при этом для каждого ЭРИ создается отдельная запись с массивом вводимых характеристик. Каждая запись в таблице «*eri*» имеет отношение к таблице «*node*» по полю «*node\_id*», что позволяет при расчетах ЭРИ использовать характеристики модели эксплуатации компонента, в состав которого он входит.

Так же в файле БД создан триггер отслеживающий удаление узлов. Триггер настроен на автоматическое удаление всех дочерних узлов и ЭРИ.

Для получения данных из БД такой структуры была разработан алгоритм приведенных на рисунке 2

Данные получают путем последовательной выборки данных из таблиц «*node*», «*eri*» и «*settings*».

Первоначально производится выборка данных из таблицы «*node*», данные сортируются по возрастанию «*parent\_id*» - это позволяет формировать структуру устройства в виде дерева, за счет получения данных на родительские узлы, и последующего добавления в них дочерних узлов.

Следующим шагом производится выборка данных из таблицы «*eri*». Добавление производится в узлы с «*id*» совпадающим с «*node\_id*» записей.

Последним шагом производится выборка данных из таблицы «*settings*». Данные в этой таблице сохраняются в виде отношений *id* параметров и их значений. Такая структура допустима за счет возможностей СУБД аффинирования данных.

Для хранения данных имеющих не фиксированный размер применяются данные сериализованные по формату CommaText. Так например для хранения данных об применяемых группах аппаратуры и процентном соотношении работы РЭА, а так же поправочных коэффициентов в них - в таблице «*settings*» создается запись формата:

"0,2,3,6",50,10,20,20

В таблице «*eri*» в поле «*ParObj*» и «*ParHran*»:

"0,3,6",1,2,5

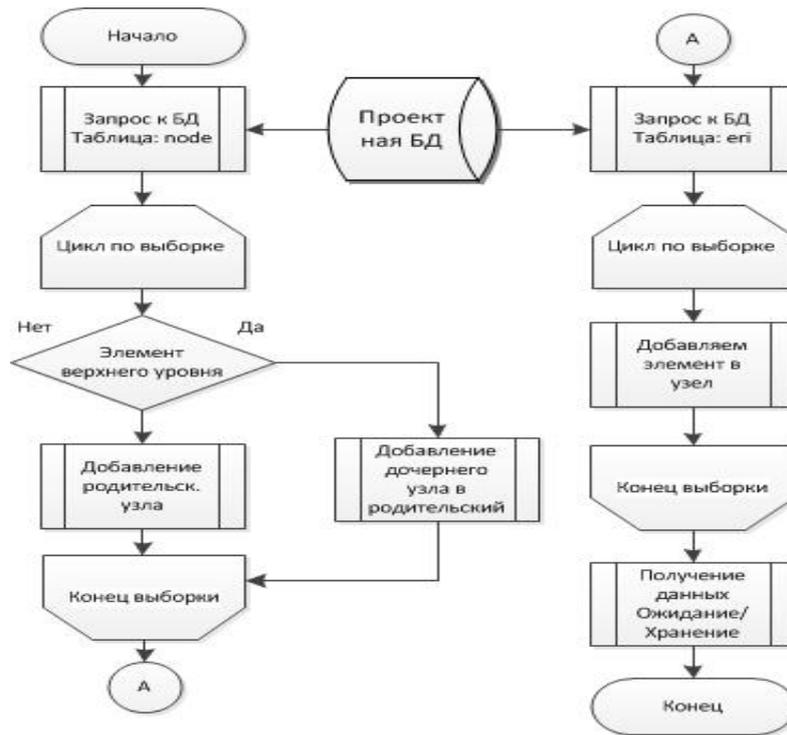


Рис. 2. Алгоритм заполнения дерева отказов

Таким образом обеспечивается возможность динамического заполнения данных из БД в соответствии с обновленным списком групп аппаратуры. При выводе данных в поля ввода пользователю производится сравнение индексов из таблицы «*settings*» с индексами введенных данных из таблицы «*eri*».

Таким образом разработанная структура файла хранения проекта программы расчета показателей долговечности обеспечивает переносимость, воспроизводимость и хранение пользовательских данных и структуру РЭА. Обеспечивает необходимую скорость работы программы и не большой объем файла проекта.

Статья написана в рамках научного проекта (№ 15-05-0029), выполненного при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

#### Литература

1. ОСТ 4.012.013-84. Аппаратура радиоэлектроники. Определение показателей долговечности.
2. Жаднов В. В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 2. С. 65-73.
3. Справочник. Надежность электрорадиоизделий, 2006.

#### ПРОТОТИП УСТРОЙСТВА КОММУТАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА И NI MYRIO

Королев П.С.  
г.Москва, НИУ ВШЭ

В данной статье описано создание коммутирующего устройства - одного из ключевых звеньев универсального диагностического комплекса для проведения технического контроля и диагностирования электронных средств на этапах выходного контроля и сервисного обслуживания.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00414)

Ключевые слова: неразрушающий контроль, технический контроль, диагностирование, электронное средство, диагностический комплекс, коммутирующее устройство.

**Prototype of switching unit of electronic device and NI MYRIO. Korolev P.S.**

This article describes creation of a commutation device - one of the key elements fo universal diagnostic system for technical control and diagnosis of electronic means in the stages of final inspection and maintenance.

This work was supported by RFBR (grant № 14-07-00414)

Keywords: non-destructive testing, engineering control, diagnosis, means, diagnostic system, commutation device.

Уровень сложности и разнообразие современных электронных средств (ЭС) каждый год возрастает. Параллельно с этим и контрольно-измерительная аппаратура (КИА) имеет тенденцию к высокому уровню развития и разнообразия. Для решения задач, связанных с техническим контролем и диагностированием электронных средств зачастую требуются комплексы, удовлетворяющие требованиям мобильности и оперативности. Это важно, например, для проведения обслуживания устройств, эксплуатируемых в полевых условиях. Но, используемая в данном случае современная КИА предназначена исключительно для контроля технического состояния ЭС. Процесс диагностирования осуществляется только в специализированных центрах и требует задействования квалифицированного специалиста для обработки результатов измерений. Поэтому актуальной становится задача разработки универсального мобильного комплекса, позволяющего проводить контроль и диагностирование электронных средств [3]. Структура диагностического комплекса (ДК) представлена на рис. 1. Она состоит из трех основных составляющих: персональный компьютер, платформа MyRIO и коммутирующее устройство.

В рамках данной работы предлагается создание наиболее сложного элемента комплекса - коммутирующего устройства (КУ), являющегося связующей составляющей между объектами диагностирования (ОД) и платформой MyRIO.

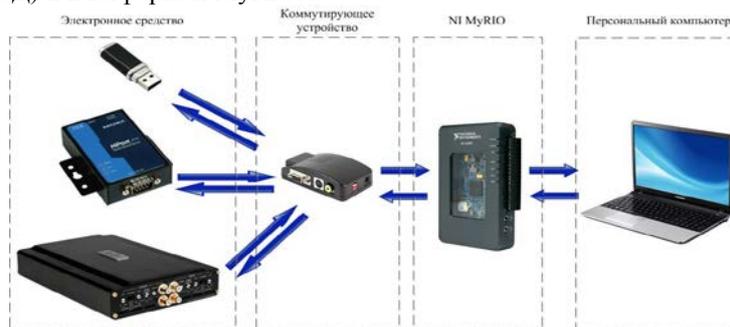


Рис. 1 – Структура диагностического комплекса

КУ представляет из себя сменный блок комплекса. Оно позволяет проводить процесс диагностирования нескольких классов ЭС, включая как аналоговые, так и цифровые устройства. Задачей коммутирующего устройства является преобразование и передача тестовых сигналов от разъемов MyRIO к интерфейсам объектов диагностирования и обратно. Для осуществления этого процесса в структуру КУ добавлены делитель и усилитель напряжения, фильтры и блоки управления (рис. 2).



Рис. 2 – Структура коммутирующего устройства в общем случае

Часть аналоговых ЭС оснащаются audio-jack интерфейсами, разделяющиеся на mono и stereo. Отличие состоит в количестве каналов. Для правильной работы устройств необходимо автоматическое определение задействованных каналов. Это можно осуществить с помощью разработанной схемы, представленной на рис.3.

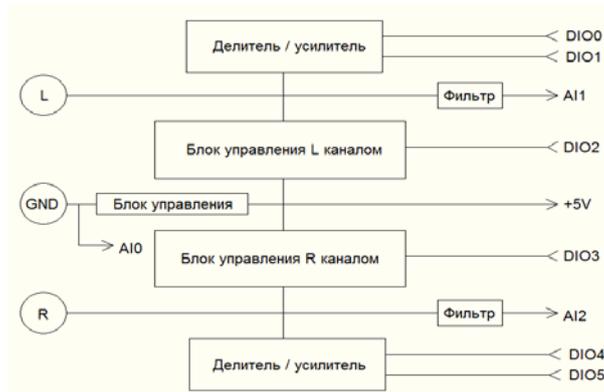


Рис. 3 – Модуль определения mono/stereo

Коммутирующее устройство подключается к MyRIO через MXP-порт. Для подачи управляющих команд (HIGH, LOW) через делитель и усилитель требуется задействовать минимум четыре DIO-линии разъема MXP (DIO0, DIO1, DIO4, DIO5). Выводы AI1 и AI2 служат для снятия характеристик выходных сигналов ОД, прошедших через фильтрующие конденсаторы для устранения наводящихся помех. Использование DIO2 и DIO3 необходимо для отслеживания задействованных каналов (L, R) с помощью подачи логического нуля или единицы на блок управления соответствующим каналом.

Тестовые воздействия подаются через stereo audio-jack интерфейс с помощью аналоговых выходов MyRIO AO0 и AO1 (рис.4). Тестовый сигнал проходит через фильтрующие элементы, при необходимости преобразовывается делителем или усилителем и поступает на вход объекта диагностирования.

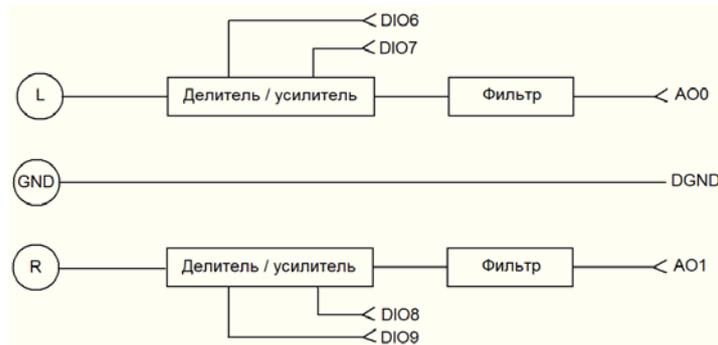


Рис. 4 – Модуль подачи тестовых воздействий

Электронное средство с оснащением USB-интерфейсом может быть напрямую соединено с выводами UART.TX и UART.RX MyRIO. К сожалению, такая реализация требует задействования памяти MyRIO для обработки потока данных. Это в значительной степени замедляет работу системы.

Для эффективного расходования памяти MyRIO предложено применять модуль преобразователя USB-UART на основе микросхемы FT232RL (блок коммутации, рис.5). Ее предназначение заключается в синхронизации приема и передачи данных на одной скорости. Вывод USB D- соединяется с выводом FT232RL USBDM, а D+ к USBDP. Для подачи тестовых воздействий вывод микросхемы FT232RL TXD соединяется с выводом MyRIO DIO10, а для считывания откликов на эти воздействия RXD соединяется с DIO11.

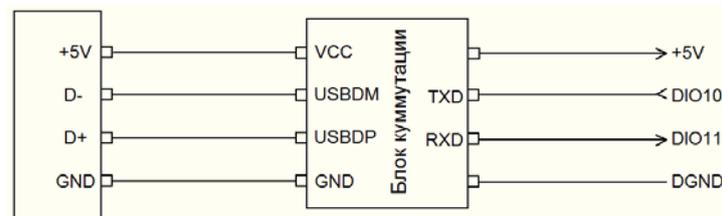


Рис. 5 – Распиновка USB-интерфейсов тип А и тип В к MXP-порту расширения

Для электронных средств, оснащенных интерфейсом DB9 достаточно использовать выводы RXD (прием данных), TXD (передача данных) и GND (земля). Схема подключения к MXP-порту расширения MyRIO продемонстрирована на рис. 6. Буферный преобразователь (БП) – это микросхема типа TTL, CMOS и др. Она позволяет согласовывать логические уровни напряжений для работы с конкретным

видом ЭС. БП подойдут как импортные – 74LS244, 74HC244, так и отечественные – К555АП5, КР1533АП5.

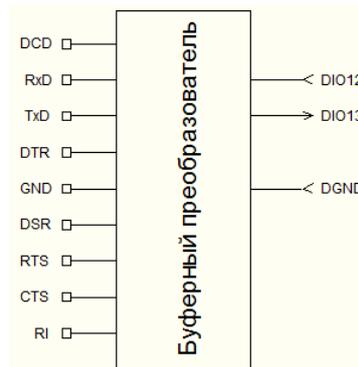


Рис. 6 – Коммутация интерфейса DB9 к MXP-порту расширения

Модуль определения индикации исправности/неисправности ОД представлен на рисунке 7. Он требует задействования только одного цифрового вывода MyRIO DIO14 с целью подачи логического нуля или единицы (HIGH, LOW) на светодиод через блок управления.

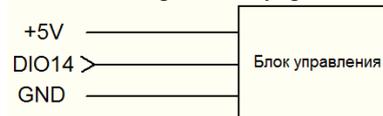


Рис. 7 – Модуль определения исправности/неисправности ОД

Для апробации работы комплекса, создан прототип коммутирующего устройства (рис. 8). Он включает в себя стандартные stereo audio-jack разъемы вход/выход и стандартный интерфейс USB тип А для подключения объектов диагностирования, а также PLD-вилку “34” для подключения КУ к платформе MyRIO. Присутствует индикация исправности или неисправности ОД и индикация питания КУ. Габаритные размеры составляют 60×60 мм.

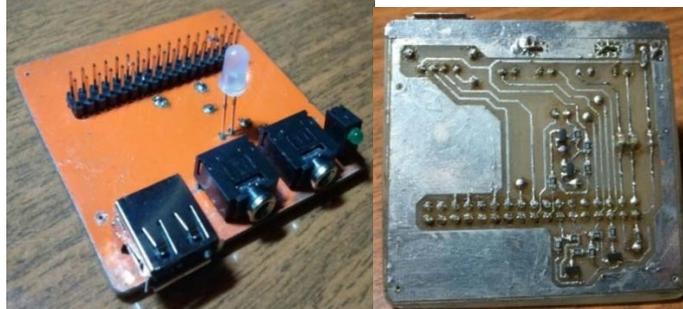


Рис. 8 – Печатный узел КУ с лицевой и обратной стороны

Данную работу планируется продолжить для повышения универсальности коммутирующего устройства путем размещения на одном печатном узле большего количества интерфейсов. Это также потребует модернизации электрической схемы.

#### Литература

1. Иванов И. А., Увайсов С. У., Кошелев Н. А. Формирование наборов тестовых сигналов для контроля качества электронных средств космических аппаратов // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 11. С. 84-88.
2. Исмаил-Заде М. Р., Иванов И. А., Увайсов С. У., Тихменев А. Н. Архитектура информационной системы диагностического моделирования // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 12. С. 81-86.
3. Королев П. С. Структура диагностического комплекса для РЭС на основе MyRio // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. Материалы конференции: труды конференции. — М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015. — 324 С. С. 225-226.

4. Увайсов С. У., Иванов И. А. Обеспечение контролепригодности радиоэлектронных средств в рамках CALS-технологий // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 1. С. 43-46.

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Коковин В.А., Дягилев В.И., \*Увайсов С.У.

г. Протвино, Филиал «Протвино» Государственного университета «Дубна», \*Москва, НИУ ВШЭ

В статье рассматриваются особенности автоматизации взаимосвязанных технологических процессов. Сформулированы требования при проектировании телекоммуникационной системы для этих процессов.

**Telecommunication system of interconnected processes. Kokovin V.A., Diagilev V.I., Uvaysov S.U.**

The article discusses the features of the automation of interconnected processes. The requirements in the design of telecommunications systems for these processes.

Автоматизация технологических процессов (ТП) больших промышленных или научных комплексов, когда существует большая территориальная и алгоритмическая распределенность отдельных подсистем, неразрывно связана с проектированием телекоммуникационной системы (ТКС). Особенности проектирования таких систем заключаются в том, что во многих случаях ТП являются взаимосвязанными. Под *взаимосвязанными технологическими процессами* (ВТП) будем понимать синхронизированную во времени последовательность действий отдельных подсистем общего производственного процесса, на основе передачи измеренных параметров одних ТП по сети в виде кодированных данных и использования этих данных для управления другими ТП. В этом случае можно говорить о взаимосвязанности выполняемых алгоритмов отдельных ТП.

В литературе термин «*взаимосвязанные технологические процессы*» широко используется при описании взаимозависимости ТП в различных отраслях. Например, в работе [1] рассматривается задача построения моделей взаимосвязанных технологических процессов гидрометаллургического производства цветных металлов, а в работа [2] дается информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов и т.д. Для автоматизации ВТП разрабатываются многосвязные системы управления. В работах [3,4] рассматривается регулирование, моделирование и синтез цифровых многосвязных систем управления процессами.

Рассмотрим ВТП в контексте проектирования телекоммуникационных систем и построения распределенных систем управления для автоматизации ТП. Взаимосвязанность технологических процессов выдвигает определенные требования при проектировании ТКС.

В первую очередь необходимо выявить зависимости между алгоритмами управления различных технологических процессов. В работе [5] анализируются методы анализа зависимостей. Одним из эффективных способов выявления зависимостей является построение графа зависимостей программного обеспечения систем управления. Граф зависимостей является мощным инструментом для понимания программ, их поддержки, тестирования и отладки [6]. Основная зависимость алгоритмов систем управления связана с зависимостями по данным и по управлению. Зависимость по данным определяет выбор определенного алгоритма в той или иной подсистеме, связанной с ТП [7]. Зависимость по управлению определяется заданным порядком исполнения алгоритмов.

Вторая задача, которая решается при анализе зависимостей – это выявление возможности распараллеливания алгоритмов управления ТП. Современные промышленные производства характеризуются быстротекающими ТП, требующими от системы управления обработки больших объемов входных данных и быстрой реакции при формировании управляющих воздействий. Распараллеливание алгоритмов может служить весомым аргументом при повышении быстродействия системы управления. С другой стороны, решение этой задачи даст возможность оптимизировать системы управления, разработанные на основе обработки параллельных потоков данных и формировании взаимосвязанных параллельных потоков управления. В работах [7,8] приводится описание потоковой системы управления технологическими установками и силовыми преобразователями в их составе.

В работе [9], на примере распределенной системы управления и таймерной сети ускорительного комплекса заряженных частиц, рассмотрены особенности построения телекоммуникационной системы, которая объединяет различные взаимосвязанные процессы, распределенные как в пространстве, так и алгоритмически. Представленная телекоммуникационная система, позволяет управлять быстрыми взаимосвязанными технологическими процессами, может быть достаточно просто адаптирована для решения задач управления процессами других производственных и научных комплексов.

Исходя из изложенного выше, сформулируем требования к телекоммуникационным системам используемых для автоматизации взаимосвязанных технологических процессов:

- Детерминированность передачи данных от одной подсистемы к другой за счет использования выделенных, а не коммутируемых каналов связи. Обеспечение детерминированности необходимо при зависимости алгоритмов ТП по управлению. Для ТКС с жесткими требованиями по джиттеру (фазовое дрожание цифрового сигнала данных в пределах единиц микросекунд) при передаче данных желательно использовать аппаратную реализацию протокола [10].

- Минимальное время передачи данных, позволяющее достичь высокой производительности.
- Обеспечение высокой надежности и достоверности при передаче данных за счет использования современных помехозащищенных интерфейсов, мониторинга и диагностики ТКС. Получение искаженной информации может вызвать нештатную работу подсистем.

Учитывая распределенный характер ВТП (в том числе и географический) для повышения производительности необходимо выполнять обработку больших объемов данных на стороне источника информации. Кодировать данные в виде сообщений или событий [9] и передавать по сетям ТКС потребителям с сохранением приоритета поступления этих данных.

### **Литература**

1. Щербаков С.В. Комбинированные адаптивные модели взаимосвязанных технологических процессов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева, №3, 2005, С. 266-269.
2. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 337-338.
3. Буков В.Н., Максименко И.М., Рябченко В.Н. Регулирование многосвязных систем. // Автоматика и телемеханика, 1998, №6, с. 97-110
4. Кудряшов, В.С. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака : монография / Рязанцев С.В., Иванов А.В., В.С. Кудряшов. — : Воронеж, 2011
5. Дубинин В.Н., Вяткин В.В., Дроздов Д.Н. Опережающие вычисления в системах функциональных блоков ИЕС 61499 // Труды Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии», Пенза, 2013, вып.17. – С. 9-24.
6. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. - СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 1104 с.
7. Дягилев В.И., Коковин В.А., Увайсов С.У. Силовой преобразователь с потоковым управлением для геовизора. Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции в 4 т. / Гл. ред. С.У. Увайсов; отв. Ред. И.А. Иванов – М.: НИУ ВШЭ, 2013 г. - 3 т. – С.184 – 190
8. Москвин В.К., Коковин В.А., Дягилев В.И. Применение метода потокового управления при автоматизации технологических установок. Технология машиностроения, 2014, № 4 , С. 56 – 62
9. Коковин В.А. Особенности построения телекоммуникационной системы для управления взаимосвязанными технологическими процессами. Современное состояние и перспективы развития технических наук: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2015. С. 56-59
10. Коковин В.А. Разработка и создание базовых компонентов общей таймерной системы ускорительного комплекса ИФВЭ // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Протвино 2005.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ КОМПОНЕНТОВ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСКОНТАКТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Кокин Н.Н.  
Москва, НИУ ВШЭ

Рассмотрены принципы применения бесконтактных средств измерения температуры в области радиоэлектронной аппаратуры. Проведен анализ влияния информации о теплофизических параметрах компонентов на качество проведения этапов проектирования и испытаний образцов радиоэлектронной аппаратуры. Предложена реализация стендового комплекса для определения степени черноты компонентов и материалов печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры.

**Determining the degree of emissivity in assemblies of electronics with use of non-contact temperature measurement equipment. Kokin N.N.**

The principles of the use of non-contact temperature measurement instruments in the area of electronic equipment were considered. The effect of information about thermal parameters of the components on the quality impact to the stages of design and testing of samples of electronic equipment was studied. A realization of the measurement complex to determine the degree of blackness of components and materials of electronic equipment assemblies were described.

Современная отрасль радиоэлектронной аппаратуры основным требованием, применяемым к выпускаемой продукции, ставит соответствие стандартам и выполнение заявленных параметров надежности. При этом важным этапом обеспечения надежности становится выполнение этапов управления качеством и обеспечение входного и выходного контроля параметров печатных узлов, применяемых материалов и т.д. Одним из способов обеспечения качества является применение средств неразрушающего контроля, и в частности применение бесконтактных средств измерения температуры для анализа температурных полей печатных узлов и проведения экспериментального анализа работоспособности. Важным этапом бесконтактного измерения температуры является определение исходных свойств материалов и радиоэлектронных компонентов, входящих в состав исследуемого печатного узла. Одним из таких параметров является излучательная способность материала, напрямую определяющая показания бесконтактных средств измерения при проведении измерений.

В случае с тепловизорами и пирометрами, не связанными с определением длины волны поступающего излучения, возникает сложность с определением действительной температуры исследуемой поверхности. Степень черноты радиоэлектронных компонентов и материалов печатных узлов определяет температуру, получаемую в ходе измерений и недостаточные сведения об условиях проведения испытаний, внесут дополнительную погрешность в получаемую информацию. Неточность данной информации может привести к ошибочной оценке работоспособности радиоэлектронных компонентов или неверному заданию исходных данных при математическом моделировании, входящем в систему качества и информационного обеспечения жизненного цикла радиоэлектронной аппаратуры.

Дополнительной информацией, получаемой в ходе проведения эксперимента, становятся данные о распределении излучения с поверхности тела в зависимости от угла расположения измеряющего пирометра и возможность определить отражательные свойства поверхности тела. Получение исходной информации о неизвестной степени черноты поверхности возможно применением методик описанных рядом производителей и дополненной современными средствами математического моделирования.

На основе вышеописанных методов возможно создание на базе предприятия исследовательской лаборатории с организацией стенда включающего в себя:

- Систему определения геометрического положения сканирующего пирометра;
- Систему подачи электропитания/нагрева исследуемого объекта;
- Систему контактного определения температуры поверхностей.

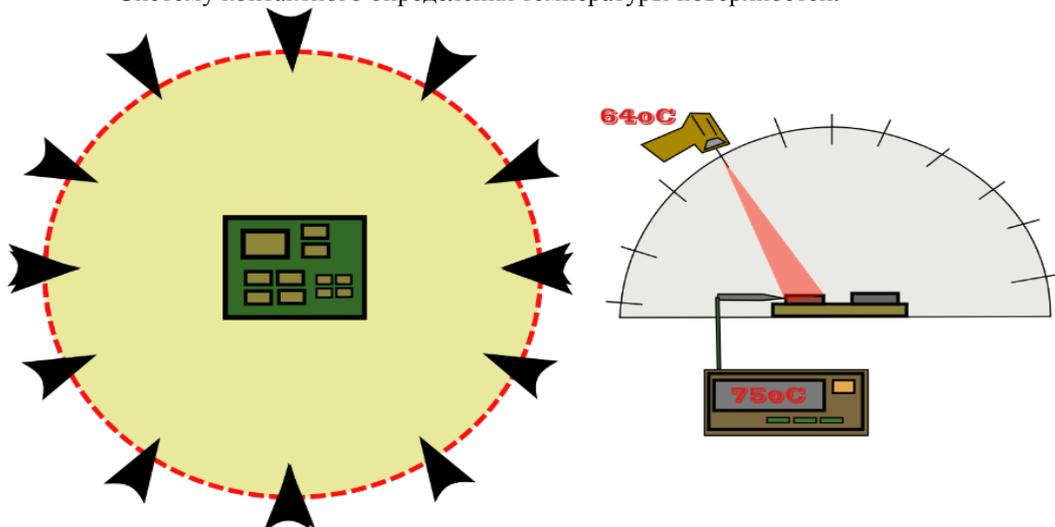


Рис.1. Визуальная схема стенда по определению степени черноты и направления наибольшей интенсивности теплового излучения.

При определении степени черноты исследуемой поверхности добиваются одинаковой температуры на ней и образцового материала с известными свойствами. Поскольку пирометр и

тепловизор определяет температуру за счет анализа теплового потока с определенного участка поверхности – разница между температурой от двух поверхностей и определяет различие в степени черноты. Важно отметить, что данный метод не будет совместим с системами, работающими на сопоставлении температуры с длиной волны проходящего излучения.

Оценка степени черноты производится на основе применения уравнения Стефана-Больцмана:

$$\dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = \sigma A_1 F_{1 \rightarrow 2} (T_1^4 - T_2^4)$$

Поскольку пирометр при прочих равных условиях фиксирует излучение с определенной зоны печатного узла при обследовании разнородных поверхностей на тепловой поток не повлияет коэффициент облученности  $F_{1 \rightarrow 2}$ . Аналогичным образом не влияет площадь теплового излучения  $A_1$  при соблюдении одинаковой ориентации между сканирующим пирометром и зоной исследования.

Среди источников погрешности предложенного подхода стоит отметить погрешность средств бесконтактного измерения температуры, напрямую определяющие относительную погрешность косвенных вычислений степени черноты материала. В общем виде погрешность пирометра не превышает 1% от измеренного значения, и не окажет значительного влияния на полученные данные о степени черноты поверхностей. Так же весомый вклад в косвенные вычисления внесет исходная точность задания степени черноты «Эталонного» материала. При наличии экспериментальной информации появляется возможность дополнить исходную информацию этапов математического моделирования и внести изменения в модель тепловых процессов экспериментальной установки с определением тепловых потоков передающихся с единицы исследуемой площади на пирометр. При этом отношение тепловых потоков должно совпадать с отношением показания температуры пирометра при измерении эталонного материала и материала с неизвестной степенью черноты. В модель тепловых процессов вводится параметризованный неизвестный коэффициент степени черноты материала, изменение которого влияет на соотношение тепловых потоков между эталонной поверхностью-пирометром и исследуемой поверхностью-пирометром.

Стандовый комплекс, применяемый для подтверждения предлагаемой методики представляет собой термокамеру с возможностью поддержания температуры определенной величина, датчики температуры, закрепленные на исследуемых элементам. Важным элементом стенда выступает пирометр, позволяющий измерить температурный поток от исследуемых элементов печатного узла.

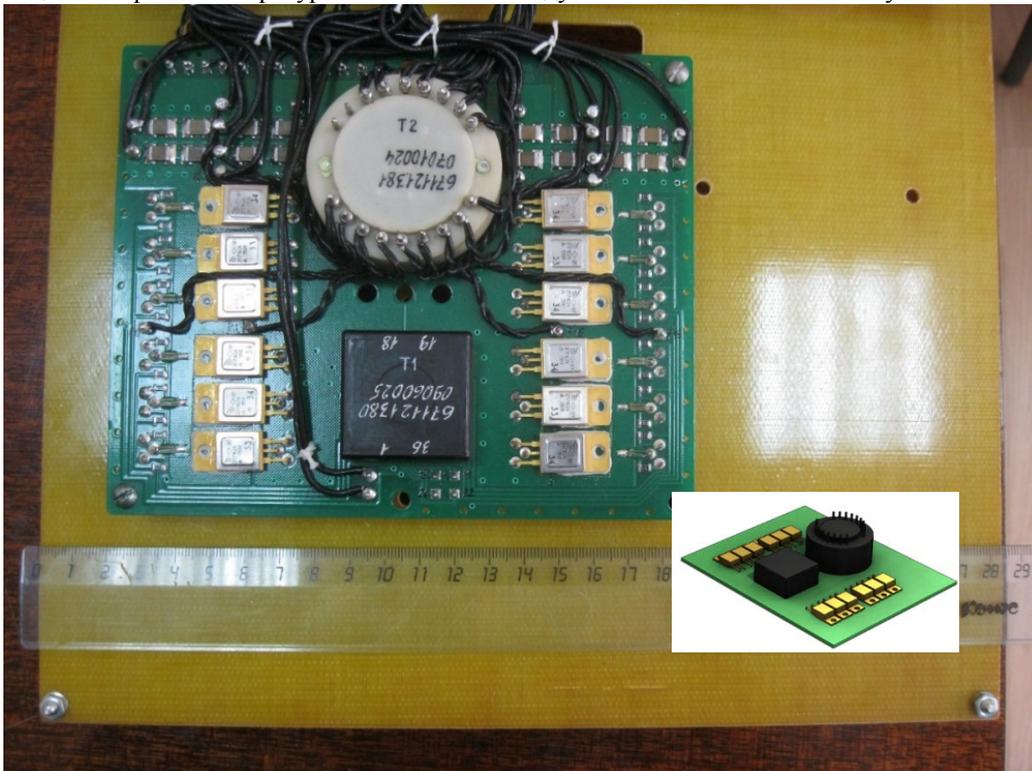


Рис. 2. Печатный узел, используемый в качестве объекта исследования.

Исследование проводилось на базе печатных узлов с полупроводниковыми компонентами. После помещения сборки в термокамеру, настроенную на 82 °С, производилась получасовая выдержка печатного узла с целью вывести его на стационарное состояние температурного поля. При достижении

на контактных датчиках температуры стационарного состояния производилось измерение температуры с помощью пирометра и производилось сопоставление с температурой от термодпары.

Важно упомянуть, что такой подход к измерению степени черноты сопряжен с погрешностью, возникающей в процессе перехода от термокамеры к измерению с помощью бесконтактных средствам измерения. Печатный узел успевает изменить характер конвективного теплообмена и происходит спад температуры в зонах контроля.

Результаты измерений приведены в таблице ниже:

Зона измерения	Значение пирометра при настроенной степени черноты $\epsilon = 0,90$	Отношение температуры эталона и исследуемой поверхности.	Степень черноты при применении методики
Эталонная область с изолентой	81,5	-	-
Блок транзисторов без лакового покрытия	42,3	0,519018	0,467117
Трансформатор без лакового покрытия	78,3	0,960736	0,864663
Стеклотекстолит без лакового покрытия	75,1	0,921472	0,829325
Блок транзисторов с лаковым покрытием	81,3	0,984049	0,885644
Трансформатор с лаковым покрытием	81,4	0,985276	0,886748
Стеклотекстолит с лаковым покрытием	81,5	0,982822	0,88454

Аналогичная картина наблюдается при оценке средствами математического моделирования, при использовании конечно-элементного анализа.

Повышение точности исходных данных о теплофизических параметрах положительно скажется на информационной поддержке жизненного цикла изделия. При проектировании радиоэлектронной аппаратуры оценка тепловых процессов его функционирования будет произведена точнее, что скажется на общей надежности. На этапах производства станет точнее система контроля качества изготовления, совмещенная с линией неразрушающего контроля, а информация о степени черноты поверхности позволит точнее настраивать бесконтактные датчики температуры. На этапе испытаний уточнение информации о степени черноты материала позволит с большей степенью достоверности оценивать значения температуры компонентов печатных узлов и производить диагностический поиск неисправностей.

#### Литература

1. Юрин А. И., Неборский А. Ю., Карцев Е. А., Кокин Н. Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. С. 47-51.
2. Кокин Н. Н., Артюхова М. А., Линецкий Б. Л., Тихонов А. Н. Информационно-логическая модель системы численного моделирования тепловых процессов в электронных средствах // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 11. С. 66-71.
3. Иванов И. А., Увайсов С. У., Кошелев Н. А. Методика обеспечения диагностируемости электронных средств космических аппаратов по ранговому критерию на ранних этапах проектирования // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 1. С. 60-62.
4. Увайсов С. У., Юрков Н. Методика обеспечения тепловой контролепригодности радиотехнических устройств на этапе проектирования // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки (Российская Федерация). 2012. № 7. С. 16-22.
5. Сотникова С. Ю., Увайсов С. У. Повышение качества автоматизированного проектирования электронных средств на основе комплексирования физической и математических моделей // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции (2012) / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. С. 497-500.
6. Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Сотникова С. Ю. Программный комплекс моделирования физических процессов при автоматизированном проектировании источников вторичного электропитания для сложных бортовых систем // Динамика сложных систем. 2012. № 3. С. 80-84.

7. Manohin A., Aminev D.A., Ivanov I.A., Uvaysov S.U., Sotnikova S. Y. Investigation of the thermal processes influence in electroradioproducts on the reliability indicators of electronic radio equipment by using analysis programs of thermal regimes, in: Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific–practical conference. Part 2 / Ed. by S. U. Uvaysov. Part 2. M. : HSE, 2014. P. 702-710.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Хунов Т.Х., Полесский С.Н.  
*Москва, НИУ ВШЭ*

В статье рассмотрены наиболее известные программные комплексы отечественного и зарубежного производства для расчета надежности технических средств. Данное научное исследование (№15-05-0029) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

### **Analysis of modern software for calculating the reliability of technical equipment. Khunov T.KH., Polesskiy S.N.**

The paper considers the most famous software packages for calculating of technical equipment of domestic and foreign production. This scientific study (№15-05-0029) supported by the program "Science Foundation HSE" in 2015.

Надежность и безопасность современных технических средств являются важной составляющей их качества и необходимым условием обеспечения надежности и безопасности производственных объектов.

Проектный расчет надежности, оценка надежности и безопасности автоматизированных систем управления технологическим процессом предусмотрена требованиями государственных и международных стандартов, а также нормативными документами [1]. Готовность организаций и предприятий, разрабатывающих и эксплуатирующих различные технические средства объектов современной промышленности, выполнять анализ их надежности и безопасности является обязательным условием государственной и международной сертификации. Главная цель такого анализа - своевременное получение достоверной информации о свойствах надежности и безопасности систем, необходимой для выработки, обоснования и реализации эффективных проектных и эксплуатационных решений.

Для получения такой информации о надежности и безопасности систем существуют программные комплексы (ПК) по расчету надежности различных электронных средств. В этой статье будут проведен обзор нескольких наиболее известных программных комплексов для расчета надежности: Windchill Quality Solution, Reliasoft, АСОНИКА-К, Risk Spectrum.

Одним из самых известных программных комплексов для расчета надежности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является Windchill Quality Solutions (WQS). Пакет решений PTC WQS представляет собой интегрированный набор средств управления качеством изделий, их надежностью и сопутствующими рисками. Семейство программных решений WQS для управления качеством и надежностью сложных изделий, оборудования, объектов и систем в основе своей наследуют опыт применения и функциональные возможности продуктов по оценке надежности компании Relex Software Corporation, которые впервые появились на рынке в 1986 г. [2].

Семейство решений Windchill Quality Solutions (рис.1) представлено следующими программными компонентами: Windchill FRACAS, Windchill FMEA, Windchill MSG-3, Windchill FTA, Windchill Prediction, Windchill RBD, Windchill Maintainability, Windchill LCC, Windchill Weibull, Windchill ALT, Windchill Markov, Windchill CAPA, Windchill Nonconformance, Windchill Customer Experience Management.

Корпорация ReliaSoft является мировым лидером по разработке программного обеспечения по вопросам анализа и расчета надежности. Основанная в 1992 году в городе Тусон, штата Аризона, корпорация ReliaSoft развилась в одну из глобальных компаний, работающих в области надежности [3]. ReliaSoft предлагает обширный диапазон услуг и предложений в области надежности и качества, отвечающих требованиям производителей на мировом уровне. Компания имеет возможности осуществления всех аспектов теории инженерной надежности для всех ступеней производства.

Программный комплекс Reliasoft состоит из следующих разделов: Weibull++, ALTA, DOE, RGA, λpredict, MPC, Orion eAPI, BlockSim, RENO, XFMEA, RCM++, RBI, XFRACAS.

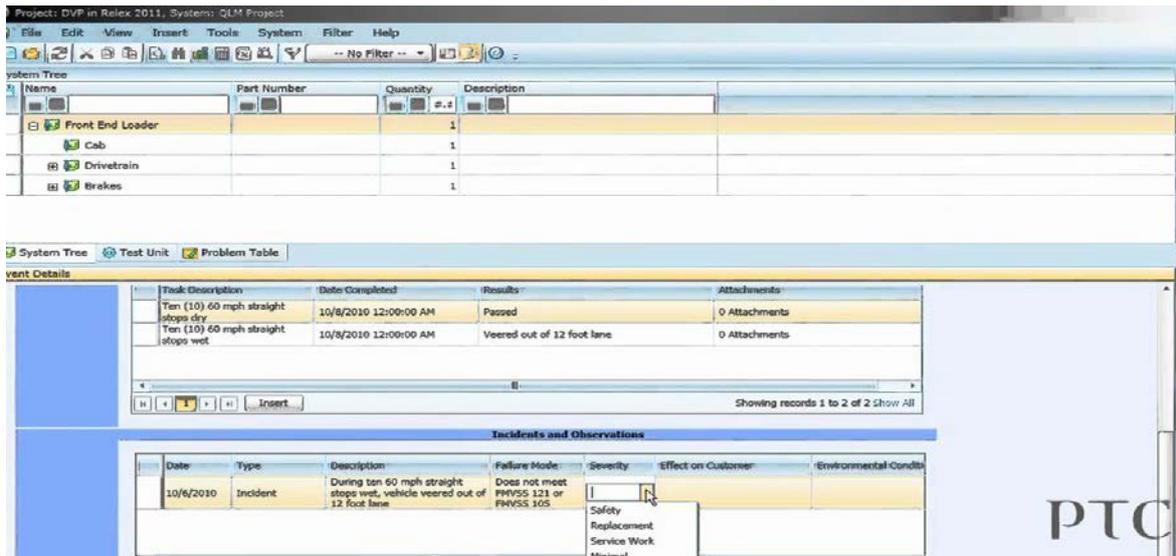


Рис. 1. Интерфейс ПК Relix(WQS).

Weibull++ (рис.2) является промышленным стандартом в области анализа данных надежности (наработок на отказ) для многих ведущих компаний мира.

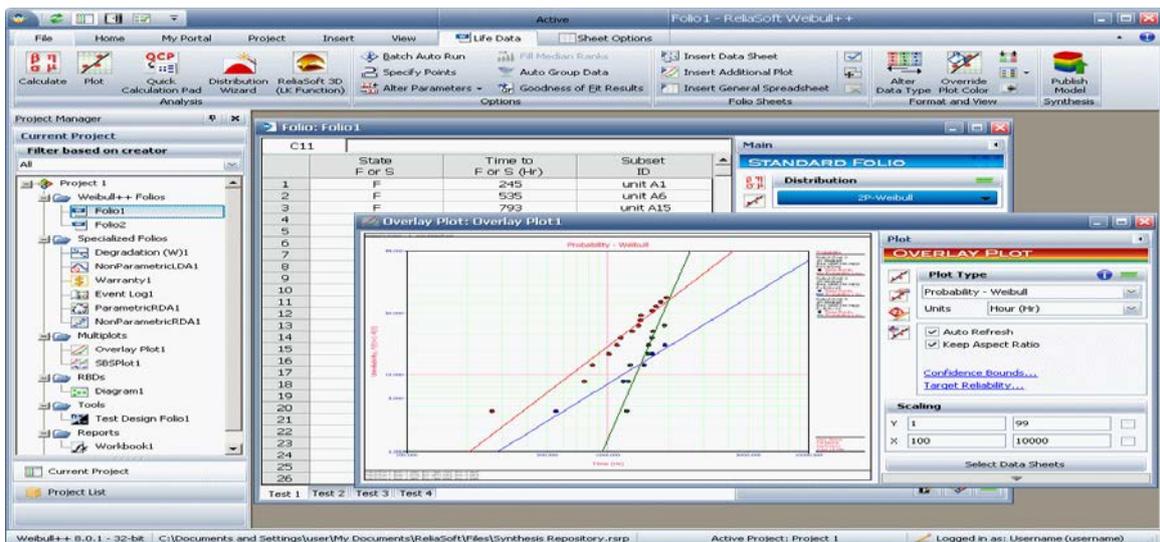


Рис. 2. Программа Weibull++ (один из разделов ПК Reliasoft)

АСОНИКА-К (Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики») - программное средство решения задач анализа и обеспечения надежности в рамках автоматизированного проектирования РЭА. ПК АСОНИКА-К позволяет вести расчет надежности РЭА, производимой в России, построенный на базе отечественной нормативно-технической документации и распространенных справочников по надежности электрорадиоизделий.

Использование ПК АСОНИКА-К (рис.3) позволяет реализовать современные методы проектирования РЭА, основанные на CALS-технологиях. АСОНИКА-К представляет собой программное средство, созданное в технологии «клиент-сервер». База данных (БД) серверной части ПК содержит непрерывно пополняемую информацию о надежности как отечественных, так и зарубежных изделий электронной техники, построенную на уникальных принципах, которые существенно облегчают задачу ее администрирования[4].

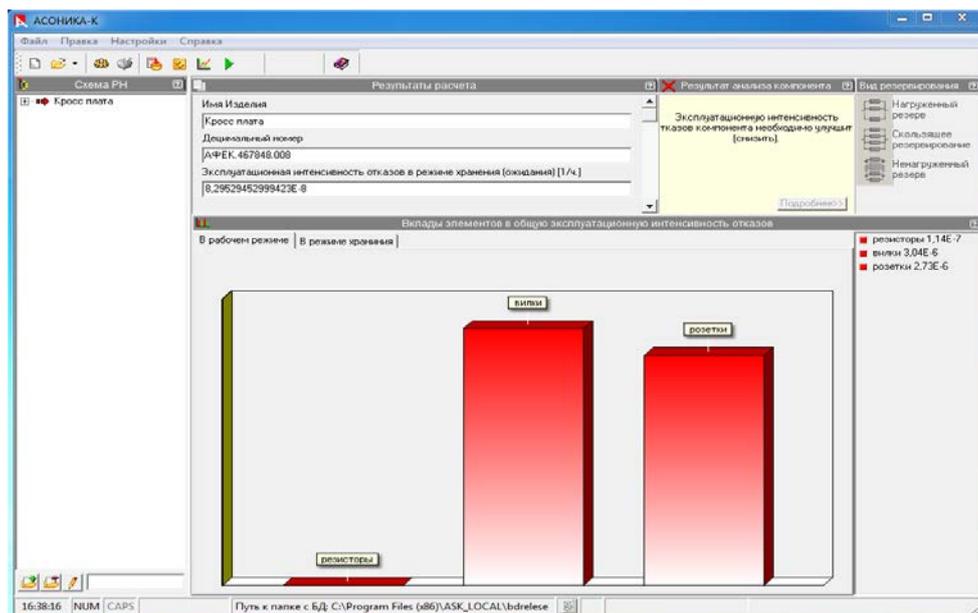


Рис. 3. Интерфейс АСОНИКА-К.

В работе был сделан обзор наиболее известных на сегодняшний день ПК для расчета надежности технических средств. Кроме них существует еще множество программ используемых в тех же целях. В России наиболее распространенным является ПК АСОНИКА-К, так как он адаптирован под отечественную нормативно-техническую документацию.

#### Литература

1. Строганов А., Полессик С. Жаднов В. Обзор программных комплексов по расчету надежности сложных технических систем. / Журнал компоненты и технологии, 2007.
2. [Электронный ресурс]. Описание платформы Windchill Solutions. Режим доступа: <http://pbaconsult.com/ru/solutions/corporate/upravlenie-nadjnostyu-i-kachestvom/platform-windchill-qs/> (дата обращения 29.08.15)
3. [Электронный ресурс]. Сайт ПК Reliasoft. Режим доступа: <http://www.reliasoft.ru/products.htm> (дата обращения 31.08.15)
4. [Электронный ресурс]. Сайт АСОНИКА-К. Режим доступа: <http://asonika.ru/?q=27> (дата обращения 1.08.15)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Ивашкевич Э.А.

г. Сургут, ООО «ЭнергоНорд»

Для полноценного функционирования, поддержки комплекса жизнеобеспечения и безопасности любого современного здания, требуется выполнение огромного числа технологических задач. Централизованно и наиболее полно решить все задачи можно с помощью систем диспетчеризации, способных обеспечить комплексный мониторинг, управление инженерными объектами и сетями, а также диспетчеризация здания позволяет следить за всеми технологическими процессами.

#### Automation and dispatching of a life support system. Ivashkevich E.A.

Full functioning, support of a complex of life support and safety of any modern building, requires execution of huge number of technological tasks. On a centralized basis and most fully it is possible to solve all problems by means of the systems of dispatching capable to provide complex monitoring, control of engineering objects and networks, and also dispatching of the building allows to track all technological processes.

В настоящее время, большая часть устаревших зданий имеют малоэффективное ресурсопотребление. Большинство таких домов уже не способны отвечать современным требованиям, которые имеются в сфере тепловой защиты зданий. После принятия Федерального закона № 261 (назначение которого – стимулировать бережное отношение к энергии и повысить энергетическую

эффективность) возник лавинообразный рост числа узлов учета энергоносителей. Это привело к появлению новых проблем, связанных с их техническим обслуживанием, и вызвало необходимость обрабатывать гигантское количество информации, поступающей от приборов. Именно по этой причине необходимо вводить автоматизированные системы сбора данных (АССД, диспетчеризация), имеющих узлы учета. Система диспетчеризации представляет собой комплекс программных и аппаратных средств, который позволяет осуществлять удаленное управление инженерными системами одного или нескольких объектов.

Перечисление задач, которые решаются такими системами, может занять не одну страницу, однако все их можно свести к трем основным.

1. Ситуационный мониторинг энергетической эффективности инженерных сетей здания, в том числе:

- удаленный сбор данных об использовании энергоресурсов здания;
- автоматизированный расчёт технико-экономических параметров использования энергоресурсов здания, инженерными сетями;
- автоматизированный анализ энергетической и экономической эффективности режимов работы инженерных сетей энергоснабжения и режимов потребления энергоресурсов здания, в зависимости от текущих погодных-климатических условий и активности конечных потребителей;
- визуализация режимов использования энергоресурсов здания и инженерными сетями на интерактивных мнемосхемах;
- возможность автоматизированной передачи данных об использовании энергоресурсов здания и инженерными сетями.

2. Обеспечение интеграции со следующими видами автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем:

- системы автоматизации режимов работы индивидуальных тепловых пунктов;
- энергосберегающая система индивидуального учета, распределения и потребления тепла в зданиях;
- территориально-распределенная информационная система сбора, обработки, аналитического планирования и управления технологическими параметрами инженерных сетей систем жизнеобеспечения зданий;
- унифицированная модульная система мониторинга и управления тепловыми режимами и водоснабжением здания;
- программно-технический комплекс аналитических и диагностических исследований инженерных систем.

3. Проведение аналитических и диагностических исследований режимов работы инженерных сетей различных типов и масштабов, в том числе:

- Аналитические исследования эффективности использования энергоресурсов в инженерных сетях (от источника до потребителя) на основе использования геоинформационных моделей для анализа и представления данных;
- Диагностические исследования существующих инженерных сетей на основе фактических текущих параметров работы сетей с целью определения неэффективно или аварийно работающих элементов и узлов сети, потребителей, а также с целью прогнозирования и предупреждения их возможных отказов.
- Исследование инженерных сетей теплоснабжения, водоснабжения, электроснабжения.

Преимущества от внедрения автоматизации и диспетчеризации:

1. Сокращение расходов:

1.1. Снижение до 30% на отопление и до 54% на инжиниринг, монтаж и эксплуатацию, поскольку оптимизирует режимы работы инженерных систем и выявления особенностей общего и локального потребления;

1.2. Сокращение численности/занятости эксплуатирующего персонала до минимума; оптимизация деятельности диспетчерских служб;

1.3. Снижение расходов и увеличение срока службы используемого оборудования, за счет работы систем в автоматическом режиме, что исключает поломку оборудования вследствие ошибки оператора, а также за счет постоянного отслеживания параметров систем и своевременного выявления неисправностей;

1.4. Экономия за счет автоматизации сбора данных о потреблении ресурсов: как в целом по зданию, так и в отдельных помещениях.

2. Повышение безопасности и надежности функционирования инженерного оборудования:

2.1. Снижение риска возникновения аварий;

2.2. Оперативное реагирование на нештатные ситуации;

2.3. Обеспечение щадящих режимов работы.

3. Удобство эксплуатации
- 3.1. Высокий уровень удобства эксплуатации за счет централизованного управления инженерными системами и доступа к архивным данным по их работе;
- 3.2. Возможность автоматизации инженерных систем здания за счет организации единого удаленного АРМ диспетчера для нескольких территориально-распределенных объектов.

Применение систем автоматизации и диспетчеризации зданий (АСУЗ) дает значительные преимущества при эксплуатации зданий в течение всего жизненного цикла, что позволяет соблюсти общий баланс использования ресурсов, избежать искажений данных потребления, убытков и спорных ситуаций.

#### Литература

1. А.И.Масляева. Современный подход к созданию территориально распределенных систем сбора информации с узлов учета энергоресурсов // Журнал «Информатизация и Системы Управления в Промышленности». 2012. №4 (40)
2. Электронный журнал по энергосбережению и энергоэффективности «ЭНЕРГОСОВЕТ»// 2009. Выпуск №4 (4). С. 25-28
3. Блейхман А.М., Бородатов М.Ю., Брынский Е.А., и др.: Под ред. Тайда Ю.Д., Таджибаева А.И., Фрумкина М.Н. «Современные автоматизированные системы управления, контроля и диагностики энергетических объектов» // 1999. СПб: Изд. ПЭИП. С 4-9

### АЛГОРИТМЫ РЕКОНФИГУРАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ L-NET

Иванов Е.Б.  
*НИУ ВШЭ г. Москва*

Описываются алгоритмы перераспределения процессов в вычислительной среде L-net. Данное перераспределение является оптимальным и может быть вызвано в случае исключительной ситуации «отказа хоста». В статье рассматриваются два возможных алгоритма решения данной проблемы.

#### **Algorithms reconfiguration processes in computing environment L-Net. Ivanov E.B.**

In this paper algorithms of redistribution processes are described in a computing environment L-net. This redistribution is optimal and can be caused in case of an exceptional situation "host failure ". The article considers two possible algorithm for solving this problem.

L-net - это программная вычислительная среда, которая предназначена для организации распределенных конвейерных вычислений. Вычислительный конвейер формируется на основе описания мультипрограммной смеси, то есть на основе множества одновременно выполняющихся на разных хостах сети процессов, с учетом топологии связей. Вычислительная среда L-net работает под управлением ОС QNX 6 Neutrino, поэтому при ее разработке учитывались все особенности этой ОС, в том числе организация сетевого взаимодействия с использованием базового сетевого протокола Qnet.

Протокол Qnet поддерживает передачу по нескольким сетям. Для этого предусмотрены следующие политики качества обслуживания, которые определяют, каким образом протокол Qnet должен выбирать сетевой протокол для передачи:

- 1) loadbalance (по умолчанию) — протокол Qnet позволяет использовать любые доступные сетевые каналы связи и может распределять передачу данных между ними;
- 2) preferred — позволяет использовать только один канал связи и игнорировать все остальные сети (кроме случаев, когда выбранный канал оказывается недоступен);
- 3) exclusive — при этой политике качества обслуживания используется только заданный канал связи и игнорируются все остальные, даже если выбранный канал оказывается недоступен.

Многопроцессорная вычислительная сеть с точки зрения физического уровня строится по топологии «звезда». Однако с точки зрения протокола Qnet сеть представляет собой набор хостов, которые соединены по принципу «все-со-всеми». Таким образом, Qnet позволяет организовать прозрачные отказоустойчивые связи между узлами сети.

Для более стабильного и корректного поведения вычислительного конвейера необходимо равномерно распределить вычислительную нагрузку на хосты, входящие в состав сети. Критерием эффективности в этом случае является способность выдерживать заранее заданные интервалы времени между запуском программы и получением результата. Это время называется временем реакции системы, а соответствующее свойство – реактивностью. Требования ко времени реакции зависят от специфики управляемого объекта или процесса. В системах реального времени мультипрограммная смесь

представляет собой фиксированный набор заранее разработанных программ решения функциональных задач управления объектом или процессом. В системе реального времени обычно закладывается запас вычислительной мощности на случай пиковой нагрузки, а также принимаются меры обеспечения высокой надежности работы системы (резервирование, дублирование и др.).

В системе L-net данная задача распределения может быть решена с помощью двух алгоритмов. Для данных алгоритмов входными данными являются следующие параметры:

- 1) Количество хостов  $N$ .
- 2) Вычислительная мощность для каждого хоста  $P_{max}$ .
- 3) Размер оперативной памяти для каждого  $V_{max}$ .
- 4) Количество процессов  $R$ .
- 5) Требуемая вычислительная мощность для каждого процесса  $P_w$ .
- 6) Требуемое количество оперативной памяти для работы процесса без использования свопинга  $V_w$ .

Данная задача считается успешно решенной, если на выходе алгоритма будет предоставлено единственное оптимальное и равномерное распределение с учетом входных параметров.

Первым решением является эвристический алгоритм который не имеет строгого обоснования, но не смотря на это дает приемлемое решение в большинстве практически значимых случаях.

Данный алгоритм имеет следующие этапы решения задачи:

- 1) Проверка на соотношение суммы производительности всех хостов и суммы требований процессов к производительности.
- 2) Сортировка хостов в порядке убывания по производительности. Это делается с целью определения хостов с максимальной и минимальной производительностью.
- 3) Сортировка процессов в порядке убывания требований к вычислительной мощности
- 4) Распределение процессов по хостам с учетом их требований к вычислительной мощности и оперативной памяти.
- 5) Проверка результата распределения

Второй алгоритм основывается на построении дерева, которое будет включать в себя все возможные распределения хостов, однако после проведения ряда проверок все неверные способы распределения будут отброшены. Данный алгоритм состоит из следующих этапов:

- 6) Построение дерева, в котором каждая вершина характеризует процесс и имеет  $N$  потомков, а каждая дуга характеризует хост, на который будет распределен процесс. Так же, каждая дуга имеет вес равный относительной загрузке хоста в случае распределения процесса на данный хост.
- 7) С помощью алгоритма Дейкстры поиск наикротчайших путей.
- 8) Среди всех возможных решений поиск решения с минимальной относительной загрузкой хостов, а так же проверка данного решение на корректность (каждый хост не может быть загружен более чем на 95%). Найденное решение и является оптимальным.
- 9) В случае краха хоста, достаточно увеличить вес дуг, которые характеризовали данный хост, до бесконечности, и перезапустить алгоритм Дейкстры. После чего повторить третий пункт.

Если в результате распределения выясняется, что существуют процессы, для которых не было найдено подходящих хостов, то возникает ситуация получившая название “тревога”. Тревога свидетельствует о том, что необходимо увеличивать либо вычислительную мощность хоста, либо объем оперативной памяти.

При инициализации сети тревоги не возникает, так как заранее известно, что соотношение общей производительности сети и всех конвейеров, выполняющихся в этой сети, соответствует требованиям, которые предъявляются к системам реального времени. Другое дело, когда происходит составление сценария реконфигурации (перераспределения вычислительных задач в случае отказа хоста), система может столкнуться с ситуацией, в которой на оставшихся хостах в сети нельзя будет запустить процессы для восстановления вычислительного конвейера по причине нехватки, как вычислительной мощности, так и объема оперативной памяти. В случае, если ситуация тревоги уже предсказана, то необходимо заранее предпринять меры, а именно включить в состав сети хост с необходимыми параметрами, чтобы в случае отказа одного из хостов на котором выполняются процессы, реконфигурация завершилась удачно, т.е. чтобы были запущены все процессы входящие в состав вычислительного конвейера и были восстановлены все логические связи между этими процессами в рамках задачи.

### **Литература**

1. Потомский С. Ю., Полойко Н. А. Архитектура распределенной системы управления на основе реконфигурируемой многоконвейерной вычислительной среды L-Net // Системный администратор. 2014. № 10. С. 92-95
2. Зыль С. QNX Momentics: основы применения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

3. Кртен Р. Введение в QNX Neutrino. Руководство для разработки приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ПОДДЕРЖКОЙ С ПОДДЕРЖКОЙ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА

Егоров А.М., Новиков П.Г., Царенко А.В., Яковлев И.П.  
Москва, НИУ ВШЭ

В статье рассмотрено, концепция программного средства для автоматизированного проектирования, предназначенного для расчета надежности современных радиоэлектронных устройств с учетом внешних воздействий. Описано внедрение современных технологий облачного хранилища данных и интерактивного интерфейса.

### Development of calculating the reliability of modern radio electronic devices based support cloud storage. Egorov A.M., Novikov P.G., Tsarenko A.V., Yakovlev I.P.

In the article, the concept software for computer-aided design for computing the reliability of modern electronic devices based on external influences. It described the introduction of modern technologies of cloud storage and interactive interface.

На современном этапе развития техники к радиоэлектронным устройствам (РЭУ) применяют достаточно жесткие требования, также как и показатель надежности является одним из важнейших критериев оценки РЭУ. От надежности РЭУ зависят многие другие их показатели, например, такие как безопасность и эффективность. Для того чтобы РЭУ исправно отработало требуемый промежуток времени оно должно соответствовать определенным показателем надежности.

Расчет характеристик надежности современных РЭУ «вручную» занимает много времени, а вероятность допущения ошибки при данном методе расчета достаточно высока. К ошибочному результату могут привести различные неточности, допущенные при расчете и вводе коэффициентов и параметров.

Разработанная автоматизированная система расчета надежности позволяет упростить решение задач проектирования приборов и предназначена для управления надежностью изделий уже на ранних этапах проектирования.

Спроектированное программное средство не имеет аналогов за рубежом и является обновленной и переработанной версией АСОНИКА-К-СЧ, которая устарела и не отвечает большинству современных требований по программному обеспечению. Например, отсутствует валидация ввода, поддержка интерактивного справочного руководства, а также облачного сервиса и возможности настройки внешнего вида интерфейса. К недостаткам старой версии также можно отнести ошибки при расчетах и отображении результатов, устаревшие технологии реализации интерфейса и базы данных.

Разработанное программное средство состоит из четырех модулей:

1. Модуль базы данных
2. Математический аппарат
3. Облачный сервис
4. Пользовательский интерфейс



Рис. 1. Структура программного средства

Модуль базы данных. Разработанная база данных составлена на основе таблиц содержащиеся в справочнике «Надежность ЭРИ», редакции 2006 г. Спроектированная структурная схема новой базы данных, содержит различные типы таблиц, необходимые для упрощения работы с данными и выходного интерфейса. Выходной интерфейс базы данных генерируется после добавления нового пункта жизненного цикла программы, проведения расчетов или загрузки с серверной части. Спроектированная структурная схема базы данных представлена на рисунке 2.

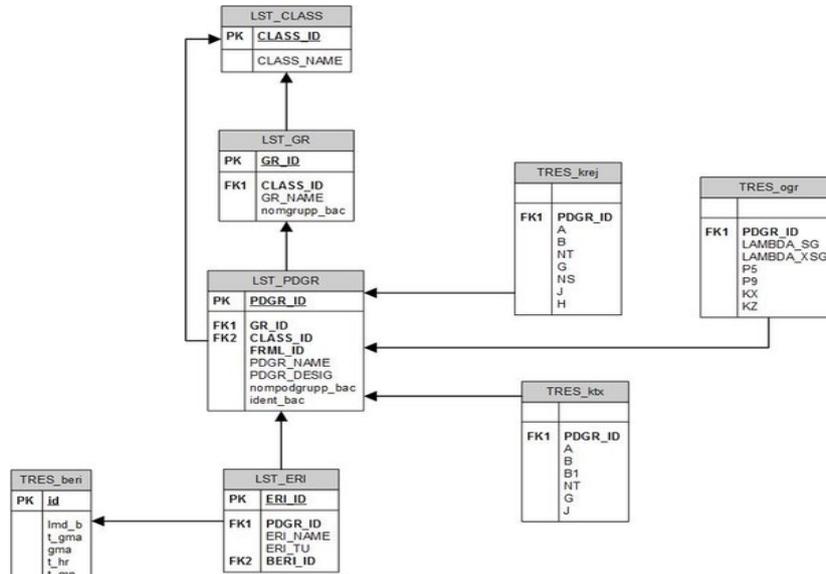


Рис. 2. Структурная схема базы данных

Спроектированный алгоритм базы данных позволяет запоминать все параметры по поставленной метки версии. Для удобства распознавания к какой метке относится тот или иной параметр, был введен идентификатор генерирующийся по дате сохранения в базе данных. Так же предоставляется возможность выбора и подключения необходимой базы данных. База данных разработана на основе системы управления MySQL и приведена к третьей нормализованной форме[4]. Данное решение было принято для ускорения поиска информации по всем сохраненным параметрам[3]. Система поиска реализована на основе меток, даты создания и имя параметра. Введена система администрирования всей информации. Для удобства работы базой данных каждому пользователю присваивается определенный идентификатор, хранящийся в облачном хранилище.

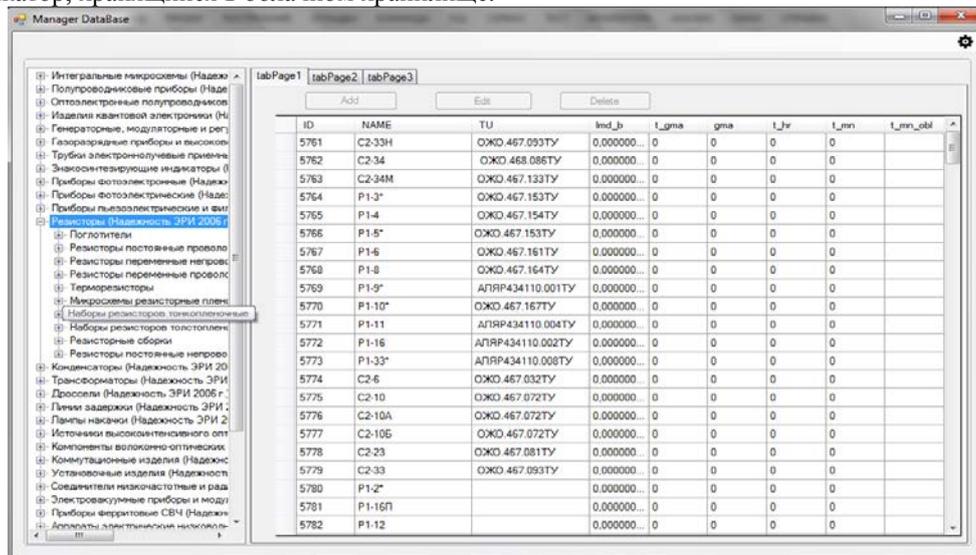


Рис. 3. Внешний вид базы данных (с подгруженной БД)

Для визуального удобства и быстрого понимания устройства классов, групп и подгрупп, использовался визуальный компонент TreeView. Этот компонент позволяет хранить в себе сведения о классах, входящих в него групп, а на еще более низком уровне входящих в данные группы подгрупп.

#### Модуль математического аппарата

Модуль математического аппарата преимущественно состоит из набора библиотек на C# для расчета надежности всех типов радиоэлектронных элементов и ПЛИС[1]. Классы делятся по типам элементов (резисторы, конденсаторы, трансформаторы и так далее). В каждом классе набор методов, каждый из которых включает в себя расчет формулы надежности конкретного типа элемента данного класса. Также классы включают в себя методы расчета необходимых для других методов коэффициентов. Для реализации данного проекта была создана библиотека классов. Названия классов соответствуют типу элемента. Для упрощения доступов к классам реализованы как статические.

Программа позволяет пользователю производить все расчеты с большой точностью, вплоть до 16 знаков после запятой. Выполнять все расчеты в числах с плавающей точкой двойной точности позволяет тип double[2]. Все данные, а также формат возвращаемых значений являются переменными типа double.

#### Облачный сервис

Модуль облачного сервиса обеспечивает связь между клиентской частью системы и модулем облачного хранения данных.

Для общения между клиентом и сервером разработан модуль взаимодействия, который позволяет пользователю пройти аутентификацию на сервере при помощи логина и пароля. Все данные передаются в формате JSON, и в случае некорректного команды, например, неверного ввода логина и/или пароля, система уведомляет пользователя об ошибке[4].

Пользователям облачного сервиса доступны следующие команды:

1. Авторизация пользователя;
2. Запрос списка доступных проектов;
3. Создание нового проекта;
4. Изменение или удаление доступных проектов;
5. Изменение имени проекта;
6. Выгрузка данных;
7. Изменение настроек доступа к проекту;

Помимо проектов база данных хранит в себе аутентификационные данные пользователей и идентификаторы доступа. В зависимости от идентификаторов доступа, пользователям могут быть доступны различные функции облачного сервиса.

Например, при загрузке проекта в базу данных, пользователь может сделать их доступными для остальных клиентов облачного сервиса, а также предоставить права на изменения и/или удаление проекта как конкретным, так и всем пользователям облачного сервиса.

#### Пользовательский интерфейс

Визуальная часть программы разработана с помощью системы для построения клиентских приложений Windows Presentation Foundation (WPF) с использованием разметки XAML[5]. Использование WPF позволило получить систему с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем.

Во-первых, программа позволяет пользователю настроить внешний вид окна и изменять список отображаемых вкладок, а также скрывать и закреплять вкладки, изменять их положение и размер.

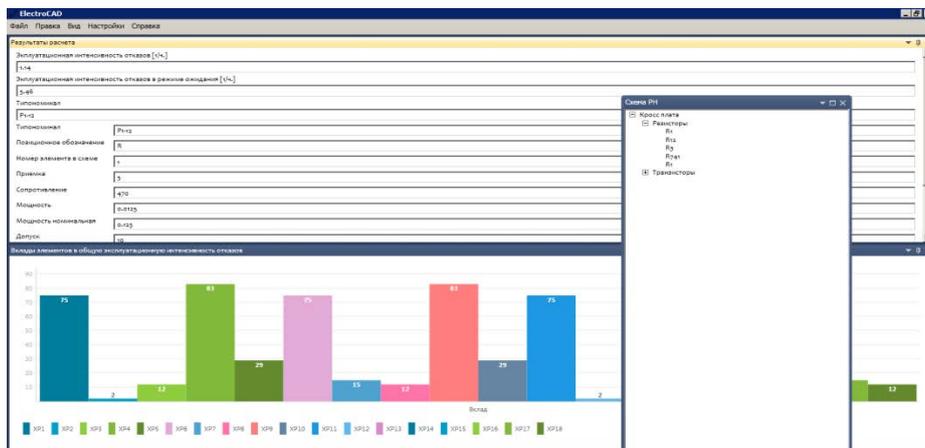


Рис. 4. Пример настройки внешнего вида программы.

Во-вторых, программа помогает пользователю при вводе данных. Во время заполнения пользователем ячейки, программа автоматически проверяет правильность вводимых данных. Требования к вводимым данным изначально указаны в поле ввода и пропадают при нажатии на него.

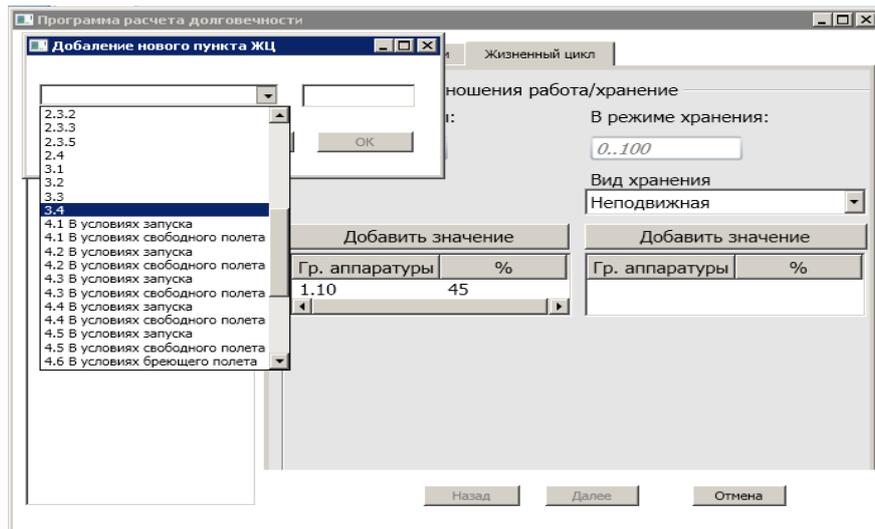


Рис. 5. Пример работы в модуле программы по расчету долговечности

Программа разработана при помощи современных средств программирования и отвечает всем требованиям пользователей. К ее преимуществам можно отнести наличие облачного сервиса, валидацию ввода, удобный и понятный интерфейс. Программное средство поддерживается как на новом, так и старом аппаратном обеспечении. Также нам удалось обеспечить высокую степень надежности и оптимизировать программу для снижения потребляемых ресурсов системы, исправлены некоторые ошибки предыдущей версии. Приложение совместимо с операционной системой Windows XP/Vista/7/8/8.1/10, с установленным Microsoft .NET Framework.

#### Литература

1. Шилдт Г. С# 4.0 полное руководство / Г. Шилдт. – Изд.: Вильямс, 2011. – 1056 с.
2. Острейковский В.А. Теория надежности / В.А. Острейковский. - М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
3. Грофф, Джеймс; Вайнберг, Пол SQL: полное руководство; Киев: BHV, 2008. – 608 с.
4. Виейра, Р. Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2005 для профессионалов; Диалектика, 2008. – 1072 с.
5. Мэтью Макдональд. Pro WPF in C# 2010: Windows. Издательство: Вильямс, 2011г. ISBN: 978-1-43-027205-2.

#### ОЦЕНКА ПЕРВИЧНЫХ МЕЖПОВЕРОЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Жаднов В.В.  
НИИ ВШЭ

Рассматриваются вопросы расчета первоначального значения межповерочных интервалов электронных измерительных приборов. Показано, что для таких приборов использование стандартизованных методик может привести к неадекватным результатам. В качестве альтернативы предложена методика, основанная на расчете показателей долговечности, и приведены примеры, подтверждающие возможность ее применения при проектировании информационно-измерительных систем.

#### Evaluation of the primary electronic calibration intervals of measuring instruments of information-measuring systems. Zhadnov V.

Deals with the calculation of the initial values of calibration intervals of measuring instruments. It is shown that for these devices the use of these techniques may lead to inadequate results. Alternatively, the proposed method based on the calculation of indicators of longevity and examples, confirming the possibility of its application in the design of information-measuring systems.

Рекомендации по методам расчета первоначального значения межповерочных интервалов (МПИ) на этапе утверждения типа средств измерений (СИ) приведены в [1]. Несмотря на то, что в этом

документе рассмотрен целый ряд методик, на практике наиболее широкое распространение получила методика ориентировочной оценки первичного МПИ по нормируемым показателям надежности СИ. Это обусловлено тем, что в сравнении с другими, эта методика не требует ни громоздких вычислений, ни больших объемов исходных данных.

Как следует из самого названия методики, в качестве исходных данных используются нормируемые в техническом задании (ТЗ) показатели надежности СИ, такие как вероятность ( $P_m$ ) того, что в течение заданной наработки ( $t$ ) метрологический отказ не возникнет, или средняя наработка ( $T_{ср.м}$ ), равная математическому ожиданию наработки до первого метрологического отказа.

Поскольку в ТЗ обычно нормируются не показатели метрологической надежности ( $P_m(t)$  или  $T_{ср.м}$ ), а показатели общей надежности СИ - вероятность безотказной работы -  $P(t)$  или средняя наработка до отказа -  $T_0$ . На ранних этапах проектирования СИ значения показателей надежности подтверждают расчетным путем [2]. Для современных информационно-измерительных систем характерно широкое применение электронных измерительных приборов (ЭИП). Так как ЭИП содержат большое число электронных модулей, то их можно рассматривать как радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), для которой методики расчета показателей надежности приведены в [3].

В соответствии с этими методиками для экспоненциальной модели отказов РЭА значения  $P(t)$  и  $T_0$  связаны соотношениями:

$$P(t) = \exp\left(-\frac{t}{T_0}\right) \text{ или } T_0 = -\frac{t}{\ln P(t)}. \quad (1)$$

Исходя из (1) можно сделать вывод о том, что при одних и тех же значениях  $P(t)$ ,  $T_0$  и  $t$  формулы расчета МПИ ( $\Delta T_{мпн}$ ), приведенные в пункте А5 [1], должны дать один и тот же результат, как при нормировании  $P(t)$ , так и  $T_0$ . Вместе с тем, в пункте А5 [1] приведены примеры расчета МПИ, но для различных исходных данных, что не позволяет подтвердить сделанный выше вывод. Поэтому воспользуемся исходными данными первого примера пункта А5 [1] и рассчитаем  $\Delta T_{мпн}$  для случая нормирования  $T_0$  при двух значениях коэффициента интенсивности эксплуатации ( $K_{и.э}$ ). Результаты расчетов  $\Delta T_{мпн}$  по данным о  $P(t)$  и  $T_0$  сведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчетов первоначального значения МПИ

№ п/п	Исходные данные	$T_1$ , ч.	$T_2$ , ч.	$\Delta T_{мпн}$ , лет.		
				$K_{и.э} = 1$	$K_{и.э} = 0,11$	
					расчет	[1]
1	2	3	4	5	6	7
1	$P(t)$	948,8	785	0,1	0,8	0,8
2	$T_0$	10019,1	9182,5	1,0	9,5	-

Как видно из табл. 1 при одних и тех же исходных данных результаты расчетов  $\Delta T_{мпн}$  отличаются более, чем в 10 раз.

Таким образом, исходя из принципа получения «нижней оценки»  $\Delta T_{мпн}$ , следует в качестве исходных данных использовать  $P(t)$ . В тоже время, в ТЗ обычно нормируют  $T_0$ , что заведомо приведет к получению завышенной оценки  $\Delta T_{мпн}$  ЭИП.

Выход из этой ситуации может быть найден, если вместо показателей безотказности ЭИП, к которым относится  $T_0$ , использовать показатели долговечности, также нормируемые в ТЗ. Т.к. ЭИП характеризуется циклическим режимом применения, то показателем их долговечности должен быть показатель типа «срок службы». Кроме того, проведя аналогию между поверкой (калибровкой) ЭИП и ремонтом ЭС и принимая во внимание, что по истечении МПИ ЭИП должен быть выведен из эксплуатации независимо от его технического состояния, то это позволяет однозначно определить показатель долговечности ЭИП - назначенный срок службы до ремонта ( $T_{сл.н.р}$ ), который будет численно равен  $\Delta T_{мпн}$ .

В соответствии с [4]  $T_{сл.н.р}$  определяют как:

$$T_{сл.н.р} = n \cdot T_{сл.\gamma p},$$

где:  $n$  - часть, которую должен составлять  $T_{сл.н.р}$  от  $T_{сл.\gamma p}$ ;  $T_{сл.\gamma p}$  - гамма-процентный срок службы ЭИП до ремонта;  $\gamma$  - доверительная вероятность (по ГОСТ 27.003 [6]  $n = 0,9$ ,  $\gamma = 0,98$ ).

Методики расчета показателей долговечности ЭС приведены в [5]. Рассмотрим возможность применения этих методик для оценки первоначального значения МПИ по данным, приведенным в пункте А4 [1] для аттенюатора АСО-3М.

Значение гамма-процентного ресурса резисторов для  $\gamma_1 = 0,98$  получим с использованием формулы, приведенной в [5]:

$$T_{p,\gamma_1} = \frac{(1 - 0,15 \cdot \chi_1)}{(1 - 0,15 \cdot \chi)} \cdot T_{p,\gamma} (TY) = 49777,8 \text{ ч.},$$

где:  $\chi, \chi_1$  - квантили стандартного нормального распределения  $\Phi(\chi)$ , соответствующие вероятностям  $\gamma$  и  $\gamma_1$ .

Т.к. для всех резисторов коэффициенты интенсивности эксплуатации и коэффициенты нагрузки равны 1, то:

$$T_{сл.н.р} = 0,9 \cdot 49777,8 = 44800 \text{ ч.}$$

Таким образом, первоначальное значение  $\Delta T_{\text{МПИ}}$  аттенюатора АСО-3М, рассчитанное по методике [5] составило 5,1 лет. Поскольку в пункте А4 [1] для аттенюатора типа АСО-3М значения  $\Delta T_{\text{МПИ}}$  не приведено, а приведена лишь итоговая формула для его определения и сказано, что  $\Delta T_{\text{МПИ}}$  находят из условия:

$$\Delta T_{\text{МПИ}} = \max(t),$$

где  $t$  должно удовлетворять неравенству:

$$P(t) \geq P_{\text{м.и}}^* = 0,9. \quad (2)$$

Найдем значение  $P(t)$  для  $t = 1,31 \cdot 10^6$  ч.:

$$P(t) = \Phi(1,3) - \Phi(-5,71) = 0,9032.$$

Т.к.  $P(t = 1,31 \cdot 10^6)$  удовлетворяет неравенству (2) и его можно считать минимальным (т.к.  $P = 0,9032$  превышает  $P_{\text{м.и}}^* = 0,9$  менее, чем на 0,4%), то в соответствии с методикой пункта А4 [1] следует принять  $\Delta T_{\text{МПИ}} = t = 1,31 \cdot 10^6$  ч. (или 149,5 лет)! Такой результат также вызывает определенные сомнения в адекватности методики расчета первоначальных значений МПИ, приведенной в пункте А4 [1].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что методики, приведенные в [1] малоприспособны для расчета первоначальных значений МПИ электронных измерительных приборов по их нормируемым показателям безотказности. Поэтому для таких СИ при оценке первоначальных значений МПИ следует применять показатели долговечности, а именно назначенный срок службы до ремонта. Такие показатели будут применяться и для обоснования выбора МПИ ЭИП, входящих в состав Информационно-измерительной системы, позволяющей формировать тепловые поля печатных узлов ЭС по данным, полученным от термодатчиков [6].

Вместе с тем необходимо отметить, что и методики расчета показателей долговечности, приведенные в [5], не лишены недостатков, причем некоторые аспекты повышения точности и достоверности этих методик рассмотрены в работах [7, 8]

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00422).

### Литература

1. РМГ 74-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений.
2. Ченцова С.В. Расчет первичного межповерочного интервала по нормируемым показателям надежности средства измерений. / Современные техника и технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - с. 141-142.
3. ОСТ 4Г0.012.242-84. Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчета показателей надежности.
4. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
5. ОСТ 4.012.013-84. Аппаратура радиоэлектронная. Определение показателей долговечности.
6. Аминев Д.А., Манохин А.И., Семенов А.Н., Увайсов С.У. Метод расчета погрешностей измерений температур электрорадиоэлементов печатного узла. / Измерительная техника. - 2015. - № 5. - с. 45-47.
7. Жаднов В.В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем. / Надежность и качество сложных систем. - 2014. - № 2. - с. 65-73.
8. Карапузов М.А., Полесский С.Н., Жаднов В.В. Влияние внешних воздействующих факторов на долговечность СВЧ-устройств. / Т-Сопт: Телекоммуникации и транспорт. - 2014. - № 12. - с. 29-31.

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ТЕПЛОВИДЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛА МОЩНОГО МОП-ТРАНЗИСТОРА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЕГО ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ

Болдарев Б.М., Харитонов И.А.  
Москва, НИУ ВШЭ, МИЭМ

Рассмотрено использование методов тепловидения для анализа температуры кристалла мощного МОП-транзистора. Результаты анализа использованы для расчета параметров его тепловой эквивалентной схемы. Даны рекомендации по учету рассеиваемой мощности при переходном процессе для более точного расчета параметров тепловой цепи. Приведено сравнение результатов измерения температуры кристалла МОП-транзистора и моделирования в среде SPICE с использованием полученной модели.

### Application of infrared camera for thermal analysis power MOSFET chip and calculation of the parameters of its thermal equivalent circuit. Boldarev B.M., Kharitonov I.A.

The report presents the results of infrared (IR) camera application for analysis of thermal fields of power MOSFET chip. The results were used for the MOSFET thermal circuit parameters definition. The results of SPICE-modeling of the MOSFET chip temperature were in good agreement with the IR measurement results.

Мощные МОП-транзисторы широко используются как ключевые элементы в силовой электронике и различных радиоэлектронных устройствах. При их переключении происходит рассеивание значительной мощности, приводящей к их нагреву. Анализ выхода из строя силовых МОП-транзисторов показывает, что основной причиной является перегрев. Поэтому расчет температуры кристалла транзистора для разных режимов работы является необходимым этапом проектирования устройств силовой электроники. При этом необходим как учет рассеивания мощности на всех стадиях переключения, так и получение информации о температуре активных областей кристалла транзистора. Сложность получения температуры кристалла связана с тем, что он находится в корпусе транзистора и температура кристалла обычно заметно выше, чем температура корпуса.

Для анализа температуры кристаллов транзисторов целесообразно использовать средства тепловидения, обеспечив доступ к полупроводниковому кристаллу.

В данной работе объектом исследования стал МОП-транзистор 2P7163A в металло-керамическом корпусе, с которого предварительно была демонтирована металлическая крышка, чтобы получить визуальный доступ к кристаллу транзистора. Транзистор работал в режиме ключа, на затвор подавались прямоугольные импульсы с частотой от 100 Гц до 10 кГц с разным соотношением (D) длительности импульса к его периоду. С помощью тепловизионной установки FLIR A40 в динамике регистрировалась температура кристалла транзистора (см. рис. 1).

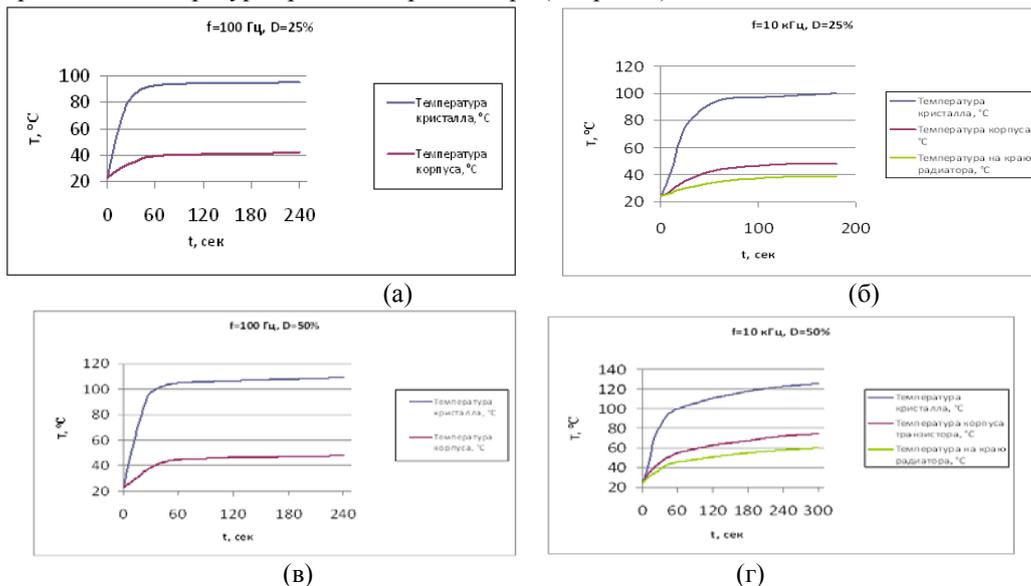


Рис. 1 Измеренные с помощью тепловизора значения температуры кристалла и корпуса МОП транзистора в динамике при работе на частоте 100 Гц (слева) и 10 кГц (справа). Коэффициент заполнения  $D$  равен 25% (а-б) и 50% (в-г).

При испытании на частоте 10 кГц транзистор был установлен на радиатор, чтобы улучшить отвод тепла.

Расчет рассеиваемой мощности выполнялся на основании полученных осциллограмм тока через транзистор и напряжения на нем в процессе переключения (рис. 2).

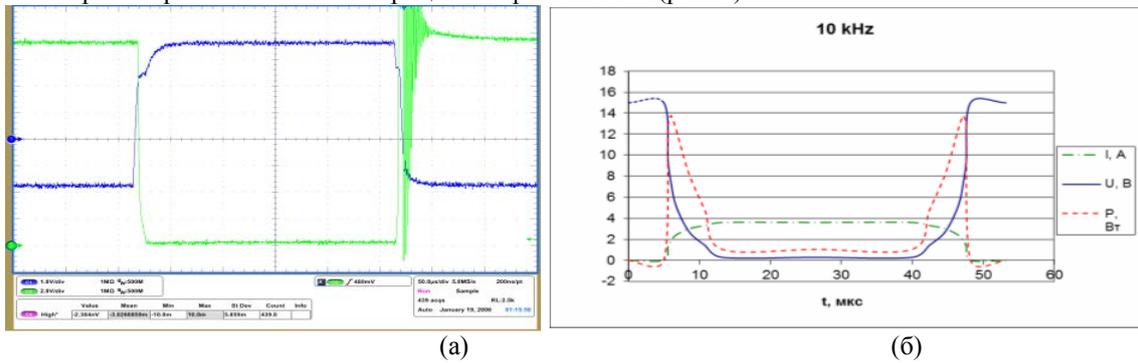


Рис. 2 Осциллограмма падения напряжения на транзисторе  $U_{DS}$  (а) (показана зеленым цветом) при частоте управляющего сигнала 10 кГц, коэффициенте заполнения 25% и рассчитанные зависимости (б) тока стока, напряжения сток-исток и рассеиваемой на транзисторе мощности от времени.

Как видно из приведенных графиков, в открытом состоянии транзистор рассеивает незначительную мощность. В момент переключения транзистора в нем рассеивается большая мощность, пики достигли 14 Вт.

Тепловая схема транзистора на радиаторе приведена на рис. 3. Параметры тепловой схемы рассчитываем согласно равенствам (1-3)

$$T_{junction} = T_{case} + P \cdot R_{j-c}, \quad (1)$$

$$T_{case} = T_{heats} + P \cdot R_{c-h}, \quad (2)$$

$$T_{heats} = T_{ambient} + P \cdot R_{h-a}, \quad (3)$$

где  $T_{junction}$ ,  $T_{case}$ ,  $T_{heats}$ ,  $T_{ambient}$  – температуры, соответственно, кристалла, корпуса, радиатора, окружающей среды. Тепловые сопротивления  $R$  и емкости  $C$  с теми же индексами относятся к тем же точкам схемы.

Суммарное тепловое сопротивление всей тепловой схемы определялось, исходя из измеренных значений температуры в характерных точках схемы; значения тепловых емкостей определялись из параметров переходных процессов температуры в характерных точках схемы. Мощность  $P$  задавалась, как показано на рисунке 2 (б). Результаты расчетов в SPICE температур кристалла, корпуса и радиатора приведены на рис. 4.

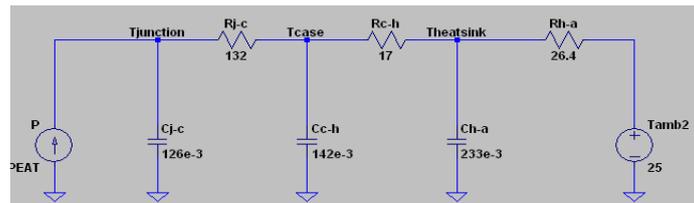


Рис. 3 Тепловая схема мощного МОП-транзистора.

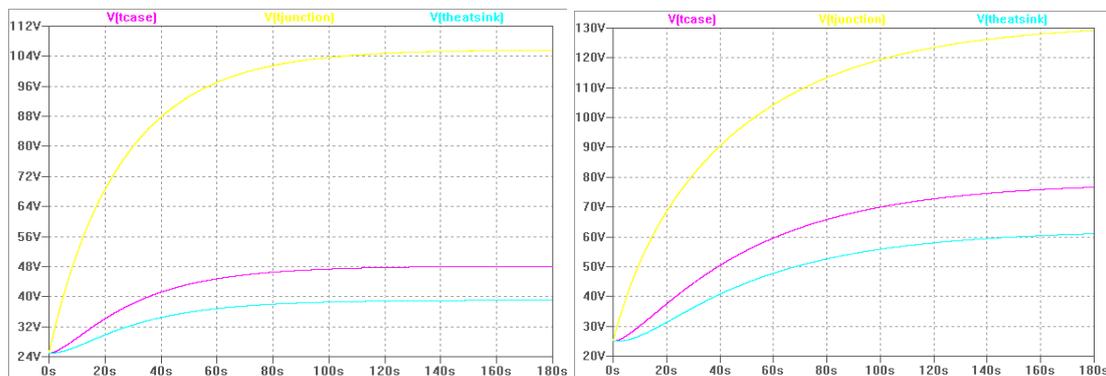


Рис. 4. Результаты моделирования значений температуры кристалла, корпуса и радиатора транзистора при частоте сигнала 10 кГц, коэффициенте заполнения 25% (слева) и 50% (справа).

### **Выводы**

Использование методов тепловизионного анализа дало возможность исследовать температуру кристалла мощного транзистора, что повысило точность определения параметров его тепловой схемы.

Обычно, при расчете рассеиваемой мощности в МОП-ключе пренебрегают мощностью во время переключения. Наши результаты показали, что в ростом частоты сигнала доля мощности во время переключения возрастает и ее нельзя пренебречь. Например, мощность, рассеиваемая в транзисторе, работающем на частоте 10 кГц в два раза больше, чем мощность, для частоты 100 Гц, при равных других параметрах сигнала.

Полученные результаты моделирования температуры имеют допустимую погрешность (до 5%) относительно экспериментальных данных.

### **Литература**

1. Руководство от производителя Semikron по мощным полупроводниковым устройствам – [www.semikron.com/](http://www.semikron.com/).
2. Fundamentals of Thermal Resistance Measurement - Dr. John W. Sofia – 1995.
3. Thermal Modeling of Power-electronic Systems – Dr. Martin Marz.

## **ВНЕДРЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО АВАТАРА В СРЕДУ ВИРТУАЛЬНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СТУДИИ**

Сединин В.И., Skorobogatov P.Ю.  
*Новосибирск, СибГУТИ*

В статье рассматривается методика внедрения виртуального персонажа в среду виртуальной телевизионной студии (ВТС) с дублированием движений от реального актера. Рассматриваются методы создания видеоролика с трехмерным аватаром. Показано, что Kinect второго поколения имеет значительно более качественные характеристики по сравнению с первым поколением. Приведены параметры оборудования, которые отвечают современным требованиям телеиндустрии.

Ключевые слова: Kinect, 3d, виртуальная телевизионная студия, рендер, виртуальная реальность, дополненная реальность.

### **Introduction virtual characters in the space of TV studios. Sedinin V., Skorobogatov R.**

The article describes a technique for introducing a virtual character in a virtual television studio (VTS) with overlapping movements of real actors. Methods of creating video with a three-dimensional avatar. It is shown that the second generation Kinect has significantly better specifications compared to the first generation. The parameters of the equipment that meet modern requirements of the industry body.

Keywords: Kinect, 3d, virtual TV studio, rendering, virtual reality, augmented reality.

В последнее время телевидение переживает бурный рост. Трансляции таких важных событий как зимняя Олимпиада 2014 года в Сочи, чемпионаты мира по футболу и хоккею, которые пройдут в России в ближайшем будущем, требуют не только всестороннего обзора от команды работников, осуществляющих непосредственную трансляцию во время проведения матчей и соревнований, но также дополнительную работу в телевизионной студии: освещение состояния игроков, разбора матчей и многое другое связанное с основным событием. Также для каждого крупного спортивного мероприятия разрабатывается свой персонаж-талисман, который создается как в графическом исполнении – двухмерный рисунок, так и в 3D-формате.

Для ускорения и удешевления решения этих задач были разработаны виртуальные телевизионные студии (ВТС) [1] с интерактивной составляющей. Однако при появлении виртуального персонажа в студии телеведущий взаимодействовать с ним не может, что делает показ телевизионной картинки "искусственным" для зрителя.

В качестве решения данной проблемы была разработана методика дополнения виртуальной студии компании СофтЛабНск «Фокус» [2] управляемым виртуальным персонажем.

Процесс создания видеоролика с персонажной анимацией представлен блок-схемой (рисунок 1):

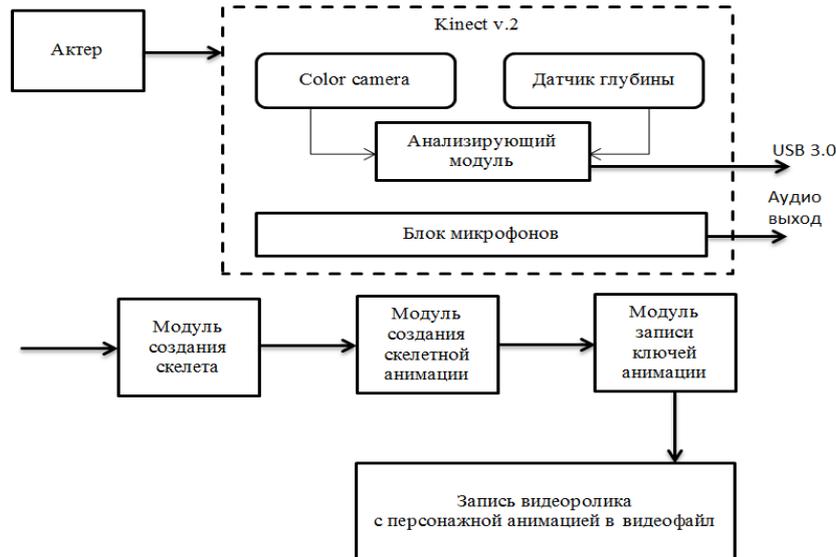


Рис. 1. Блок-схема создания видеоролика с персонажной анимацией

Первоначально актер перед kinect [3,4] совершает движение, тем самым включая процесс записи в видеокамере и сканирование помещения датчиком глубины в ИК-диапазоне. После того как датчик глубины начинает принимать искаженный сигнал анализирующий модуль определяет перед устройством человека. Далее запускается модуль отвечающий за дублирование скелета с актера виртуальному персонажу. Как только произошла синхронизация скелета, данные начинают записываться в программу в виде последовательности ключевых кадров. Данный метод позволяет программно устанавливать промежуток между ключами, следовательно, чем он больше, тем менее реалистично передаются движения, но в то же время снижается нагрузка на вычислительные мощности компьютера. В завершении, последовательность движений сохраняется в видеофайл, в который отдельной дорожкой записывается звук с блока микрофонов находящемся в устройстве.

Данный метод создания анимации может быть изображен в виде многократно повторяющейся циклической схемы (рисунок 2):

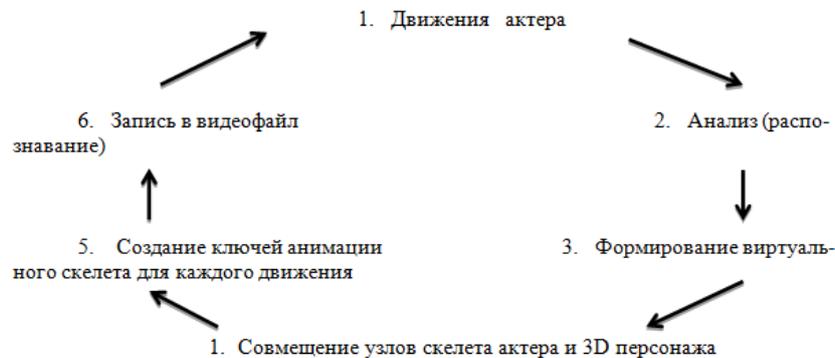


Рис. 2. Цикл создания скелетной анимации

Данная схема может быть продублирована для большего количества персонажей. Технические ограничения позволяют использовать до 6 аватаров одновременно.

Программа начинает работать при выполнении следующего условия:

$$|S_1| = |S_2|, \tag{1}$$

где  $|S_1|$  – трехмерная матрица описывающая узлы (суставы) скелета реального актера;

$|S_2|$  – трехмерная матрица описывающая узлы скелета 3D персонажа.

Таким образом, создание скелетной анимации происходит по следующей формуле:

$$|A_0| = |S_{10}| = |S_{20}|, \tag{2}$$

где  $|A_0|$  – нулевое значение матрицы анимации, соответствующая моменту времени, когда программа синхронизировала значения матриц со значениями виртуального скелета и скелета реального человека;

$|S_{10}|$  - трехмерная матрица описывающая узлы скелета реального актера в начальный момент времени – 0 кадр;

$|S_{20}|$  - трехмерная матрица описывающая узлы скелета 3D персонажа в начальный момент времени – 0 кадр.

Цикл получения матрицы для первого кадра анимации происходит по формуле:

$$|A_1| = |S_{20}| + \Delta|S_{11}|, \quad (3)$$

где  $|A_1|$  – значение матрицы анимации для первого кадра анимации;

$|S_{11}|$  - трехмерная матрица описывающая узлы скелета реального актера в первом кадре.

В результате получаем:

$$|A_1| = |S_{21}|, \quad (4)$$

где  $|S_{21}|$  - трехмерная матрица описывающая узлы скелета 3D персонажа в первом кадре.

Данный цикл может быть повторен для n-го количества движений, при условии достаточного количества места на жестком диске компьютера, по следующей формуле:

$$|A_n| = |S_{2n}| + \Delta|S_{1(n+1)}|, \quad (5)$$

где n задает номер кадра.

Таким образом, качество анимации зависит от величины  $\Delta$ , которую можно программно увеличивать или уменьшать в соответствии с требуемым качеством и возможностями вычислительных мощностей оборудования, используемого для просчета входных данных.

#### Литература

1. Broadcast Technology, №21 // New Video Production Techniques for Virtual Studios, 2005.
2. Сайт <http://d-graphica.ru/mediawiki/>.
3. Greg Duncan. TUIO based multitouchKinect (SDK V1.0) for Windows7, 2012.
4. Сайт <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn785530.aspx>

### ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ И ТОЧНОСТИ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В СПУТНИКО-КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЗОНДИРОВАНИЯ И СВЯЗИ

Шпак А.В., Берикашвили В.Ш., Нефедов В.И., Дементьев А.Н., Викторов А.С.  
*Москва, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА)*

Рассмотрены особенности преобразования сигналов и создания высокоскоростных и точных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) в малогабаритных спутнико-космических системах зондирования и связи. Предлагается схема параллельной оцифровки восьмиразрядным кодом с помощью двух быстродействующих 4-разрядных АЦП для оцифровки быстро протекающих процессов в радиотехнических и телекоммуникационных устройствах, предназначенных для передачи, приема, извлечения и обработки информации (радиолокация, радионавигация, телевидение, космическое зондирование, спутниковая и подвижная связь, многоканальная передача данных).

**Improve performance and accuracy of the analog-to-digital signal conversion in the satellite space systems sensing and communications. Shpak A.V., Berikashvili V.S., Nefedov V.I., Dementiev A.N., Viktorov A.S.**

The features of signal conversion and the creation of high-speed and accurate analog-to-digital converters (ADC) in small satellites and space systems, sensing and communications. The scheme of parallel digitizing Key octet code with the help of two high-speed 4-bit ADC to digitize fast processes in radio engineering and telecommunications-tion devices for transmitting, receiving, retrieving and processing of information (radar, radio navigation, satellite, space probe , satellite and mobile communications, multi-channel data).

Задача повышения точности и быстродействия измерений и передачи информации в различных областях науки и промышленности является в настоящее время весьма актуальной. Развитие измерительной и вычислительной техники позволяет удовлетворить требования повышения точности и быстродействия. Сейчас цифровая обработка сигналов все широко используется в средствах связи и телекоммуникаций, различных радиотехнических системах передачи и извлечения информации и измерительной технике. Основное преимущество цифровых средств сбора и обработки данных, по сравнению с аналоговыми, – универсальность и возможность создавать в рамках одной аппаратной платформы набор устройств, способных изменять выполняемые функции посредством обновления программного обеспечения. Так как физические величины имеют чаще всего аналоговый характер, одна из важнейших задач современной цифровой технологии – преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму. Поэтому развитие и расширение областей применения цифровых систем обработки сигнала невозможно без развития АЦП. Практическая реализация схем АЦП может быть выполнена на основе одной или нескольких микросхем в зависимости от используемой серии микросхемы и характеристик преобразователя (разрядности, быстродействия и т. д.).

Совершенствование таких средств, в свою очередь, идет как по пути увеличения быстродействия преобразователей и полосы частот преобразуемых сигналов, так и по пути увеличения динамического диапазона, чувствительности и точности АЦП. Особый интерес к быстродействующим АЦП с большим динамическим диапазоном обусловлен тем, что во многих телекоммуникационных и радиотехнических системах все чаще требуются схемы оцифровки сигналов высокой частоты. Активно развиваются также их широкополосные приложения. В большинстве этих приложений важно, чтобы преобразователь имел высокую чувствительность и широкий динамический диапазон для одновременной регистрации сильных и слабых сигналов [1-3].

В настоящее время известно большое число методов преобразования напряжение – цифровой код. Эти методы существенно отличаются друг от друга потенциальной точностью, скоростью преобразования и сложностью аппаратной реализации. Все многообразие АЦП можно разделить на группы, объединенные общими технологией, схемотехникой и методом преобразования, близкими точностными, динамическими или эксплуатационными параметрами, причем эти группы могут пересекаться, т.е. включать общие элементы.

По методам обработки сигналов выделяются следующие АЦП:

- параллельные (быстродействующие, много компараторов, дорогие, сложные, потребляют много электроэнергии – до 10 Вт)
- последовательного приближения (медленные);
- следящие (медленные);
- преобразователи напряжение-частота (медленные);
- сигма-дельта (медленные).

Наиболее быстродействующими являются 4-х разрядные параллельные АЦП. Они обеспечивают обработку радиосигналов с частотой до 1 ГГц, но у них низкая точность воспроизведения (большая ошибка квантования). Приемлемую точность оцифровки дают 8-разрядные АЦП (0,7 %), но у них резко снижается скорость преобразования хотя современные преобразователи уже позволяют обрабатывать процессы с частотой до 500 МГц.

Повышение скорости и точности оцифровки имеет ряд противоречий. Для высокой точности и разрядности АЦП требуется большое время обработки. Увеличение точности приводит к уменьшению шага квантования и ведет к увеличению количества шагов сравнения на компараторе. Процесс оцифровки сильно замедляется. Это недостаток всех медленных АЦП последовательного действия.

Повышение разрядности АЦП параллельного типа увеличивает количество компараторов на каждой градации напряжения квантования. Это позволяет ускорить обработку сигналов и увеличить предельную частоту обрабатываемых сигналов. Увеличение количества компараторов и диапазона входного напряжения ограничивается пробивным напряжением транзисторов в микросхемах. Кроме того, граничная частота усиления транзисторов в общем случае обратно пропорциональна пробивным напряжениям. С уменьшением шага квантования увеличиваются требования к точности изготовления компонентов для получения необходимых параметров, такие как интегральная и дифференциальная нелинейность полупроводниковых приборов.

На основе анализа методов обработки радиотехнических сигналов в современных АЦП были рассмотрены и предложены подходы к повышению их быстродействия и разрядности.

Они сводятся к ряду следующих направлений:

- создание методик многопараметрической параллельной цифровой обработки сигналов;
- оптимизация числа компараторов при оцифровке;
- использование информации о не стационарности сигналов на ограниченном временном отрезке;

• использование методов аппроксимации и экстраполяции функций, описывающих сигналы, при прогнозировании развития процесса для детальной оцифровки в малых разрядах.

На основе теоретических и экспериментальных исследований предложена упрощенная структурная схема высокоскоростного 8-ми разрядного АЦП, на базе двух 4-х разрядных АЦП, приведенная на рис 1.

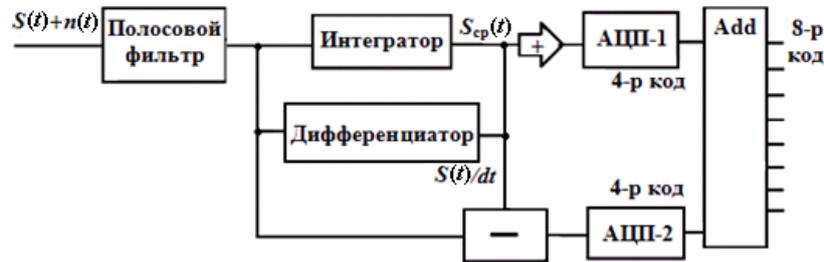


Рис. 1. Структурная схема быстродействующего 8-ми разрядного АЦП

В представленной структурной схеме использованы следующие обозначения величин:  $S(t)$  – сигнал для оцифровки,  $S(t)+n(t)$  – входной сигнал с помехами,  $S_{cp}(t)$  – среднее значение сигнала,  $dS(t)/dt$  – первая производная сигнала.

Экстраполяционный выходной сигнал определяется по формуле

$$S_y(t) = S_{нб}(t) + \frac{dS(t)}{dt}.$$

Устройство работает следующим образом. Преобразуемый сигнал с помехами поступает на вход полосового фильтра, где устраняются низкочастотные и высокочастотные помехи. Далее сигнал поступает на вход интегратора и дифференциатора. На выходе формируется суммарный экстраполяционный сигнал, подаваемый на вход АЦП-1. Разностный сигнал между основным и экстраполяционным сигналами подается на вход АЦП-2. Оцифрованные 4-х разрядные сигналы складываются в двоичном сумматоре, причем код АЦП-1 сдвигается влево на 4 разряда.

Особенность данной схемы в том, что вначале сигнал обрабатывается в аналоговой схеме, а оцифровка ведется параллельно в двух 4-х разрядных АЦП, что обеспечивает высокую скорость обработки.

Работа данной схемы проверялась методом математического моделирования в среде «Matlab Simulink». Результаты моделирования показали возможности работы схемы и ее частотные характеристики. Схема проверялась на влияние помех в сигнале с разным уровнем отношения «сигнал-шум». В настоящее время идет разработка макета предлагаемого АЦП.

Предлагаемая схема преобразования может быть применена для высокоточных 10 и 12 разрядных АЦП, предназначенных для обработки высокочастотных сигналов с большим динамическим диапазоном амплитуд.

#### Литература

1. Аналогово-цифровое преобразование. Ред. Уолт Кестер. -М: Техносфера, 2007.
2. Hank Zumbahlen, «Linear Circuit Design Handbook», Analog Device, 2008.
3. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи. –М.: Высшая школа, 2009 г. 735 с.
4. Product data sheet, «74LVC4066 Quad bilateral switch», Rev. 4 - 24 November, 2010, NXP Semiconductors.
5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. /Учебное пособие для вузов: -2-е издание, переработанное и дополненное/. -СПб: БХВ - Петербург, 2005. - 800с.

#### СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ

Прошин А.А., Куйшибаев Т.З., Горячев Н.В.  
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Данная статья представляет собой краткий обзор авиационной системы электроснабжения. Рассмотрены основные компоненты, обеспечивающие это.

**Modern aircraft power system. A.A. Proshin, T.Z. Kushibaev, N.V. Goryachev**

This article is a brief review of the aircraft power supply system. The main components that provide it.

Первые самолеты были достаточно примитивны. Взяв, к примеру, тот же всем известный «Флайер-1» братьев Райт (рис. 1).

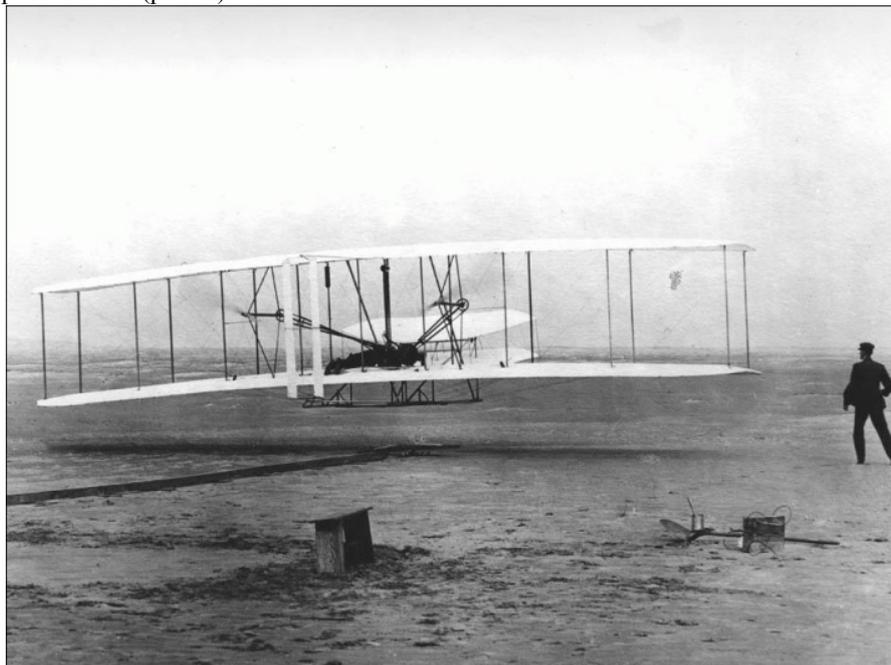


Рис. 1. Самолет «Флайер-1»

Из фотографии даже несведущему в теме человеку сразу становится понятно, что это был аппарат весьма простой конструкции. Он не имел на борту шасси и получал начальное ускорение при помощи простейшей катапульты. Этот самолет (вернее, аэроплан) можно смело отнести к первому поколению оных. Да, у него был двигатель внутреннего сгорания собственной конструкции, да, он был построен и летал по всем правилам аэродинамики, но это был все-таки простейший летательный аппарат, которым в наши дни никого уже не удивишь. То же самое можно сказать и о самолете Можайского (рис. 2).

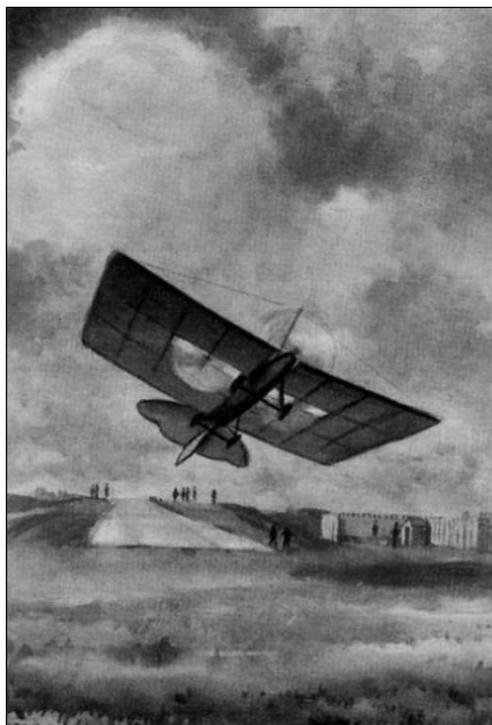


Рис. 2. Самолет Можайского

Но это истоки. Не будь их, кто знает какими были бы самолеты сейчас, как бы выглядели и как летали... Так давайте же взглянем на современных представителей этих прекрасных средств передвижения.

Современные самолеты представляют собой куда более сложную конструкцию из множества составных частей. Грузоподъемность их исчисляется сотнями тонн, а размеры некоторых потрясают воображение (рис. 3).



Рис. 3. Ан-225 «Мрия» грузоподъемностью свыше 200 тонн

Разумеется, всем этим великолепием нужно как-то управлять. И чем больше «примочек» обретали самолеты, тем сложнее становилось координировать их работу. Тут-то на помощь и пришла электроника. Да, современные самолеты целиком зависят от электроники, с ее помощью осуществляется управление любым из компонентов. Хорошо это или нет – время покажет, будущее не предопределено. Джеймс Кэмерон уже высказал свое предположение на этот счет около тридцати лет назад. Как бы то ни было, сейчас электроника стоит во главе угла. А что нужно для ее работы? Электроэнергия. Эту-то тему и хотелось бы поподробнее затронуть в данной статье.

Как и в любой другой сфере промышленности, на самолетах, для обеспечения их электроэнергией, в качестве первичных источников тока используются генераторы (рис. 4), зачастую по несколько штук на борту.



Рис. 4. Авиационный генератор ГС-18М

Их суммарная мощность колеблется в пределах от 20 до 600 кВт и более, для небольших и более тяжелых самолетов, соответственно. По принципу действия, авиационные генераторы ничем не отличаются от своих наземных аналогов, но имеют ряд особенностей, а именно: уменьшенные вес и габариты, принудительное охлаждение, использование высококачественных материалов, защита от всевозможных видов вредных воздействий (вибрация, ускорение, перепады температуры, давления и т.д.) [1-3].

Стабильная работа и надежность системы электроснабжения на самолете является одним из основных факторов безопасного полета. Это достигается, в первую очередь, наличием на борту резервных (аварийных) источников питания, к коим относятся аккумуляторные батареи, тоже относящиеся к первичным источникам. В условиях нормального полета бортовую сеть питает генератор. При его отказе или нехватке мощности вследствие аварийной ситуации в дело вступают аккумуляторы

(рис. 5). Они питают только самые важные части самолета, без которых невозможна безопасная посадка и проведение ремонтных работ.



Рис. 5. Аккумуляторная батарея 12САМ-28

В качестве вторичных источников питания применяются преобразователи тока (рис. 6). Электромашинный преобразователь представляет собой агрегат, состоящий из электродвигателя постоянного тока и генератора переменного тока (иногда двух), механически закреплённых на одном валу. Принцип действия такого преобразователя основан на двукратном преобразовании электрической энергии в электрических машинах — двигателе и генераторе.



Рис. 6. Электромашинный преобразователь на три киловатта

Для защиты системы электроснабжения применяются разнообразные приборы (предохранители, автоматы защиты сети, различные реле, трансформаторы тока). От исправной работы всех частей этой системы зависит жизнь сотен пассажиров и безопасность перевозимого груза, поэтому на борту каждого самолета всегда присутствует специалист или специалисты по обслуживанию электрооборудования.

#### Литература

1. Лапшин Э. В. Методы аппроксимации функций многих переменных авиационных комплексов / Э. В. Лапшин // Надежность и качество сложных систем. — 2013. — №4. — С. 14-20.
2. Халютин С. П. К оценке объёма энергии для полностью электрического самолета / С. П. Халютин // Труды международного симпозиума надежность и качество. — 2015. — №2. — С. 85-87.
- 3/ Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

#### ЗАЩИТА КАБИНЫ ПИЛОТА САМОЛЕТА AIRBUS A320

Прошин А.А., \*Апендин М.А., Горячев Н.В.

*ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», \*Казахстан, г. Актобе, Военный институт Сил воздушной обороны Республики Казахстан им. Т.Я. Бегельдинова*

После трагических событий 11 сентября 2001 года производителями самолетов был кардинально пересмотрен подход к обеспечению защиты кабины пилота. В данной статье дан краткий обзор средств, обеспечивающих это на примере самолета Airbus A320.

#### **Protection cockpit airplane Airbus A320. Proshin A., Apendin M., Goryachev N.**

Following the tragic events of September 11, 2001 aircraft manufacturers was fundamentally revised approach to the protection of the cockpit. This article gives a brief overview of the tools to ensure this in the example of the aircraft Airbus A320.

Все мы помним печальные события 11 сентября 2001 года, иногда именуемые просто 9/11 (обратите внимание на сходство сокращения с номером экстренной службы помощи Америки, довольно любопытно). В тот роковой день девятнадцать террористами-смертниками, относящимися к террористической организации «Аль-Каида», было захвачено четыре рейсовых авиалайнера, перевозящих простых мирных жителей. Для этого они разделились на четыре группы, в каждой из которых имелся специально обученный человек, прошедший начальный курс подготовки летному делу.

Из этих четырех самолетов два были направлены в башни Всемирного торгового центра, которые мы лучше знаем по названию «башни-близнецы» (рис. 1), так как они были похожи друг на друга как две капли воды.



Рис. 1. «Башни-близнецы» непосредственно после ударов

В северную башню врезался самолёт Боинг 767-200, рейс *11 American Airlines*, а в южную был направлен самолет той же марки, но рейса *175 United Airlines*. Третий самолет марки Боинг 757-200 и рейса *77 American Airlines* был обрушен на здание Пентагона. Четвертый же (Боинг 757—200, *93 United Airlines*) злоумышленникам не удалось направить туда, куда они хотели (что бы это ни было) и он рухнул в юго-западной части штата Пенсильвания, примерно в 240 км от Вашингтона. Предполагается, что падение в этом месте обусловлено попытками сопротивления, оказанными пассажирами и членами экипажа. Но, несмотря на это, самолет все же потерпел крушение, унеся за собой множество жизней ни в чем не повинных граждан.

По подсчетам специалистов в результате всех четырех террористических актов погибло, помимо самих 19 смертников, 2977 человек, еще 24 пропали без вести. Практически все эти несчастные были гражданскими лицами и летели каждый по своим делам, кто-то по работе, кто-то из туристических сообщений, кто-то хотел просто навестить свою маму. И никто из них не мог помыслить, что назад, на землю, им уже не ступить и больше никогда не увидеть своих близких. Невозможно подобрать слов, чтобы выразить насколько это ужасно. И можно долго гадать, что стало причиной захвата, недостаточная ли бдительность экипажа или безупречная подготовка террористов, но после этого случая один аспект на пассажирских авиалайнерах был подвергнут серьезному улучшению, а именно: производители самолетов значительно усилили защиту кабин пилотов. Давайте вкратце рассмотрим, из чего же она состоит, на примере самолета Airbus A320 (рис. 2).



Рис. 2. Пассажирский самолет Airbus A320

Начнем с того, что на входе в кабину пилота (рис. 3)



Рис. 3. Кабина пилота Airbus A320

установлена массивная пуленепробиваемая дверь (рис. 4), с глазком (тоже защищенным) и целым арсеналом электрических замков.



Рис. 4. Дверь кабины пилота Airbus A320

Эта дверь всегда находится в закрытом состоянии, исключений не бывает. Для доступа в кабину, любому члену экипажа приходится проделывать определенную процедуру, заключающуюся в следующем. Если один из пилотов, отлучившийся ненадолго, или бортпроводник хотят попасть в кабину, они обязаны при помощи так называемого интерфона запросить на это разрешение у пилота, находящегося внутри. После получения оно, они должны набрать соответствующий код вызова на кодовой панели. В результате этого действия в кабине пилота раздаются два вида сигналов: звуковой и световой, пилот понимает, что войти хотят «свои» и открывает дверь при помощи специального переключателя, находящегося между кресел. Если в процессе получения доступа не было проведено какое-либо из необходимых действий, пилот не откроет дверь до тех пор, пока все не будет выполнено надлежащим образом.

Пилоты тоже люди, с ними всякое может случиться. Они могут потерять сознание от перенапряжения или попросту уснуть. Разумеется, это неприемлемо и непростительно, но случиться может что угодно. На этот случай у команды так же предусмотрен специальный код. При его вводе сигналы в кабине работают 30 секунд. Если пилот задремал, то от этого он проснется и выключит сигналы, после чего доступ в кабину можно будет получить стандартным способом, но только спустя пять минут, причем пилот вправе снова отказать. Если же ему на самом деле стало плохо, то по истечении 30 секунд, дверь откроется автоматически.

Как видите, средства защиты довольно неплохи и могут, в случае необходимости, сдерживать попытки нежелательных лиц проникнуть внутрь. Конечно, всегда есть вероятность взятия членов экипажа в заложники и принуждение их к запросу входа, но давайте не будем об этом, а просто порадуемся, что хоть такие меры безопасности на самолетах теперь в наличии. Лучше такие, чем вообще никаких, как было ранее.

На этом, пожалуй, можно закончить, больше сказать нечего. Разве что, в Америке, например, действует закон, по которому пилот не имеет права оставаться в кабине один. Если какой-то из пилотов решил по необходимости на время покинуть кабину, то его место обязан занять бортпроводник. В Европе, к сожалению, такого правила пока нет, что печально, ведь всегда есть вероятность подкупа или шантажа пилота, в результате чего тот может решить намеренно направить самолет к земле, что и случилось 24 марта 2015 года. В этот день упал рассматриваемый в данной статье самолет Airbus A320-211, летевший рейсом 4U 9525, Барселона – Дюссельдорф. В результате катастрофы погибли все 150 человек, находившиеся на борту. Так что защита защитой, это все хорошо (новые технологии и прочее), но от человеческого фактора, увы, никуда не денешься [1,2].

### Литература

1. Юрков Н.К. К проблеме обеспечения глобальной безопасности / Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 6-7.
2. Юрков Н.К. Риски отказов сложных технических систем/ Н.К. Юрков //Надежность и качество сложных систем. 2014. № 1 (5). С. 18-24.

### ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ЦИФРОВЫХ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ И НЕПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Ольхов Д.В., \*Пивкин А.В., Голушко Д. А.

г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ «Пензенский государственный университет», \*г. Саранск, ФГБОУ ВПО "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва"

Рассмотрены три основных способа задания формы и частоты сигнала, в основном периодического, при помощи микроконтролера. Данная статья не затрагивает какую-либо конкретную архитектуру, но расчет минимальных характеристик выходного сигнала производится при частоте микроконтроллера не ниже 8 МГц, как наиболее распространенной в настоящее время.

#### Features of generate a digital low-frequency periodic and non-periodic signals. Olkhov D. V., Pivkin A. V., Golushko D. A.

Three main ways to specify the form and frequency of the signal, mainly periodic, with the help of microcontroller. This article does not affect any particular architecture, but the calculation of the minimum characteristics of the output signal is produced at frequencies below 8 MHz, the most common currently.

Генерации цифровых низкочастотных периодических и непериодических сигналов важна при проведении исследований динамических характеристик электронных средств. Основные способы генерации приведены в порядке от наиболее медленного к более скоростному. Все они позволяют создавать сигналы различной частоты и формы, и с высокой точностью управлять параметрами этих сигналов, имея, в том числе, возможность быстрой перестройкой частоты.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, англ. pulse-width modulation (PWM). Рассмотрим преимущества и недостатки первого метода. *Здесь задействуется только 1 вывод микроконтроллера*, что позволяет использовать очень компактную микросхему, с минимальным числом выводов (ножек). Для получения аналогового сигнала требуется наличие сглаживающей интегрирующей цепи на выводе ШИМ (например: RC цепочка). Этот *аналоговый ФНЧ негативно влияет на форму сигнала*, использующего резкие переходы, например, на пилообразный сигнал, меандр. Потому ШИМ подходит для создания постоянного сигнала, или синусоидального, на его основе строится большинство дверных звонков с мелодиями.

Затем рассмотрим частотные характеристики сигнала. Для восьмибитного ШИМ, максимальную частоту выходного сигнала определим по формуле  $f_c = \frac{F_{\text{такт}}}{2^n}$ , где  $F_{\text{такт}}$  – тактовая частота устройства,  $n$  – разрядность ШИМ. В итоге максимальная частота сигнала равняется  $\frac{8 \text{ МГц}}{2^8} = 31,25 \text{ кГц}$ . Этого достаточно для воспроизведения 8-битного wave файла, хранящегося во внешней или внутренней памяти в том же устройстве дверного звонка. Но для расчета частоты синусоидального сигнала следует разделить частоту 31,25 кГц, на количество точек таблицы значений синуса. При дискретизации одного периода синуса в 128 значений, получаем результирующую частоту чуть более 244 Гц, что можно отнести к недостаткам или особенностям такого метода синтеза частоты. Так же к преимуществам можно отнести *относительную разгруженность микроконтроллера*, ему достаточно подготовить следующее значение фазы в соответствии с требуемой выходной частотой [1-3].

Подытожим: настраивается встроенный таймер/счетчик на режим PWM или производится его программная имитация, в регистр сравнения помещается значение из таблицы формы сигнала. Это значение собственно определяет скважность ШИМ. Так же происходит расчет следующей фазы, значение которой перезаписывается в регистр сравнения (в случае аппаратной реализации через таймер/счетчик, это происходит по завершению одного периода ШИМ). А сами уровни напряжений ШИМ, пройдя интегрирующую сглаживающую цепочку, становятся аналоговым сигналом с величиной напряжения пропорциональной значению, взятому из таблицы. Этот метод больше подходит для генерации не периодического сигнала из очень длинной таблицы, например расположенной на SD карте.

А ведь можно брать непосредственно значение из таблицы и выводить его в порт микроконтроллера, так мы, *проигрывая в количестве задействованных ножек, выигрываем в результирующей частоте*, казалось бы, в 256 раз, по сравнению с методом через восьмибитный ШИМ. Но не все так радужно, помимо заметного увеличения внешних элементов (ЦАПы, фильтры НЧ, различные ОУ, резисторы и т.д. по сравнению с простой RC цепочкой), частота увеличивается не в 256 раз, во столько раз увеличивается только скорость вывода значения из таблицы в нагрузку. Тут максимальное быстроедействие уже упирается в количество тактов, требуемых на расчет следующего значения фазы, а не на скорость вывода данных. Самый простой способ для задания частоты, предполагает использование счетчика при известном значении тактовой частоты  $F_{\text{такт}}$ . Считая значение переменной, увеличивающейся с каждой итерацией цикла, и сравнивая ее с заранее определенным значением, как раз получаем скорость выборки фазы. То есть нужно  $F_{\text{такт}}$  разделить на количество тактов, требуемых для увеличения переменной до определенного значения, вывод данных из таблицы в порт МК и обнуление переменной. Деля полученное значение на длину (количество фаз) таблицы, получаем итоговую частоту периодического сигнала. Если в качестве счетчика использовать таймер, по прерыванию которого происходит инкремент фазы и вывод значения из соответствующей ячейки таблицы в порт, то упрощается расчет, т.к. не следует учитывать такты на сравнение и инкрементирование счетной переменной, таймер это делает на аппаратном уровне, разгружая ядро микроконтроллера.

Например:  $F_{\text{такт}} = 8 \text{ МГц}$ ; длина таблицы – 256 ячеек; значение в регистре сравнения таймера/счетчика – 30, без предделителя тактовой частоты. Тогда частота сигнала равняется  $\frac{8\,000\,000}{30 \cdot 256} \approx 1041,67 \text{ Гц}$ . Теперь посмотрим, что произойдет при увеличении значения счетного регистра на единицу:  $\frac{8\,000\,000}{31 \cdot 256} \approx 1008 \text{ Гц}$ . Отсюда следует немаловажный недостаток – *высокая дискретность изменения частоты выходного сигнала*. На каждое программное увеличение частоты генератора, аналоговая частота в нашем случае увеличивается на 33,6 Гц.

Самое сложное – введения понятия аккумулятора фаз. От его разрядности зависит точность частоты и величина дискретности приращения фазы. Таким образом, появляется возможность регулирования выходной частоты в пределах долей герц. Остановимся на трехбайтном аккумуляторе фаз. При длине таблицы в 256 значений, старший байт непосредственно определяет адрес фазы, а младшие служат для более точного приращения частоты. Минувя расчеты и доказательства, ниже приведена формула:

$$\text{accum} = \frac{f_c * L * 2^n}{F_{\text{такт}}},$$

где *accum* – значение, которое будет прибавляться к фазе каждую итерацию цикла,  $f_c$  – требуемая частота,  $L$  – общее количество тактов на цикл,  $n$  – разрядность аккумулятора фаз (3 байта =  $2^{24}$ ),  $F_{\text{такт}}$  – тактовая частота микроконтроллера.

Рассчитаем минимальную величину приращения фазы из предположения, что на генерацию тратится 30 тактов (примечание: автору, на синтезирование 4х каналов генератора с управляемым сдвигом фаз между каждым каналом, потребовалось 21 такт микроконтроллера, архитектуры AVR, а для синтезирования на одноканальном генераторе, уходило 8 тактов). Самое маленькое значение аккумулятора – 1, тогда

$$f_c = 1 * 8000000 / 2^{24} / 30 \approx 0,0159 \text{ Гц}.$$

Полученное значение является шагом дискретности для приращения фазы одного периода сигнала, при рассмотренных выше условиях. Требуемую частоту подставляем в формулу для расчета аккумулятора, результат сохраняем в трехбайтное число. Каждую итерацию цикла, к трехбайтному числу значение аккумулятора и используя старший байт результата, как адрес в таблице высылает в порт данные из таблицы по полученному адресу.

Выводы.

Выборка фазы большинства форм сигналов (особенно синусоидального сигнала) может происходить даже с пропуском в несколько фаз. Таким образом, например, считывается первое значение из таблицы, затем четвертое, седьмое и так далее. Это дает существенный прирост максимальной частоты, без особого вреда для формы сигнала, но при наличии ФНЧ. Увеличение тактовой частоты ( $F_{\text{такт}}$ ) увеличивает частоту выходного сигнала, ровно как и уменьшение длины таблицы. Оптимизация кода помогает уменьшить количество тактов, следовательно, опять же повышается максимальная результирующая частота. Если требуется только использование синтезатора частоты и микроконтроллер больше ни чем не нагружен, следует отказаться от использования таймера. Вместо него использовать бесконечный цикл с одинаковой длиной всех его ветвящихся участков (примечание: для выравнивания

следует использовать пустой оператор «пор»), так мы выиграем минимум 8 тактов, а для 30 тактов на цикл таймера выигрыш в 8 тактов очень сильно повышает порог максимальной частоты синтезирования.

*Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.*

#### **Литература**

1. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.

2. Юрков, Н.К. Модуль сопряжения многоканальной виброиспытательной установки с программной средой управления исследованиями / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Голушко Д.А. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 3 (7). С. 62-66.

3. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

#### **К ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРУЖИННОГО ПОДВЕСА**

Затылкин А.В., \*Кузина Е.А., \*\*Юркова Е.М.

*ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», \*ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет приборостроения и информатики», \*\*Чешский технический университет в Праге*

#### **The problem of modeling parameters spring suspension. Zatylnkin A.V., Kuzina E.A., Yurkova E.M.**

Конструкции современных радиоэлектронных средств (РЭС), устанавливаемые на подвижных объектах, работают в условиях сложных воздействий окружающей среды. Из-за механических воздействий в бортовых РЭС происходит около 50% всех отказов, из-за климатических — около 30%, на остальные виды отказов приходится около 20%.

Дефекты возникающие в результате негативного влияния внешних механических воздействий в начальный момент эксплуатации устройств могут не сказаться на его основных характеристиках, однако электрические, температурные и механические режимы работы элементов РЭС будут нарушены, вследствие чего возрастет интенсивность отказов.

Таким образом, разработка технических средств, позволяющих повысить эффективность диагностики РЭС на устойчивость к воздействию ударов и вибраций является актуальной задачей.

На применении искусственно генерируемых механических колебаний основываются, например, вибрационные питательные устройства, уплотнители для бетона, ультразвуковые ванны для очистки деталей, пневматические дрели и другие инструменты. Вибростенды, вибраторы и другие возбудители механических колебаний находят широкое применение при исследованиях и испытаниях изделий, узлов и деталей, подвергаемых воздействию точно определенных механических колебаний с целью измерения и анализа их физической и эксплуатационной характеристики и оценки их стойкости в отношении влияний механических колебаний и ударов. Основным предположением успеха какой-либо работы, относящейся к механическим колебаниям, т. е. работы, целью которой является разработка машин и механизмов или эксплуатация и обслуживание находящегося на ходу оборудования, является точное определение параметров этих механических колебаний путем их измерения и анализа [1].

Тело считают вибрирующим, если оно совершает колебательное движение относительно опорного положения равновесия [2]. Число полных циклов движения тела за единицу времени, т. е. за с, называется частотой и выражается в единицах Гц (герц).

Движение может быть простым и содержать лишь составляющую с одной частотой, например, движение камертона, или более сложным с несколькими составляющими, развивающимися одновременно на нескольких частотах. Примером здесь может служить движение поршня двигателя внутреннего сгорания.

Встречающиеся на практике вибрации обычно являются сложными механическими колебаниями с многими составляющими на разных частотах. Следовательно, на основе лишь амплитудно - временной диаграммы нельзя определить ни число, ни частоты отдельных составляющих сложного колебательного процесса.

Отдельные составляющие сложных механических колебаний можно обнаружить и определить путем исследования зависимости их амплитуд от частоты. Разложение механических колебаний в индивидуальные частотные составляющие называется частотным анализом.

Частотный анализ является основным методом диагностики, основанием которой является исследование механических колебаний. График зависимости амплитуды или уровня определенной величины механических колебаний от частоты называется частотной спектрограммой.

Частотный анализ механических колебаний машин и механизмов нормально обнаруживает ряд выраженных частотных составляющих периодического характера, непосредственно связанных с основными движениями отдельных узлов и деталей исследуемой машины или механизма [3]. Следовательно, частотный анализ дает возможность обнаружения отдельных источников механических колебаний [4].

В настоящее время существует множество специальных устройств для измерения вибровеличин (рис. 1), позволяющих проводить вибродиагностику [5].



**BOSCH**  
Виброметр SMB380  
(цена 600 руб.)



Виброметр фирмы Polytec (цена 1,5 млн. руб.)



Виброметр фирмы TLEAD  
модель 6360 (цена 23 тыс. руб.)

Рисунок 1

Анализ существующих аналогов позволил сделать следующий вывод – их применение для частотного и модального анализа конструкций РЭС затруднено тем, что приводит либо к искажению механических параметров исследуемой системы за счет внесения в нее избыточной массы, либо они чрезвычайно дороги [6].

2 Методика расчета пружинного подвеса

Для расчёта подвеса (рис. 2) необходимо определить размеры отверстий подвеса, зная массу объекта исследований.

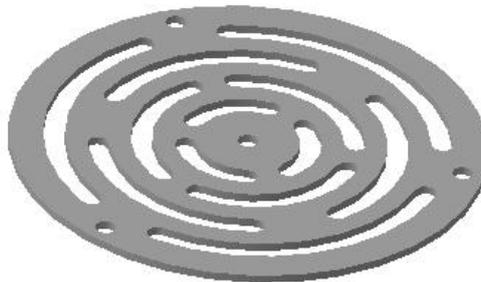


Рисунок 2 – Подвес вибрдатчика

Известна формула для определения силы давления  $P$ , действующей в точку пластины площадью  $S$ :

$$P = p \cdot S . \quad (1)$$

где  $p$  определяется по формуле:

$$p = \frac{64 \cdot D \cdot W}{a^2} , \quad (2)$$

где  $D$  – цилиндрическая жесткость,  $W$  – максимальная величина прогиба,  $a$  – радиус подвеса.

Цилиндрическая жесткость находится по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \nu^2)}, \quad (3)$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $h$  – толщина подвеса,  $\nu$  – коэффициент Пуассона.

Подставив формулу (3) в формулу (2), получим:

$$P = \frac{64 \cdot E \cdot h^3 \cdot W}{12 \cdot a^2 (1 - \nu^2)} \quad (4)$$

Подставив формулу (4) в формулу (1), выведем итоговую формулу, определяющую силу давления  $P$ :

$$P = \frac{64 \cdot E \cdot h^3 \cdot W}{12 \cdot a^2 (1 - \nu^2)} \cdot S. \quad (5)$$

Из формулы (5) следует:

$$S = \frac{P \cdot 12 \cdot a^2 (1 - \nu^2)}{64 \cdot E \cdot h^3 \cdot W}. \quad (6)$$

Площадь подвеса  $S$  вычисляется по формуле:

$$S = \pi \cdot a^2. \quad (7)$$

Но так как подвес имеет отверстия, то его площадь вычисляется в соответствии с суммарной площадью всех отверстий  $S_{\text{отв}}$ :

$$S = \pi \cdot a^2 - S_{\text{отв}}, \quad (8)$$

где  $S_{\text{отв}} = b^2$ ,  $b$  – сторона элементарного отверстия в форме квадрата.

Подставив в формулу (8) в формулу (6) получим:

$$\pi \cdot a^2 - b^2 = \frac{P \cdot 12 \cdot a^2 (1 - \nu^2)}{64 \cdot E \cdot h^3 \cdot W}. \quad (9)$$

Отсюда:

$$|b| = \sqrt{\frac{P \cdot 12 \cdot a^2 (1 - \nu^2)}{64 \cdot E \cdot h^3 \cdot W} - \pi \cdot a^2}. \quad (10)$$

Полученная формула (10) показывает размеры элементарного отверстия в подвесе, на который давит объект исследования с силой  $P$ . Иначе говоря, зная массу объекта, можно определить необходимый вид подвеса.

### Литература

1. Таньков, Г.В. Исследование моделей стержневых конструкций радиоэлектронных средств / Таньков Г.В., Трусов В.А., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2005. Т. 1. С. 156-158.
2. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / Затылкин А.В., Лысенко А.В., Таньков Г.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.
3. Затылкин, А.В. Управление исследованиями моделей радиотехнических устройств на этапе проектирования / Затылкин А.В., Леонов А.Г., Юрков Н.К. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 1. С. 138-142.
4. Лысенко, А.В. Конструкция активного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией / Лысенко А.В., Ольхов Д.В., Затылкин А.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 454-456.
5. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 135-143.
6. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

## ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Жаднов В.В., Кулыгин В.Н., Лушпа И.Л.  
Москва, НИУ ВШЭ

В докладе рассматриваются вопросы создания программы по оценке показателей долговечности электронных средств. Потребность в создании такого программного обеспечения вызвана отсутствием в коммерческих программных средствах по расчетам надежности отечественных и зарубежных производителей модулей расчета показателей долговечности.

### **Software for calculation of indicators of the durability of electronic means Zhadnov V.V., Kulygin V.N., Lushpa I.L.**

The report examines the creation of the software to assess the performance durability of electronic means. The need to create such software caused by a lack of commercial software tools for reliability calculations of domestic and foreign manufacturers of modules calculation of the indicators of durability.

Программа расчета показателей долговечности электронных средств (АСКОД) разрабатывается для автоматизации выполнения мероприятий по расчету надежности, предусмотренных в «Программах обеспечения надежности радиоаппаратуры», в обеспечение методик стандартизованных методик определения показателей надежности и предназначена для расчетной оценки показателей долговечности электронных средств (ЭС) по данным о характеристиках долговечности электрорадиоизделий (ЭРИ), параметрах режимов и условий их применения, и временных графиков (циклограмм) работы ЭС.

Программа АСКОД ориентирована на инженеров-проектировщиков ЭС, не являющихся специалистами в области надежности и имеющих минимальные навыки работы на персональном компьютере. Это достигается за счет:

- разработки пользователь-ориентированного интерфейса, позволяющего вводить данные в одном окне, с динамически подгружаемыми полями по мере необходимости их заполнения, а так же перестройкой интерфейса в случае изменения введенных данных;
- введения аналитического ядра, анализирующего вводимые данные и помогающего пользователю избежать ошибок при вводе данных;
- использования встроенной системы интерактивных подсказок, помогающих пользователю определить номенклатуру показателей долговечности;
- создания интерфейсов связи с системами автоматизированного проектирования (САПР) электронных устройств для получения перечня элементов, а так же с автоматизированными системами проектных исследований (АСПИ) для получения режимов работы ЭРИ;
- создания базы данных по характеристикам долговечности ЭРИ;
- возможности сохранения проектов и формирования отчетов.

Пользователь программы АСКОД будет иметь возможность получать дополнительную информацию о степени влияния каждого ЭРИ и параметров их режимов и условий применения на общий уровень рассчитанных показателей долговечности. Анализ этой информации позволит своевременно выявить «слабые места» разрабатываемых ЭС и дать обоснованные рекомендации по изменению электронной компонентной базы (ЭКБ), режимов, условий применения и временных графиков работы ЭРИ с целью обеспечения заданных уровней показателей долговечности ЭС. Состав модулей программы АСКОД приведен на рис. 1.

Компонент «*Расчетное ядро*» предназначен для расчета показателей долговечности УОР, номенклатура которых приведена в ГОСТ 27.003-90 [1].

Компонент «*Пользовательский интерфейс*» предназначен для ввода и редактирования исходных данных, необходимых для расчета показателей долговечности ЭС, в интерактивном режиме. В модуле использована технология «*Wizard*» при вводе данных об ЭС, таких как требуемые значения показателей долговечности, параметры модели эксплуатации и др., а также описания ЭРИ, их характеристик долговечности, коэффициентов нагрузки, коэффициентов интенсивности эксплуатации и др. Кроме того, модуль имеет связь с базой данных (БД) и конверторами данных из САПР и АСПИ компонента «*Модуль вспомогательных функций*».

Компонент «*Модуль валидации данных*» предназначен для контроля данных, введенных пользователем, путем сравнения их значений с ограничениями, содержащимися в базе данных (БД) «*БД валидации*». В случае обнаружения недопустимых значений пользователю выдается соответствующее сообщение об ошибке.

Компонент «Модуль хранения проекта» предназначен для формирования файла, содержащего исходные данные и результаты расчета показателей долговечности ЭС. Для каждого проекта формируется отдельный файл, что позволяет легко переносить данные с одного компьютера на другой.

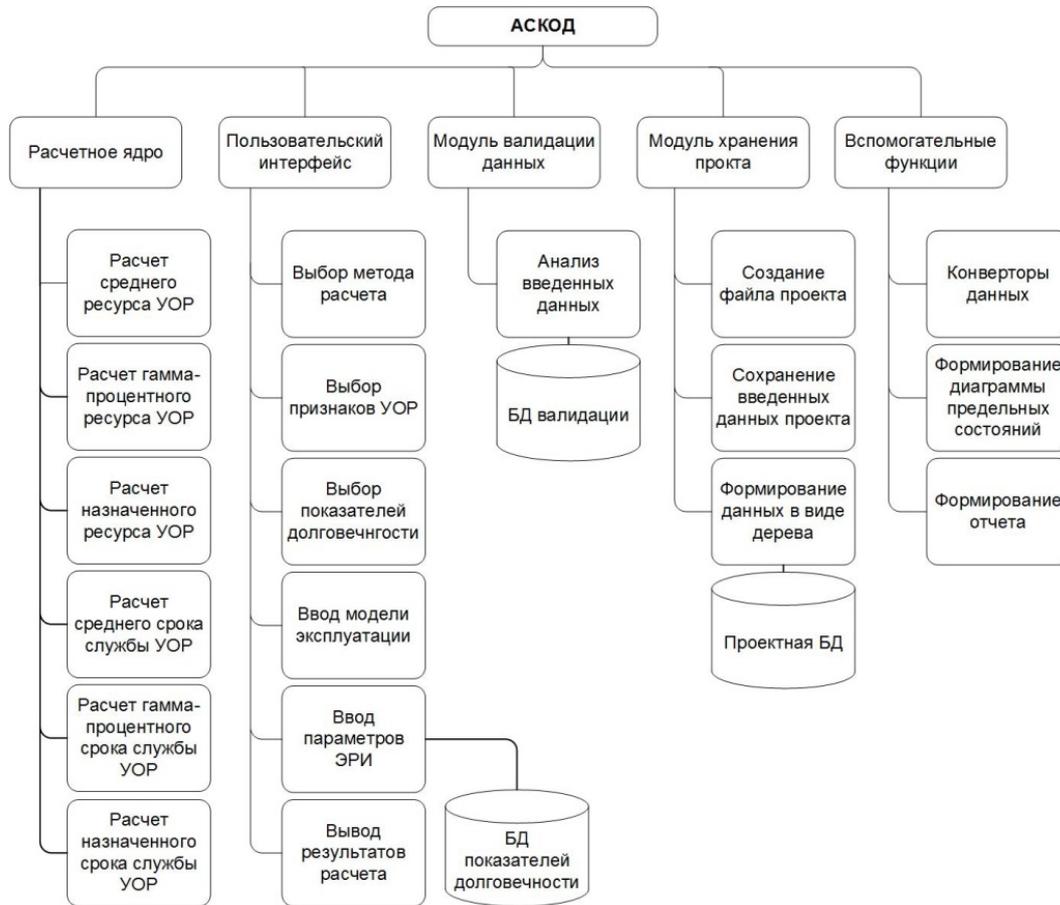


Рис. 1. Состав модулей программы АСКОД

Компонент «Модуль вспомогательных функций» предназначен импорта данных о режимах применения ЭРИ из САПР и АСПИ, необходимых для проведения «уточненного» расчета, построения диаграммы значений ресурсов ЭРИ, а так же формирование отчета работы программы в формате MS Excel.

Особенностью математического ядра программы АСКОД является то, что в нем реализовано два метода расчета показателей долговечности радиоэлектронной аппаратуры, а именно метод, рекомендованный в нормативных документах [2] и модифицированный метод [3]. В основу модифицированного метода для расчета показателей долговечности типа «ресурс» положена аппроксимация зависимости минимальной наработки ЭРИ от коэффициента нагрузки функцией вида:

$$T_{M.H} = \frac{T_{M.H.ож} \cdot (\Pi_{M.H} - \Pi_{ож})}{(\Pi_{M.H} - \Pi_{ож}) + \left( \frac{T_{M.H.ож}}{T_{M.H}} - 1 \right) \cdot (\Pi_{раб} - \Pi_{ож})}$$

где:  $T_{M.H}$  - минимальная наработка ЭРИ «во всех режимах» по техническим условиям (ТУ);  $T_{M.Ножл}$  - минимальная наработка ЭРИ в режиме ожидания (хранения) по ТУ;  $\Pi_{M.H}$  - комплексный коэффициент нагрузки ЭРИ «во всех режимах» по ТУ;  $\Pi_{ож}$  - комплексный коэффициент нагрузки ЭРИ в режиме ожидания (хранения);  $\Pi_{раб}$  - комплексный коэффициент нагрузки ЭРИ в рабочем режиме.

Значения  $T_{M.H}$  и  $T_{M.Нож}$  определяются по таблицам справочника «Надежность ЭРИ» [4] (или ТУ) и содержатся в БД «БД показателей долговечности».

Значения комплексных коэффициентов  $\Pi_{M.H}$ ,  $\Pi_{ож}$  и  $\Pi_{раб}$  рассчитываются по формуле справочника «Надежность ЭРИ» [4]:

$$\Pi = \prod_{i=1}^I K_i$$

где:  $K_i$  - коэффициенты, учитывающие влияние режимов и условий применения ЭРИ;  $I$  - общее число коэффициентов.

Номенклатура коэффициентов  $K_i$  определяются по методике, приведенной в [3], а их значения - по таблицам справочника «Надежность ЭРИ» [4].

В основу модифицированного метода для расчета показателей долговечности типа «срок службы» положена математическая модель [3, 5] вида:

$$T_{CC} = K_{и.э} \cdot T_{C.C_{РАБ}} + (1 - K_{и.э}) \cdot T_{C.C_{ОЖ}},$$

где:  $K_{и.э}$  - коэффициент интенсивности эксплуатации ЭС;  $T_{C.C_{РАБ}}$  - срок службы ЭС в режиме работы;  $T_{C.C_{ОЖ}}$  - срок службы ЭС в режиме ожидания.

В докладе использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта (№ 15-05-0029), в рамках Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

#### Литература

1. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
2. ОСТ 4.012.013-84. Аппаратура радиоэлектронная. Определение показателей долговечности.
3. Жаднов В.В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем. / Надежность и качество сложных систем. - 2014. - № 2. - с. 65-73.
4. Справочник «Надежность ЭРИ». - М.: МО РФ, 2006. - 641 с.
5. Карапузов М.А., Полесский С.Н., Жаднов В.В. Влияние внешних воздействующих факторов на долговечность СВЧ-устройств. / Т-Сопм: Телекоммуникации и транспорт. - 2014. - № 12. - с. 29-31.

#### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИИ

Калаев М.П., \*Герасимов О.Н., \*\*Лысенко А.В.

*г. Самара, ФГАОУ ВО "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)", \*г. Пенза, ОАО «НИИ физических измерений», \*\*г. Пенза, ФГБОУ ВПО ПГУ "Пензенский государственный университет"*

Рассмотрено устройство, принцип действия и виды современных вибрационных установок, которые представляют собой сложные комплексы, включающие подсистемы задания, воспроизведения, управления и измерения, анализа и регистрации параметров вибрации. Сделан вывод, что для повышения соответствия испытательных режимов режимам эксплуатации бортовых электронных средств необходимо проведение дополнительных исследований способов введения вибрационного воздействия в объект исследования.

#### **The analysis of modern means of determining the dynamic characteristics of the structure. Kalaev M.P., Gerasimov O.N., Lysenko A.V.**

Considered device principle of operation and types of modern vibratory installations that are complex systems involving subsystem jobs playback control and measuring, analyzing and registration of parameters of vibration. It was concluded that to improve compliance test modes modes of operation of airborne electronic aids necessary to conduct additional studies methods of administration of the vibration exposure to the object of the study.

В настоящее время к параметрам надёжности электронных средств (ЭС), функционирующих в жестких условиях эксплуатации, предъявляются высокие требования. Важнейшим дестабилизирующим фактором, приводящим к отказам ЭС, является внешнее вибрационное воздействие (до 30% отказов приходится на вибрационные воздействия). В связи с этим в процессе разработки и производства ЭС предусматривается проведение лабораторно-стендовых испытаний на воздействие вибрации с помощью специальных методов и средств испытаний.

Определение динамических характеристик конструкции проводят при помощи методов плавного изменения и ступенчатого изменения частоты. Иногда в лабораторных условиях проводят испытания методом воздействия широкополосной случайной вибрации [1]. Все методы вибрационных испытаний характеризуются определенными значениями параметров, зависящими группы исполнения по ГОСТ РВ 20.39.304-98.

Для осуществления требуемого вибросилового воздействия используются вибрационные установки – сложные комплексы, включающие подсистемы задания, воспроизведения, управления и измерения, анализа и регистрации параметров вибрации. Основным звеном такой установки является

вибровозбудитель – преобразователь электрических колебаний в механические, предназначенный для воспроизведения заданных колебаний. В зависимости от принципа действия вибровозбудителя используют различные типы электромеханических преобразователей. Наиболее широкое распространение в практике виброиспытаний нашли электродинамические, электрогидравлические и механические вибровозбудители. Первые два типа вибровозбудителей применяют в вибрационных установках, реализующих все современные методы испытаний. В этом случае в качестве задающего устройства используют генераторы электрических сигналов. Электродинамические вибраторы позволяют создавать колебания более высокочастотные, чем электрогидравлические. Полностью механические вибраторы применяют в системах, предназначенных для испытания методом фиксированных частот.

Устройство классического вибростенда состоит из вибровозбудителя, генератора управляющих сигналов и усилителя мощности. В конструкцию вибровозбудителя входит как неподвижная часть – основание и магнитная система, так и подвижная система, совершающая вибрационное движение. Устойчивое равновесие и ориентацию подвижной системы относительно основания обеспечивает система подвеса [2]. Объект испытания устанавливается и закрепляется для передачи ему вибрационного воздействия на конструктивной части подвижной системы, называемой вибростолом

Для испытаний крупногабаритных изделий в широком диапазоне частот вибростолы имеют крупные и прочные монтажные поверхности с элементами крепления. Для испытаний изделий малых габаритов и массы на воздействие больших амплитуд ускорений в широком рабочем диапазоне частот применяют малогабаритные вибровозбудители.

При испытании допускаются любые способы крепления изделия, обеспечивающие передачу воздействия к исследуемой детали, но не искажающие (не изменяющие) её резонансные свойства. Изделия, имеющие собственные амортизаторы, испытывают без амортизаторов при жестком креплении [3].

На сегодняшний день электродинамические виброустановки являются наиболее перспективными для динамических испытаний изделий ЭС, благодаря целому ряду таких серьезных достоинств, как: широкий частотный диапазон и значительные показатели выталкивающей силы, возможность плавного изменения частоты и амплитуды в процессе испытаний без какого-либо усложнения конструкции, высокие износостойкость и надёжность, возможность получения как гармонических, так и случайных колебаний. Основным преимуществом электродинамической установки является способность воспроизведения случайных вибраций в широком диапазоне частот [4]. Виброгенератор работает по следующему принципу: движение генерируется током, проходящим через катушку, расположенную в магнитном поле. Сила, затраченная на ускорение движущегося элемента пропорциональна току возбуждения и магнитному потоку. Таким образом, контролируя ток, мы можем контролировать уровень вибрации виброгенератора.

В небольших виброгенераторах магнитное поле продуцируется постоянным магнитом, тогда как для виброгенераторов больших размеров необходимы электромагниты. Возможный уровень ускорения определяется максимальным током и нагрузкой. Однако в области низких частот уровень ускорения будет ниже из-за ограничения на смещение движущегося элемента. Верхнюю границу частоты определяет резонанс движущегося элемента.

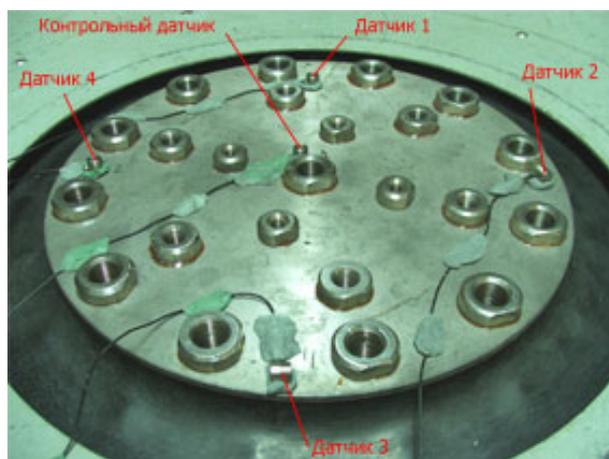


Рис. 1 – Способ крепления съемных датчиков для определения коэффициента неравномерности вибростола

Использование виброгенератора предполагает постоянный уровень вибрации на столе. Кривая частотной характеристики не плоская, она содержит резонансы; другие резонансы возникнут, когда на

вибростенде будет установлен тестируемый объект. При работе во всем диапазоне частот коэффициент усиления будет изменяться в соответствии с изменением частоты.

Определение коэффициента неравномерности распределения проводится в номинальном диапазоне частот при постоянных значениях ускорения и (или) перемещения в контрольной точке не менее 0,3 верхних пределов номинальных диапазонов ускорения и (или) перемещения по результатам измерений ускорения и (или) перемещения [5-6].

Таким образом, анализ систем воспроизведения вибрационного испытательного сигнала отечественного и зарубежного производства позволил сделать следующий вывод – вибростенды осуществляют передачу вибросилового воздействия от вибростола к объекту исследования таким образом, что движение всех точек крепления конструкции ЭС к вибростолу осуществляется по одному и тому же закону, с одинаковой амплитудой и фазой. Для получения наибольшего эффекта равномерности применяют специальные программно - аппаратные системы.

В реальных же условиях эксплуатации, особенно в верхнем диапазоне рабочих частот, (до 20 кГц), характерном для авиационной и ракетно-космической техники, движение точек крепления может быть различным и даже не совпадающим по направлению движения друг с другом (в том числе и противофазным), что требует более углубленного изучения вопроса введения вибрационного воздействия в объект исследования.

*Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15-19-10037 от 20 мая 2015г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.*

#### **Литература**

1. ГОСТ 30630.1.1-99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции.
2. Затылкин, А.В. Управление исследованиями моделей радиотехнических устройств на этапе проектирования / Затылкин А.В., Леонов А.Г., Юрков Н.К. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 1. С. 138-142.
3. Голушко Д.А. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / А.В. Лысенко, А.В. Затылкин, Д.А. Голушко // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национального исследовательского университета) № 7 (38). 2012. –С. 91-96.
4. Барашков, В.А. Механические воздействия и защита электронных средств: учеб. пособие / А.А. Левецкий. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. - 122с.
5. Затылкин, А.В. Исследование влияния деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия на надёжность радиоэлектронных средств / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рынди́н Д.А. // Труды международного симпозиума Надёжность и качество. 2013. Т. 2. С. 42-43.
6. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. С.-Петербург. Изд-во «Лань», 2014, - 480 с.

Симпозиум 4

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ АНИМАЦИЯ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКЛАМЫ**

Бердичевский Е.Г.

*Великий Новгород, НовГУ имени Ярослава Мудрого*

Рассмотрены современные компьютерные программы и технологии анимации, рекомендуемые для создания инновационных рекламных продуктов. Акцент сделан на 2D анимацию, наиболее широко представленной в цифровых коммуникациях.

**Computer animation as an innovative advertising technology. Berdichevskiy E.G.**

The modern computer programs and technologies of animation recommended for creation of innovative advertizing products are considered. The emphasis is placed on 2D animation, the most widely presented in digital communications.

Двумерная компьютерная анимация и мультипликация стали одним из важнейших инструментов инновационного рекламного дизайна. Эта технология не имеет стандартных ограничений, что позволяет находить креативные сюжетные ходы и решения. Компьютерная анимация легко адаптируется к любым видам рекламы (телевизионная, в интернете, в маркетинговых презентациях и др.).

Основой компьютерной анимации является программа. Рынок программных продуктов для создания анимации и мультипликации ограничен. Задачей настоящей работы является анализ наиболее эффективных программных продуктов, конкретизация их возможностей и областей использования.

**Toon Boom Studio** – мощный пакет для профессионалов и любителей, но недостаточно освоенный российскими дизайнерами. У программы два режима работы: режим рисования и сценарный [1]. Имеются все необходимые инструменты для создания векторных рисунков. Есть функция векторизации растровых изображений. Возможен импорт данных из видео и фото-коллекций или создание собственных изображений практически в любых форматах.

Интересной особенностью программы является возможность использования для анимации виртуальной камеры. Пользователь может работать с несколькими камерами, изменить их положение, переключаться между ними и т.д.

Еще одна особенность программы – автоматическая синхронизация движений губ персонажей со звуковыми файлами, где записана речь. При этом совершенно неважно, на каком языке говорят персонажи.

В последней версии добавлена возможность импорта видео-файлов и рисование поверх них, а также экспорт на видео.

**Anime Studio Pro 7** – новая профессиональная версия одной из лучших программ для создания и редактирования 2D анимации. У программы интуитивно-понятный интерфейс, библиотека готовых персонажей и дополнительных объектов (фоны, картинки, паттерны и др.) [2]. Программа облегчает создание инновационных рекламных продуктов, так как содержат высокоэффективные анимационные инструменты. Программа поддерживает работу со слоями, чтобы проект можно было сохранить в качестве видеоролика, графического изображения или SWF – файла.

Нововведением версии Pro является возможность управления взаимодействием объектов с помощью настройки плотности, гравитации, трения и упругости. Программа позволяет записывать звук, создавать трехмерные объекты на основе двумерных. Перечень новаций и преимуществ программы можно продолжить.

**TV Paint Animation** - программа для рисования и создания 2D анимации. Является улучшенной версией пакета Mirage. Процесс рисования идентичен процессу в Photoshop. Из особенностей можно отметить камеру для создания комплексной анимации с использованием неограниченного числа слоев. Программа содержит большое количество разнообразных инструментов для анимации и больше пригодна для создания небольших рекламных роликов.

**Adobe Flash CS 5.5 Professional** – один из самых распространенных пакетов для создания инновационных интерактивных проектов. Средства объектно-ориентированной анимации обеспечивают эффективную работу даже начинающим рекламистам-аниматорам. Тесная интеграция с другими инструментами Adoba расширяет возможность Flash CS 5.5 и повышают производительность приложения [3].

Программа позволяет быстрее создавать анимационные объекты, изменить траекторию движения с помощью элементов управления базы, редактировать анимацию и контролировать ее атрибуты. Инструменты работы с трехмерным изображением осуществляют комплексное преобразование объектов. Инструмент «кости» помогает связывать объекты друг с другом и создавать эффект в виде цепи.

**Adobe After Effect CS5** – мощная программа, позволяющая создавать анимационную графику и визуальные эффекты на уровне современных блокбастеров. Программа позволяет обеспечивать и редактировать траектории движения объектов, предоставляет возможность рендеринга. Возможна разработка видеоматериалов для мобильных устройств и интернета [5].

Все перечисленные программы позволяют реализовать важнейшие технологии анимации, к которым относятся:

1. *Анимация формы.* По этой технологии аниматор рисует ключевые кадры, а компьютер преобразует промежуточные.

2. *Анимация движения.* Программа рассчитывает промежуточные кадры между ключевыми. Анимлируемый объект может поворачиваться вокруг своей оси и задавать движению определенную траекторию.

3. *Скелетная анимация.* Этот вид анимации широко используется, когда определяемые областями формы анимируемого объекта назначают опорные точки (кости), наглядно связанные между собой отрезками. Изменение положения костей соответственно изменяет положения различных частей формы. Это может быть человекообразный персонаж или некая абстрактная фигура. Данная технология экономит много времени, так как отпадает необходимость рисовать ключевые кадры. Достаточно использовать уже настроенную на скелет форму [4]. Эта разновидность двумерной анимации ближе всех к кукольной или стоп-моушен анимации, когда аниматоры используют кукол и в каждом кадре меняют им позы. В скелетной анимации чаще всего используют универсальные положения, поэтому в большинстве случаев можно использовать одну и ту же форму постоянно.

4. *Технология FreeForm.* Программа строит полигональную сетку под анимируемое изображение. При этом графика получает плоский полигональный каркас и сама выполняет роль текстуры. Каркас можно формировать различными способами, соответственно графика будет подвергаться такому же воздействию. Такой технологией часто пользуются для достижения эффекта «оживления» статичных картин.

5. *Символьная анимация.* Эта технология интегрирует в себе предыдущие. Основным элементом является символ, который содержит в себе анимацию и при этом является анимируемым объектом. Например, символ летящей бомбы может содержать в себе анимацию вращения бомбы вокруг своего центра тяжести. При таком подходе обе анимации могут проигрываться одновременно, составляя одну более сложную. Вариация программного продукта и технологии анимации создает условия для выбора оптимальной стратегии реализации инновационного рекламного проекта.

Анимационная реклама в России еще применяется достаточно редко. Причиной является малое количество анимационных студий, невысокая компетентность заказчиков и исполнителей рекламы. Опыт показывает, что, например, Flash-анимация особенно эффективна в следующих случаях:

1. Реклама товаров, приобретение или потребление которых зависит от детей;
2. Социальная реклама;
3. Реклама, концептуально основанная на использовании психологического воздействия юмора;
4. Реклама, использующая нестандартный, креативный стилизованный персонаж.

Важно отметить, что бюджет рекламы, основанный на анимационных роликах, на порядок ниже стоимости видео-ролика с постановочной частью и актерами. Анимационный ролик может быть изготовлен одним-двумя аниматорами за неделю. Для изготовления качественного видеоролика требуется команда профессионалов и не одна неделя времени.

В веб-дизайне перспективной технологией рекламы является CS5 анимация. Эта технология позволяет пользоваться обширными библиотеками кодов для создания движущихся картинок [5].

Двумерная анимация не является конкурентом 3D-анимации. Эти технологии сосуществуют параллельно и взаимообогащают друг друга. Преимуществами двумерной анимации в рекламе являются легкость управления персонажами, которых можно снабдить мимикой, движениями и пластикой. В идеале желательно использовать в одном ролике спецэффекты 2D и 3D –анимации и съемку с настоящими актерами. Комплексное сочетание современных компьютерных анимационных технологий позволит создавать инновационные новаторские формы рекламы.

#### Литература

1. Richard Williams. The animator's survival KIT, Taxber and Faber, 2002-304 p
2. Blair P. Advanced animation. Laguna Beach, Calif. Foster Art Service, 2008,-202 p.

3. Корсаро С. Анимация и Flash. - СПб: Символ плюс, 2008. - 240 с.
4. Халас Джон. Тайминг в анимации., М.: РЕ Прогресс, 2002,- 142 с.
5. Кузнецов И.Д. Анимация для интернета: Краткий курс. – СПб.: Питер, 2001.- 246 с.

## **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Велингурский В.А., Федосеев С.В.  
*МЭСИ, г. Москва*

Рассматриваются актуальные проблемы, которые необходимо решить для обеспечения развития и безотказной работы национальной платежной системы РФ. Среди проблем необходимо выделить следующие: поддержка качества предоставляемых услуг, создание благоприятных условий для работы всех операторов-участников НПС, сотрудничество с другими платежными системами.

### **Problematic issues of development of the national payment system of russian federation. Velingurskiy V., Fedoseev S.**

The article describes current problematic issues which hamper the development of a flawless performance of the national payment system of the Russian Federation. Among them are: quality support of service, favorable working conditions for operators of the national payment system and compatibility with other payment systems.

Банковская платежная карта – это удобное и современное средство для оплаты товаров, услуг, хранения денежных средств. По своей сути карта всего лишь «кусочек пластика» со сведениями о параметрах карты (владелец, номер, срок действия код защиты и тип платежной системы) и зашифрованной на магнитной полосе или чипе дополнительной технологической информацией. Для полноценного пользования платежной картой необходима специальная инфраструктура, состоящая из операторов по переводу денежных средств, банковских платежных агентов, операторов платежных систем, операторов услуг платежной системы. Таким образом, Национальная Платежная Система (НПС) – это сложная автоматизированная платежная система обеспечения бесперебойной работы межбанковских расчетов с использованием платежных карт, осуществляемых на территории Российской Федерации, и поддержки в обслуживании своего карточного продукта.

В начале 2014 году в связи с ухудшением геополитической обстановки карты клиентов, которые эмитированы российскими банками, попавшими под санкции других государств, были отключены от процессинга международных платежных систем (МПС). Это привело к остановке обслуживания в устройствах приема этих карт к оплате при операциях, проводимых через интернет, и снятии наличных денежных средств в сторонних банкоматах. Данные инциденты дали толчок к внедрению НПС в более ранние сроки, чем это было регламентировано при принятии Федерального закона Российской Федерации от 27 июня 2011 года N 161-ФЗ «О национальной платежной системе». Обсуждение организационно-правовых вопросов проводилось на уровне Государственной Думы, Правительства РФ и Центрального Банка РФ. В ходе длительного анализа были рассмотрены организационно-технические аспекты и приняты правовые нормы, регулирующие работу НПС и ее участников. Целью внедрения НПС стало создание операционно-независимой платформы обработки внутрироссийских операций, что позволило бы обезопасить клиентов от решений иностранных государств, а так же создание собственного карточного продукта, который бы составлял конкуренцию иностранным платежным картам.

С 23 июля 2014 года НПС начинает работать на территории РФ в качестве Акционерного общества «Национальная Система Платежных Карт» (НСПК). Большие проблемы возникли при обсуждении условий вступления в НСПК таких крупных игроков рынка платежных карт как VISA Int. и MasterCard WorldWide (на их долю приходится около 90% рынка пластиковых карт). Это свидетельствует о нерациональном подходе законодательных органов в вопросах вступления в НСПК операторов платежных систем. Данные инциденты могли привести к остановке операций по картам этих платежных систем, что привело бы к финансовому коллапсу. Процесс присоединения платежной системы Visa Int. к НСПК продлен до 3 квартала 2015 года, MasterCard – осуществил переход успешно. Выработка требований, предъявляемых к потенциальным платежным системам-участникам НСПК, должна быть индивидуальной. Необходимо сохранять баланс между поддержанием конкуренции на рынке услуг платежных систем и продвижением российского карточного продукта.

Начиная с 1 апреля текущего года все операции, осуществляемые на территории России или по картам банков – участников национальной платежной системы, проводятся через единый операционно-

клиринговый центр (ЕОКЦ). Расчетно-клиринговые и надзорные функции возложены на ЦБ РФ. Большим недостатком в процессе функционирования НСПК является отсутствие правовых и нормативных актов регулирующих работу в области риск-менеджмента и минимизации потерь от мошенничества по платежным картам в НСПК. Введение таких актов привело бы к унификации правил в работе претензионных отделов банков и формированию требований к мониторингу подозрительных операций.

29 апреля 2015 поступали жалобы от клиентов – держателей карт российских банков на то, что обслуживание карт не проводилось. По информации СМИ перерыв в обслуживании работы платежных карт составил около 5 часов. Данный сбой был обусловлен неполадками в работе сетевого (коммуникационного) оборудования. Проблема была вызвана межсистемными неоптимальными настройками на канальном оборудовании внешних подключений, находящихся вне периметра НСПК. Данный инцидент свидетельствует об отсутствии резервных каналов связи и технических проблем в архитектуре коммуникационного оборудования НСПК. Для оперативного устранения сбоя были задействованы межхостовые соединения процессинг-центров российских банков, что фактически привело к остановке работы НСПК, но позволило клиентам пользоваться услугами платежных карт на территории России в полном объеме.

Единственным поставщиком программного обеспечения для НСПК является дочерняя структура бельгийской компании OpenWay. При возможном отказе в работе данного ПО работа НСПК будет остановлена. Вполне возможно, что при возрастающей нагрузке возрастает риск некорректной работы. По мере развития НСПК необходимо привлекать и других поставщиков ПО.

При развитии российского карточного продукта, который будет называться «Мир», существует вероятность столкнуться проблемы в обслуживании карт. Уже известно, что данная карты будет оснащена специальным EMV-чипом отечественного производства. Данному типу EMV-чипа необходимо пройти сертификацию у международных платежных систем для того чтобы карта принималась к оплате при нахождении держателя данной карты за пределами РФ. При устранении данных проблем также возможна некорректная работа при взаимодействии программным приложения EMV-чипа с платежных терминалов и банкоматов.

При развитии платежной системы за пределами России НСПК потенциально можно столкнуться с жесткой конкуренцией на рынке платежных систем развитых стран, бюрократией и жестким законодательством, отсутствием технических возможностей и с другими особенностями тех стран, где захочет развивать свой бизнес НПС. По данным официального сайта НСПК, данная организация ведет переговоры только с национальными платежными системами «Белкарт» (Беларусь) и «АрСа» (Армения) для ликвидации препятствий в обслуживании карт, которые эмитированы под брендом национальных платежных систем трех государств.

Для выхода на зарубежный финансовый рынок необходимо учитывать законодательную базу государства. Китайская национальная платежная система UnionPay для выхода на финансовый рынок РФ заключила в 2007 году договор о сотрудничестве с российской локальной платежной системой Union Card, что позволило обеспечивать прием китайских карт в некоторых устройствах в России. В связи с ростом объемов торговли между Россией и Китаем, платежная система Union Pay решила усилить присутствие в России. В сентябре 2013 года компания была включена в реестр операторов платежных систем РФ (ООО «ЮнионПэй»), став полноценным членом НПС РФ.

Резюмируя данные факты, необходимо отметить, что проблем, возникающих в процессе работы и развития НПС, можно избежать, наладив диалог и взаимодействие в РФ государственных органов, руководства НСПК и квалифицированного персонала в банковском секторе, а так же учитывая опыт зарубежных платежных систем и сотрудничая с ними.

#### **Литература**

1. 161-ФЗ «О национальной платежной системе»;
2. Официальный сайт АО «Национальная Система Платежных Карт» (НСПК) <http://www.nspk.ru>;
3. Официальный сайт Центрального Банка РФ <http://www.cbrf.ru>
4. Голдовский И.М. «основные тенденции развития карточных технологий», /Банковское дело, 2014-N 1/

УДК: 65.011  
**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АПРИОРНОЙ И АПОСТЕРИОРНОЙ ОЦЕНКИ ТРУДОЗАТРАТ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

Дандамаев А.У., Сайпулаева Г.А.  
г. Махачкала, МАМИ

В работе рассматриваются вопросы оценки трудозатраты при ремонте и обслуживании сложной организационно-технической структуры. В работе акцент делается на оценку априорной и апостериорной информации, получаемой при моделировании системы и анализе ее функционирования.

**Development of techniques of a priori and a posteriori estimates for the effort in the system of technical maintenance and repair. Dandamaev A.U., Saypulaeva G.A.**

The paper deals with the evaluation of labor costs for the repair and maintenance of complex organizational and technical structure. The paper focuses on the evaluation of a priori and a posteriori information obtained in the simulation and analysis of its functioning.

При создании математического обеспечения ЭВМ, работающих в системах технического обслуживания и ремонта (СТОР), в ряде случаев требуется знание методики априорной и апостериорной оценки трудозатрат, подлежащей алгоритмизации и дальнейшей реализации на ЭВМ.

Отметим, что анализу подвергается объект исследования – СТОР совокупности машин сельскохозяйственного назначения. Данная методика заключается в том, чтобы путем подробного анализа комплекса СТОР при различных видах технического обслуживания и ремонта (ТОР) совокупности машин оценить организационно-временные затраты по стратегиям до реорганизации (для существующей диспетчерской системы управления) и после реорганизации (с применением новой техники и технологии обработки информации с использованием современных управляющих вычислительных систем) агропромышленного комплекса (АПК).

С учетом перечня планово-профилактических и приоритетных заявок по разработанным укрупненным алгоритмам групповой деятельности определено долевое участие инженерных служб (ИС) и ремонтно-эксплуатационного персонала (РЭП) по каждому исполнителю в обслуживании каждой заявки до и после реорганизации в СТОР. В алгоритмах групповой деятельности обычно существует несколько альтернативных ситуаций прохождения потока заявок на СТОР в зависимости от каналов обслуживания. С учетом кода каждого исполнителя по разработанной программной продукции происходит свертывание детализированной групповой деятельности к укрупненным эквивалентным блокам.

Алгоритмы групповой деятельности ИС и РЭП разработаны для двух структур управления: до реорганизации (для существующей диспетчерской системы управления) и после реорганизации (с применением новой техники и технологии обработки информации с использованием современных управляющих вычислительных систем). Эти алгоритмы учитывают полный цикл обслуживания заявок, которые включают в себя как непосредственные технические операции по ТОР (нормируемые), так и все организационные циклы, обусловленные, информационными, материальными, транспортными процессами.

Разработаны алгоритмы прохождения заявок на следующие виды работ: текущий ремонт (ТР), плановые технические обслуживания ТО-3, ТО-2, ТО-1, ежедневное техническое обслуживание (ЕТО), сезонное техническое обслуживание (СТО), хранение (ХР), обкатка (ОБК), техническая диагностика (ТД).

Перечисленный выше поток заявок формирует стационарную составляющую моделей деятельности ИС и РЭП.

Для полноты исследования априорной оценки организационно-временных трудозатрат на ТОР необходимо учесть класс приоритетного потока заявок, обусловленные отсутствием запасных частей (ЗЧ), горюче-смазочных материалов (ГСМ), отсутствием исполнителей (О-И), устранением неисправностей (УН), организационно-техническими сбоями (ОРГ-ТЕХН).

В целом разработанная методика представляется в следующем виде:

- 1) задание граф - схемы трудозатрат;
- 2) задание времени реализации операторов схемы;
- 3) задание вероятностей переходов между операторами схемы и составление матрицы переходов;
- 4) перечисление альтернативных путей стратегий;
- 5) реализация процедуры ранжирования путей;

б) вычисление математического ожидания времени реализации с перечисленными ранее оценками.

Количественная модель организации СТОР, отличающаяся введением априорной оценки по балансовым уравнениям трудозатрат основной подсистемы организации СТОР-ИС-РЭП, состоит из пяти составляющих: первое и второе слагаемые составляют фактические и потенциальные временные затраты по всем исполнителям (ИС, РЭП) всех уровней с учетом их долевого участия в СТОР; третье слагаемое включает временные затраты, рассчитанные по реальным наработкам совокупностей машин; четвертое слагаемое - часть организационно-технических временных затрат исполнителей при обслуживании фактического потока заявок; пятое слагаемое представляет собой организационные временные затраты исполнителей при обслуживании приоритетных заявок с учетом их долевого участия.

По разработанной программной продукции после обработки всего комплекса вопросов по СУ ТОР и частоты появления заявок на обслуживание, данные каждого эксперта могут быть представлены в виде гистограммы неисправностей как функции от времени, т.е. в динамике.

Научный подход к определению численности ремонтно-эксплуатационного персонала при техническом обслуживании и ремонте (ТОР) совокупности машин появился в последние десятилетия и является основной задачей проблемы рациональной эксплуатации систем различного назначения.

Проблема состоит в том, что после разработки методики априорной оценки организационно-временных затрат на планово-профилактические работы (ППР) возникает задача определения апостериорных технических фактических трудозатрат по всему комплексу типов заявок дифференцированно, применительно к каждому исполнителю в годичном цикле по месяцам.

В результате апостериорной оценки трудозатрат по техническим причинам и суммирования априорных трудозатрат согласно штатным расписаниям определяем общие трудозатраты по каждому исполнителю в динамике. Учитывая нормируемые плановые (из типовых методик) и фактические (по статическим данным) суммарные организационные и технические затраты на ТОР, определяем коэффициенты загрузки по всем исполнителям.

Основным результатом данного исследования является сравнительная оценка суммарных организационно-временных затрат и технических составляющих, которые определены по всему потоку заявок по ТОР. Проведенные исследования показали, что исполнители неравномерно загружены в течение исследуемого временного цикла. Одни из них значительно перегружены, что вызывает возрастание потерь, а другие исполнители в этот же период времени недогружены. Исследование позволяет выявить общую тенденцию загрузки системы в целом и отдельных исполнителей, сформулировать требования по изменению штатных расписаний, и может быть использовано для формирования гибких алгоритмов управления процессом ТОР сельхозтехники.

Исследования выполнены в рамках федеральной программы по развитию АПК России применительно к региональным особенностям.

#### **Литература**

1. Знак В.И. Алгоритм априорной оценки времени машинной реализации программы.- Автометрия, 1972, № I, с.101-110.
2. Антамошин А.А и др. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами. Под ред. Большакова А.А.- М.: Горячая линия- Телеком, 2006.
3. Губинский А.И. и др. Методические рекомендации по аналитическим методам оценки эффективности качества и надежности эргатических систем.- Л.: Наука, 1978.

#### **ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ**

Егоров Н.Е., \*Жебсаин В.В., Ковров Г.С.  
*Якутск, НИИРЭС СВФУ, \*ФТИ СВФУ*

Представлены эконометрическая модель и методика количественной оценки интегрального показателя уровня инновационного развития субъекта экономики на основе модели «Тройная спираль». Приведено описание программного средства для выполнения численных расчетов на основе данной методики.

Исследование выполнено в рамках проекта №01201460076 государственного задания Министерства образования и науки РФ, гранта РФФИ №15-06-00600 А и проекта СВФУ "Оценка влияния АБК на социально-экономическое развитие РС(Я)".

Исследование выполнено в рамках проекта №01201460076 государственного задания Министерства образования и науки РФ и гранта РФФИ №15-06-00600 А.

**Information and analytical system of monitoring and assessment of innovative development of the subject of economy on the basis of the Triple Helix model. Egorov N.E., Zhebsain V.V., Kovrov G.S.**

The econometric model and technique of a quantitative assessment of an integrated indicator of level of innovative development of the subject of economy on the basis of the Threefold Spiral model are presented. The description of a software for performance of numerical calculations on the basis of this technique is provided.

В настоящее время в России существуют различные методы и модели оценки уровня инновационного развития региона. Например, АИРР, НИУ ВШЭ и НАИРИТ имеют собственные методики рейтингования инновационной активности субъектов РФ. В работе [1] предложена информационно-аналитическая система мониторинга развития инновационных процессов в регионах Юга России. В то же время, в зарубежной и отечественной экономической литературе отсутствуют сведения о методах количественной оценки уровня вклада науки/образования, бизнеса и власти в общее инновационное развитие субъекта экономики (ИРСЭ). В связи с этим, авторами предлагается методика интегральной оценки уровня ИРСЭ на основе известной модели «Тройная спираль» [2] (рис. 1).

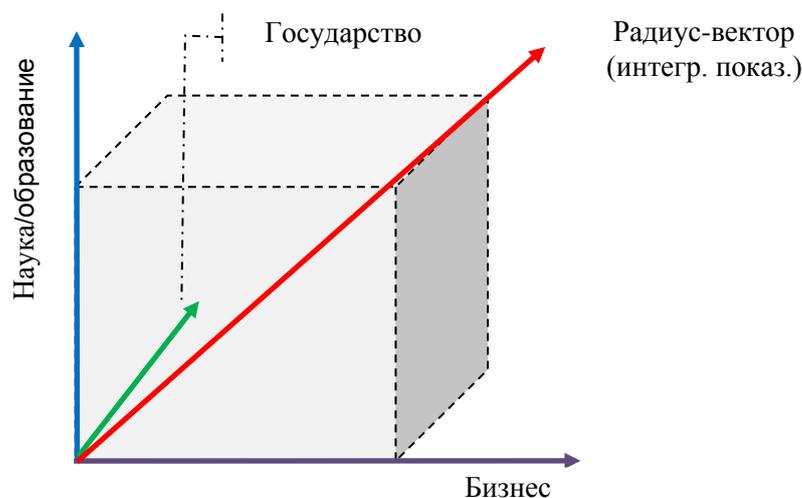


Рис. 1. Эконометрическая модель для интегральной оценки уровня ИРСЭ.

Представленная эконометрическая модель позволяет на основе известных тригонометрических выражений оценить в количественном отношении вклад каждого из триады (наука/образование, бизнес, государство) в инновационное развитие субъектов экономики разного уровня [3]. Для расчетов используются данные официальной федеральной и региональной статистики в сфере инновационной деятельности. Отметим, что подобная модель в виде векторного представления отношений университет-промышленность-правительство обсуждается в работах [4,5].

Согласно рисунку 1, общий интегральный показатель ИРСЭ рассчитывается как результирующий радиус-вектор трех составляющих прямоугольного параллелепипеда (диагональ прямоугольного параллелепипеда равен сумме квадратов трех его измерений):

$$I = \sqrt{\sum_{i=1}^m I_i^2} \quad (1)$$

где  $m$  - количество групп показателей (в случае триады  $m=3$ );

$I_i$  вычисляется по формуле средней арифметической величины:

$$I_i = \sum_{n=1}^3 K_{in} / n_i \quad (2)$$

где  $i$  - номер группы показателей (для триады  $i=3$ );

$n$  - количество внутреннего показателя  $i$ -группы;

$K$  - внутренний показатель, нормированный к 1 путем деления текущего значения к максимальному по обследуемому субъекту экономики.

На основе приведенной методики авторами разработан программный продукт «Программа для расчета уровня инновационного развития субъектов экономики на основе модели Тройной спирали» и подана соответствующая заявка на государственную регистрацию авторского права в Роспатент (рис. 2).

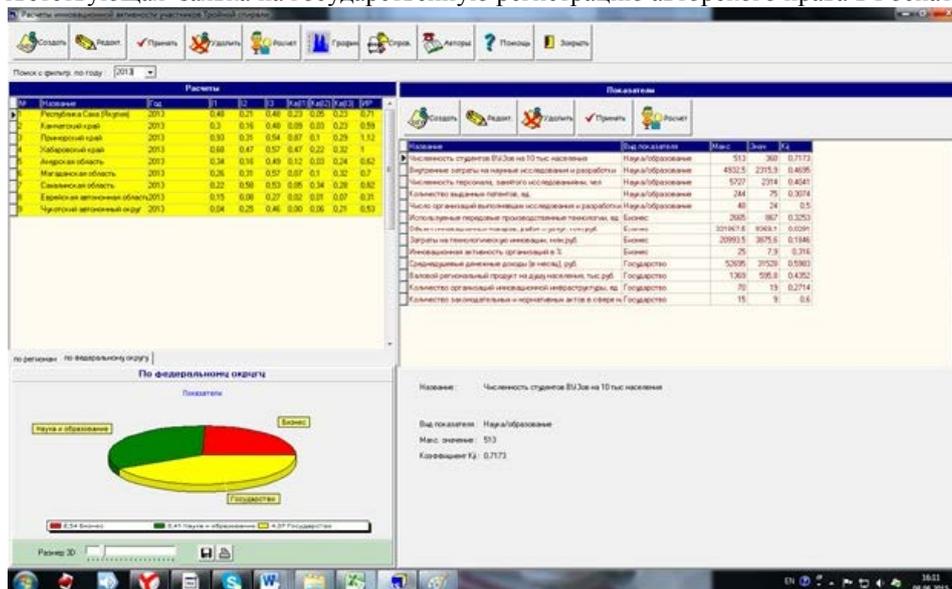


Рис. 2. Фрагмент рабочего окна Программы.

В данной программе уровень ИРСЭ оценивается на основе интегральной оценки вклада триады (наука/образование, бизнес, государство) через их основные экономико-статистические показатели в сфере инновационной деятельности соответствующего субъекта экономики региона. Выполнение численных расчетов по приведенной методике в принципе позволяет оценить роль каждого участника триады в инновационное развитие как в целом региона, так и в разрезе отдельного муниципального образования, отрасли реального сектора экономики, территориальных инновационных кластеров и т.д. При этом результаты расчетов будут зависеть от выбора принимаемых экономических показателей исследуемого объекта, количество которых может быть расширено в зависимости от поставленной задачи.

Программа разработана с помощью среды визуального программирования Borland Delphi 7.0 с использованием файла базы данных MS Access и включает в себя исполняемый файл, файл базы данных и текстовый файл конфигурации программы.

Основными функциями программы являются:

- ведение многомерной базы данных проведенных исследований, хранение информации в формате базы данных в защищенном режиме;
- формирование различных критериев и параметров изучения ИРСЭ;
- расчет экономико-статистических показателей, анализ и оценка уровня ИРСЭ;
- формирование отчетов по мониторингу ИРСЭ в течение продолжительного периода исследований.

Программа реализована в сетевой архитектуре «файл-сервер» и может применяться для специалистов органов государственного и муниципального управления, научно-исследовательских и иных организаций, проводящих анализ и мониторинг экономического развития регионов. Разработанный программный продукт позволяет провести сравнительный анализ инновационного потенциала отдельных предприятий, отраслей промышленности экономики региона, а также спрогнозировать перспективы их развития. На основе представленной методики в дальнейшем будет создана автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга и оценки уровня инновационного развития субъектов экономики разного уровня.

#### Литература

1. Калинина В.В. Создание информационно-аналитической системы мониторинга и оценки инновационного развития региона // Вестник ВлГУ. Сер. 3. Экономика. Экология. – 2012. - № 2(21). – С. 39-46.
2. Ицкович Г. Тройная спираль. Университеты – предприятия - государство. Инновации в действии – Томск: Изд-во ТУСУР, 2010. – 238 с.
3. Егоров Н.Е. Модель взаимодействия науки, бизнеса и государства в развитии инновационной экономики региона. Сб. научн. трудов межд. научно-практ. конф. SWorld: Современные

направления теоретических и прикладных исследований'2013. Одесса: КУПРИЕНКО. - 2013. - Вып. 1. - Т. 33. - С. 27-30.

4. Ivanova I., Leydesdorff L. A simulation model of the Triple Helix of university-industry-government relations and the decomposition of the redundancy // *Scientometrics*. - 2014. - No. 99(3). - P. 927-948.

5. Ivanova, I, Leydesdorff L. [Rotational Symmetry and the Transformation of Innovation Systems in a Triple Helix of University-Industry-Government Relations](#) // *Technological Forecasting and Social Change* 86. - 2014. - P. 143-156.

## **РАСШИРЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БИЗНЕСА: СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

Кравец А.Г., Белов А.Г.

*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия*

Управление эффективностью предприятия (ЕРМ) реализуется за счет согласования стратегического и оперативного управления, а также посредством обеспечения гибкости предприятия при реализации динамично меняющихся целей. Авторами исследуется подход к моделированию контуров расширенного управления эффективностью предприятия (АРМС), который должен стать базисом для объединения отдельных методик управления эффективностью, а также основой для проектирования автоматизированной СППР управления эффективностью предприятия.

**Advanced business performance management: business performance management system structure. Kravets A.G., Belov A.G.**

Enterprise Performance Management (EPM) is realized by coordination of strategic and operational management, as well as through the company flexibility in the implementation of dynamically changing goals. Authors developed the approach to modeling of the contours (loops) of enterprise advanced performance management system (APMS), which should be the basis for the unification of certain methods of performance management, as well as the basis for the design of automated DSS for enterprise performance management.

Применение автоматизированных систем, способных обрабатывать значительные объемы корпоративной информации, позволяет по-новому взглянуть на разработанные ранее методики управления эффективностью. Наиболее перспективным представляется применение инструментов бизнес-анализа для решения отдельных функциональных задач, а также разработка предсказательных аналитик и создание на их основе инструментов прогнозирования. Организации, решившие базовые задачи, связанные обеспечением регулярного менеджмента посредством формирования и реализации функциональных планов, постепенно переходят к использованию инструментов прогнозирования, что позволяет лицам принимающим решения (ЛПР), не только реагировать произошедшие события, но и прогнозировать их возникновение, формировать про-активное воздействие на ситуацию.

По мере развития практики в этой области, стало понятно, что программные инструменты, ориентированные на решение отдельных задач повышения эффективности в рамках представленного набора, не могут существовать параллельно и независимо. Для большинства организаций затраты на внедрение инструментов управления эффективностью, оказываются не оправданными. Причина этого зачастую находится в том, что методики применяемые для управления эффективностью вступают в противоречие между собой и, фактически существуют в собственной семантической реальности [1]. Реализовать их интеграцию часто оказывается либо невозможно, либо это приводит к чрезмерным затратам на их поддержку из-за высокой сложности таких интегрированных программных систем, что делает такие проекты нецелесообразными [2]. Это приводит к тому, что программные средства, разработанные на основе такого подхода, оказываются изолированными и, как следствие, не приносящими ожидаемых результатов для предприятия.

Основной причиной в данном случае видится отсутствие единой теоретической модели ЕРМ, а также методов, позволяющих управлять эффективностью согласованно на каждом уровне организационной иерархии. Такая модель должна лечь в основу разработки автоматизированного инструментария, позволяющего реализовать основные функции управления эффективностью в рамках единого информационного контура [3].

Под эффективностью предприятия следует понимать реализацию долгосрочных целей с использованием наименьшего объема доступных ресурсов [4]. Управление эффективностью бизнеса является сложным многоаспектным явлением. Функционирование системы управления эффективностью предприятием необходимо рассматривать параллельно как в социальной, так и в технической плоскости.

К социальным аспектам можно отнести как вопросы, связанные с практикой принятия решений: основываясь на фактах, а не на интуиции; так и вопросы разработки и формализации стратегии, использование методологии целевого управления персоналом; вопросы стимулирования и мотивации; обеспечение необходимой и приемлемой коммуникации между организационными уровнями управления и т.п. [5]

В техническом плане создание системы управления эффективностью подразумевает необходимость создать информационную среду, необходимую для поддержки социальной активности, связанной с применением вышеописанных концепций и методик. Например, некоторые авторы отмечают отсутствие значительного роста эффективности в ситуациях, когда внедрение приложений для бизнес-анализа происходит без ориентации на решение стратегических задач, а также отсутствие необходимых коммуникаций между высшим менеджментом и персоналом, отвечающим за бизнес-анализ [6].

Цикл управления эффективностью предприятия представляет собой ряд типовых этапов, включающих планирование, измерение, выполнение и анализ [7]. Значительная часть авторов рассматривает управление эффективностью, в первую очередь как подход позволяющий сделать стратегические приоритеты предприятия явными и структурированными, а также обеспечить согласованность операционного управления в соответствии с обозначенными стратегическими приоритетами. Корректнее, в этом контексте, говорить об управлении стратегической эффективностью предприятия. Структура системы управления эффективностью, получившая распространение в соответствии с этими представлениями, представлена на рис. 1.

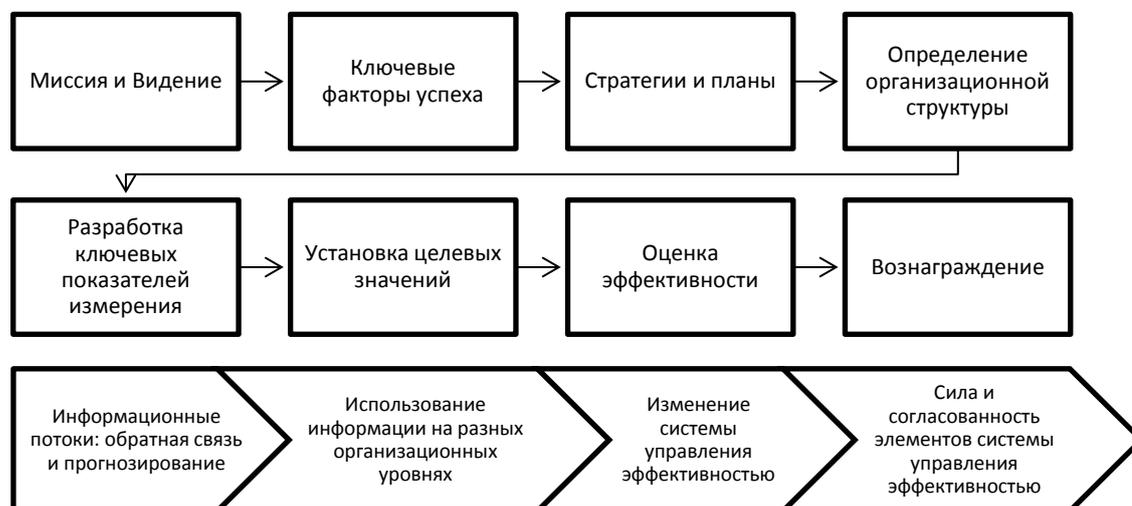


Рисунок 1. Структура системы управления эффективностью

Для обеспечения согласованности между стратегическим и оперативным управлением, на основе стратегических целей, разрабатываются наборы ключевых показателей деятельности, которые используются для планирования и оценки результатов работы отдельных функциональных подразделений и сотрудников [8].

В оперативном контуре управления, руководителям для принятия решений, основанных на данных, требуется актуальная, своевременная и качественная информация по показателям деятельности, характеризующим ситуацию на предприятии по отдельным бизнес-процессам. На первом этапе внедрения системы управления эффективностью, предприятию, как правило, достаточно анализировать узкие места в собственном производственном цикле, поэтому актуальным будет использование данных из собственных ERP-систем (Enterprise resource planning – система планирования ресурсов предприятия). Позднее необходимо учитывать влияние ограничивающих факторов, которые приносит ближайшее окружение предприятия – поставщики и покупатели. Актуальным становится получение данных по показателям деятельности из SCM- (Supply Chain Management — системы управления цепочками поставок) и CRM-систем (Customer Relationship Management – управление отношениями с клиентами). Следовательно, разработка системы показателей деятельности на этом этапе должна опираться на транзакционные автоматизированные системы учета, реализующие функциональную автоматизацию [9].

Однако, для обеспечения упреждающего воздействия, учитывающего изменения в спросе/предложении, поведении персонала, прогнозе развития рыночной ситуации, учете внешних факторов, влияющих на бизнес, требуется собирать и анализировать отдельные метрики, демонстрирующие изменение значимых для бизнеса обстоятельств. Такие факторы не находятся в зоне непосредственного влияния менеджмента предприятия, однако, являются источниками рисков и возможностей, которые необходимо учитывать при управлении эффективностью предприятия.

### Литература

1. Одинцов Б. Е., Романов А. Н. Проблемы создания информационных систем управления эффективностью бизнеса // Вестник Финансового университета. 2014. № 6 (84) . С. 22-36.
2. Gary Cokins Enterprise Performance Management: Making it Work EDPACS: The EDP Audit, Control, and Security Newsletter, Volume 48, Issue 6, 2013 pages 11-21
3. Aho M. (2012) What is your PMI? A Model for Assessing the Maturity of Performance Management in Organizations. Proceedings of 'Performance Management: From Strategy to Delivery' (PMA 2012) conference. University of Cambridge, UK. July 11-13, 2012.
4. Кравец, А.Г. Системы управления ресурсами предприятия : учеб. пособие / Кравец А.Г.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 176 с.
5. Кравец, А.Г. Автоматизированное управление корпоративным интеллектуальным капиталом : монография / Кравец А.Г., Гуртяков А.С.; ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 111 с.
6. Босенко, В.Н. Автоматизация процесса строительства нефтепровода посредством создания и использования автоматизированной системы управления строительством нефтепровода «СтройНефть» / Босенко В.Н., Кравец А.Г., Камаев В.А. // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 3 (ч. 3). - С. 475-479.
7. Белов, А.Г. Интегрированная система управления эффективностью бизнеса / Белов А.Г., Кравец А.Г. // Системные проблемы надёжности, качества, информационно-телекоммуникационных и электронных технологий в инновационных проектах (Инноватика-2010) : матер. XV междунар. науч.-техн. конф. и Рос. науч. школы молодых учёных и специалистов / Науч.-учеб. центр "АСОНИКА" [и др.]. - М., 2010. - Ч. 1. - С. 86-89.
8. Белов, А.Г. Business Performance Management in Small and Medium Businesses and Functional Automation / Белов А.Г., Кравец А.Г. // World Applied Sciences Journal (WASJ). - 2013. - Vol. 24, Spec. Issue 24 : Information Technologies in Modern Industry, Education & Society. - С. 7-11.
9. Белов, А.Г. Система ключевых показателей эффективности для проекта разработки тиражного программного обеспечения / Белов А.Г., Кравец А.Г. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2014. - № 4. - С. 11-22.

### ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ОТХОДАМИ НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Руднев Р.Ю., Кульцова М.Б., Жукова И.Г.

*Волгоград, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)*

В статье представлен интегрированный подход к интеллектуальной поддержке принятия решений по управлению отходами на городских территориях, в основе которого лежит совместное использование семантических технологий и имитационного моделирования. По результатам реинжиниринга процесса принятия решений в соответствии с принципом «Zero Waste» предложена концепция поддержки принятия решений по управлению отходами на основе интеграции рассуждений на знаниях, представленных онтологической моделью, и имитационного моделирования.

#### **Ontology-based approach to intelligent support of decision making in urban waste management. Rudnev R., Kultsova M., Zhukova I.**

In this paper an integrated approach to intelligent support of decision-making in urban waste management is described, which is based on coupling the semantic technologies and simulation modeling. Decision-making process reengineering was performed in accordance with «Zero Waste» concept. A concept of decision-making support in waste management was proposed, which is based on the integration of ontological reasoning and simulation modeling.

#### **I. Введение**

Под управлением отходами (или обращением с отходами) понимают совокупность мероприятий по переработке, сбору, транспортировке, утилизации или вторичному использованию отходов, и контроль за данными процессами. Эффективная система управления отходами должна строиться не только на соответствующих нормативно-правовых актах, традиционных технологиях и методах минимизации отходов, но в тоже время учитывать региональную специфику экологических проблем,

применять экономические механизмы, использовать современные инновационные технологии управления [1]. Большое число связанных задач обращения с отходами и их высокая сложность требуют системного подхода в вопросах управления отходами и применения современных информационных технологий.

## II. Основная часть

В последнее время произошел сдвиг от сконцентрированности на контроле загрязнений окружающей среды к более широкой стратегии. «Zero Waste» («нуль» отходов, «нулевые» отходы) – это новый принцип планирования управления отходами, реализующий методы сохранения ресурсов путем возврата отходов в цикл производства, минимизации загрязнения, создания возможностей максимальной занятости и обеспечения наибольшей степени экономической уверенности [2]. Основа этой стратегии управления отходами состоит в том, что отходы состоят из различных элементов, которые не должны смешиваться между собой, а утилизироваться отдельно друг от друга экономичными и экологически возможными способами. Система управления отходами обозначает, что в дополнение к традиционным способам частью утилизации отходов должны стать мероприятия по сокращению количества отходов и вторичная переработка отходов. Таким образом, стратегия «нулевых» отходов направлена на: поиск экономии затрат и новых доходов в существующих процессах; создание новых рынков для существующих товаров и услуг; разработку новых технологий, процессов и продуктов; идентификацию новых организационных, юридических и экономических инноваций; развитие инфраструктур, которые способствуют обмену, вторичному использованию и рециклинг [3].

Принцип «нулевых» отходов лежит в основе нового интегрированного подхода управления отходами на городских территориях. Согласно этому принципу, каждый субъект, взаимодействующий с отходами и находящийся на территории города, должен минимизировать оказываемое им негативное влияние на окружающую среду путем выбора оптимального способа обращения с отходами – вторичного использования, транспортировки, утилизации и т.д. Цель такой концепции управления – минимизация экономических затрат субъекта (предприятия), вырабатывающего или (и) использующего отходы, и уменьшение экологической нагрузки городской территории.

Процесс формирования системы управления отходами на предприятии состоит из нескольких уровней [1]. На первом уровне (организационном, административном) предприятие ориентируется на исполнение требований, предъявляемых законодательством в области обращения с отходами. На втором уровне (консультативно-аналитическом) производится анализ проектных документов и аудит отходов в целях выявления приоритетных направлений в сфере обращения с отходами на предприятии, требующих улучшения. Вырабатывается стратегия обращения с отходами и определяется политика в области управления отходами. На третьем уровне (уровне внедрения) осуществляется принятие управленческих решений о внедрении отобранных технологий минимизации отходов, технологий переработки отходов. Внедрение указанных технологий со временем дает экономическую выгоду как прямую (ресурсосбережение, сокращение расхода сырья), так и опосредованную (за счет налоговых льгот, зачета затрат на природоохранные мероприятия). На завершающем уровне процесса систематизируется опыт, полученный на предыдущих уровнях, применения новых технологических и технических решений, управленческого консультирования.

В результате проведения исследования для построения объектной модели предметной области управления отходами были обозначены объекты и субъекты процесса обращения с отходами, их характеристики и отношения между ними. Полученная объектная модель представлена в виде ER-диаграммы на рисунке 1.

Отходы связаны отношениями с субъектами размещения и использования отходов (предприятия, свалки и т.д.), классификатором отходов, задающим класс отходов на уровне всего государства, региональным кадастром отходов для конкретного города. Городская территория в свою очередь связана отношением с субъектами, которые расположены на ней, с региональным кадастром отходов и законодательной базой Российской Федерации, которая регулирует и нормирует деятельность в сфере обращения с отходами. Субъекты (предприятия) связаны отношением с окружающей средой и со способами обращения с отходами.

Сформулирована задача принятия решения по управлению отходами на предприятии [5, 6]:

$$ЗПР = \langle ОС, A, K, M, P, П \rangle, \quad (1)$$

где ОС – описание ситуации принятия решения, состоящее из множества численных и качественных параметров:  $ОС = \{P_{q1}, P_{q2}, \dots, P_{n1}, P_{n2}, \dots\}$ ,  $A$  – множество альтернатив, каждая из которых состоит из множества управляющих воздействий:  $A_i = \{A_{c1}, A_{c2}, \dots\}$ ,  $K$  – множество критериев, в виде качественных оценок ситуации с точки зрения предприятия,  $M$  – модель, позволяющая для каждой альтернативы рассчитать вектор критериев;  $P$  – система предпочтений для каждого из критериев;  $П$  – решающее правило выбора альтернативы. Данная задача решается лицом, принимающим решение (ЛПР) с привлечением в качестве консультантов экспертов по смежным предметным областям (например, экологи).

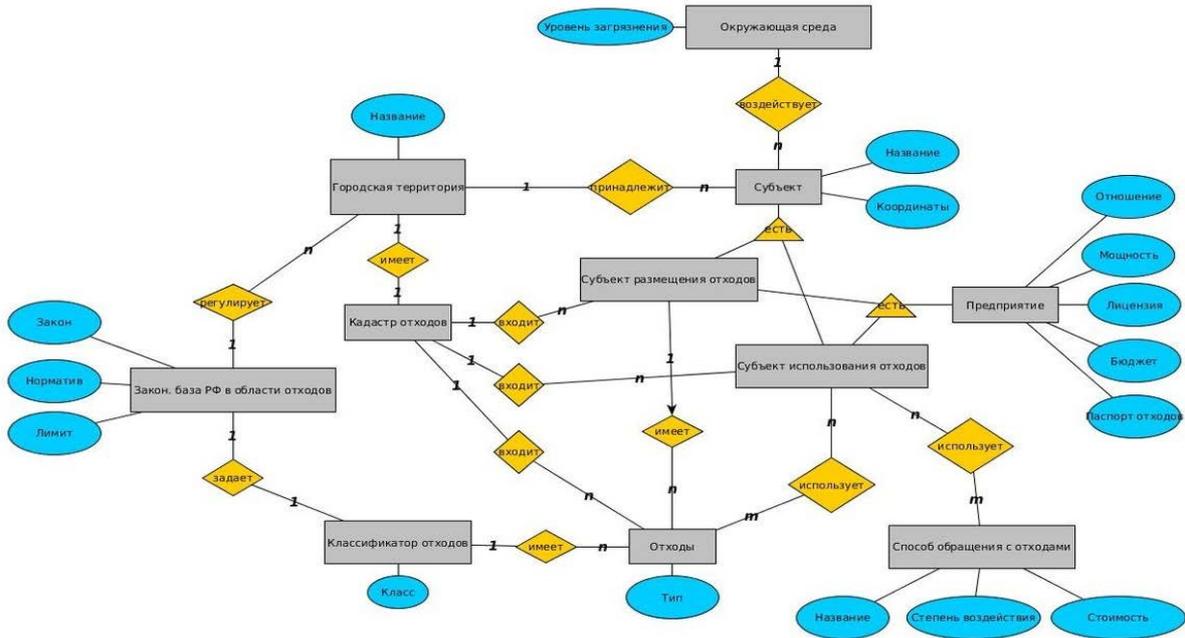


Рисунок 1 – ER-диаграмма предметной области управления отходами

В результате анализа специфики предметной области управления отходами, были обозначены следующие требования к модели представления знаний и данных [4, 6]:

- 1) модель должна позволять описывать предметную область обращения с отходами, а именно принятия решение в процессе управления отходами, структуру предметной области, иерархические отношения между понятиями предметной области, отношения «часть-целое», отношения связанных терминов;
- 2) модель должна позволять описывать синонимию терминов предметной области управления отходами;
- 3) модель должна обеспечивать согласование и интеграцию описания предприятий, отходов, способов их переработки, законов, регламентирующих деятельность в сфере обращения отходов за счет использования общих понятий предметной области для определения и повторного использования;
- 4) модель должна обеспечивать возможность поиска рациональной стратегии управления отходами на предприятии;
- 5) модель должна поддерживать накопление, распределение и повторное использование знаний о предметной области управления отходами, а также обеспечивать модульность и расширяемость.

Для интеграции компонентов описания объектов и субъектов предметной области и отношений между ними разработана метаонтология построения оптимальной стратегии по обращению с отходами. Метаонтология включает в себя следующие онтологические модели:

- 1) онтология отходов, описывающая их свойства и классы опасности, а также допустимые законодательством способы их переработки, утилизации, транспортировки и норм хранения;
- 2) онтология законодательной базы РФ в сфере обращения с отходами, обеспечивающая проверку допустимости тех или иных действий лиц, принимающих решения, в процессе управления отходами;
- 3) онтология субъекта, взаимодействующего с отходами (предприятие, полигон и т. д.);
- 4) онтология методов обработки отходов, описывающая как методы, так и стоимость, экономические затраты и воздействие на экологическую нагрузку окружающей среды при их использовании предприятием.

Формальная модель метаонтологии имеет следующий вид (рис. 2):

$$M = \langle O_M, C_M, I_{nstM}, R_M, I_M \rangle, \quad (2)$$

где  $M$  – метаонтологическая модель предметной области;  $O_M = \{O_w, O_L, O_S, O_{MT}\}$  – множество онтологических моделей, включенных в метаонтологию;  $O_w$  – онтологическая модель отходов;  $O_L$  – онтологическая модель законов и норм обращения с отходами;  $O_S$  – онтологическая модель субъектов взаимодействующих с отходами;  $O_{MT}$  – онтологическая модель способов обращения с отходами;  $C_M$  – множество концептов,  $C_M = \emptyset$ ;  $I_{nstM}$  – множество сущностей,  $I_{nstM} = \emptyset$ ;  $R_M$  – множество отношений метаонтологии;  $R_M = \{r_{M1}, r_{M2}, r_{M3}, r_{M4}\}$ ;  $r_{M1}$  – отношение has «имеет»;  $r_{M2}$  – отношение uses

«использует»;  $r_{M3}$  – отношение includes «включает»;  $r_{M4}$  – отношение is «является»;  $I_M$  – множество правил интерпретации,  $I_M = \emptyset$ .

На рисунке 2 представлена диаграмма IDEF5 метаонтологической модели предметной области управления отходами.

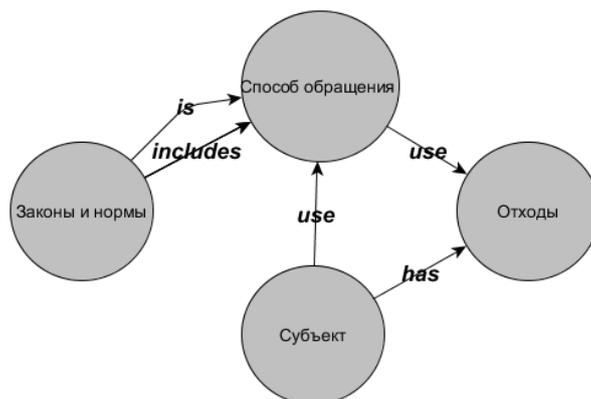


Рисунок 2 – диаграмма IDEF5 метаонтологической модели предметной области управления отходами

Найденная в результате логического вывода на онтологии стратегия управления отходами на предприятии будет проверяться на имитационной модели на соответствие принципу «Zero Waste». Имитационная модель строится на основании обозначенной объектной модели предметной области управления отходами согласно парадигме системной динамики. Модель должна обладать большой эвристической силой и позволять описывать процесс управления отходами на предприятии и на городской территории, а также проверять последствия от принимаемых решений по управлению отходами на предприятии и в городе согласно принципу «Zero Waste». Лица, принимающие решения по управлению отходами, должны иметь возможность увидеть влияние принимаемых ими решений на различные уровни системы – предприятия, города и окружающую среду в целом.

### III. Заключение

Предлагаемый интегрированный подход к поддержке принятия решений по управлению отходами на городских территориях, позволит найти рациональный способ обращения с отходами, минимизирующий как экономические затраты предприятий, так и экологическую нагрузку на городскую территорию.

### Литература

1. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. (Под ред. НП «Региональное Энергетическое Партнерство»). Санкт-Петербург, 2005.
2. Мюррей Р. Цель – Zero Waste. (Перев. с англ.). – М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2004. – 232 с.
3. Сапожникова Г. П. Конец «мусорной цивилизации»: пути решения, проблемы отходов. Москва, 2010.
4. Sie Ting Tan, Haslenda Hashim, Chew Tin Lee, Jeng Shiun Lim, Wai Shin Ho, Jinyue Yan SMART: An Integrated Planning and Decision Support Tool for Solid Waste Management. // Computer Aided Chemical Engineering Vol. 33, 2014, p 271-276.
5. Управленческие решения (методы принятия и реализации) : учебное пособие / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – 190 с.
6. Kultsova M. B., Sadovnikova N. P., Zhukova I. G., Navrotsky M. A., Ryaskov A. S. Intelligent support of decision making in waste management using case based reasoning and ontology. Materials of the III International Scientific – Practical Conference «Innovate information technologies» (I2T-2014) PART3, April 23-27, Prague, 2014.

## РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В ИННОВАЦИОННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

Макарова Е.П.

Москва, Российский университет дружбы народов

Проанализирована роль информационных и коммуникативных сетей в инновационной системе на основе анализа зарубежного опыта. Партнеры в инновационной системе могут быть разными:

правительственные и законодательные органы, университеты и научные учреждения, инновационные агентства, инновационные брокеры, частные фирмы с их научными подразделениями, бизнес-парки, технопарки, частное и публичное партнерство в форме кооперативов. и др. Это усложняет коммуникации между ними и требует создания определенных моделей и алгоритмов. В этих обстоятельствах информационные и коммуникационные технологии играют значительную роль в обеспечении инновационного развития.

**Role of information and communication networks in innovative agricultural system. Makarova E.P.**

The role of information and communicative networks in innovative system was analyzed on the basis of foreign experience. Partners in innovative system can be different: governmental and legislature, universities and scientific institutions, innovative agencies, innovative brokers, private firms with their scientific divisions, business parks, science and technology parks, private and public partnership in a form of cooperatives. etc. that complicates communications between them and demands creation of certain models and algorithms. In this situation information and communication technologies play a significant role in innovative development.

В данной статье рассматривается роль информационных и коммуникативных сетей в инновационной системе на основе анализа зарубежного опыта. В современной экономической науке сложилась концепция, что инновации успешно реализуются благодаря сложной системе, так называемой инновационной системе, в которую входят многочисленные участники – партнеры инновационного развития. По определению Всемирного Банка и ОЭСР инновационная система - это «сеть организаций, предприятий, а также индивидуальных лиц, нацеленных на поставку новых продуктов, новых процессов, а также новых форм организации в экономическое использование совместно с институтами и политикой, которые влияют на их поведение и исполнение» [1,2,8]. Партнеры в инновационной системе могут быть разными: правительственные и законодательные органы, университеты и научные учреждения, инновационные агентства, инновационные брокеры, частные фирмы с их научными подразделениями, бизнес-парки, технопарки, частное и публичное партнерство в форме кооперативов. и др., что усложняет коммуникации между ними и требует создания определенных моделей и алгоритмов. В этой ситуации информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) играют значительную роль.

Рассмотрим ряд информационных и коммуникационных сетей в инновационной сельскохозяйственной системе Нидерландов.

Самая простая и давно известная коммуникационная сеть - «группы изучения» - неформальные объединения фермеров в так называемые «группы изучения». Это система, в которой фермеры с одинаковыми интересами делятся своими достижениями друг с другом, а также нанимают одного или более консультантов [3]. Консультанты осуществляют анализ хозяйственной деятельности ферм, дают рекомендации по производственным вопросам и маркетингу, способствуют инноватизации фермерского хозяйств. Некоторые авторы считают, что для стимулирования инноваций получение знаний (learning) от коллег – сельхозпроизводителей, от сельхозпроизводителей из других регионов и даже от производителей извне сельскохозяйственного сектора имеет ключевое значение. Более того, некоторые организации требуют от научных учреждений устанавливать новые, более тесные связи с сельхозпроизводителями. а также улучшить механизм сельскохозяйственных закупок [5].

Исторически в распространении новых знаний и технологий в сфере хозяйства играли ИКС — информационно-консультационные службы. Однако, в Нидерландах информационная и консультативная службы распространения знаний AKIS частично приватизированы и, по мнению ряда авторов, недостаточно активно работают в инновационном процессе. Поэтому в этой сфере начинают участвовать как государственные, так и всевозможные частные организации, отдельные консультанты и брокерские фирмы [6].

Достаточно часто последние [брокеры инноваций] берут на себя создание и поддержку инновационных и коммуникационных сетей в инновационной системе. Такие брокеры как отдельный механизм от службы внедрения и распространения знаний возникли сравнительно недавно, поэтому нет единого подхода к определению того, что это значит брокер инноваций в сельском хозяйстве. Так, под данным термином [4] может скрываться организация или орган, который действует как агент или брокер между двумя или более партнерами на любом этапе инновационного процесса. Такая посредническая деятельность охватывает помощь в обеспечении информации о потенциальных партнерах, оценку сделки между партнерами, создание удовлетворяющих все стороны условий для поддержки инновации, включая финансирование. Часто настоящих брокеров инноваций определяют как организации действующие как сетевая команда (коллектив), нацеленная не только на организацию или применение инновации, но и на стимулирование других организаций на инноватизацию [6].

Таким образом, центром экономического сельскохозяйственного развития вместо традиционного линейного научно-технического процесса, заключающегося в выдаче наукой новых технологий, становится организация сети или системы, включающей ученых, фермеров, предпринимателей и другие

организации, вовлеченные в процесс создания, диффузии (распространение), адаптации и использования инноваций. Более того, считается, что сельскохозяйственные инновации требуют баланса между новой практикой и альтернативными механизмами – рынком, трудовыми ресурсами, землепользованием и распределением дохода. ИКТ (информационно-коммуникационных технологий) делают возможным решение данных задач.

Использование современных ИКТ позволяет осуществлять постоянное взаимодействие между всеми партнерами, заинтересованными в инновационном развитии сельского хозяйства. Например, такая услуга как Amazon Web Services может быть использована с серверами Windows или Linux и через Интернет можно получать информацию о новых инновациях, а также обмениваться ею с другими заинтересованными участниками процесса. Как известно, знание это сила. Поэтому, знание интересов всех заинтересованных игроков – это важнейшее условие инноватизации сельского хозяйства. И здесь необходимо использовать все известные коммуникационные технологии (CD-ROMs, e-mail, websites, 15 E-learning, multimedia, мобильные телефоны и другие).

Для успешного функционирования инновационной сельскохозяйственной системы в Нидерландах создано несколько территориальных инновационных платформ. Они созданы территориальными, так как установлено, что инновации более успешны, если они основываются на местных ресурсах, имеет местную или региональную сеть, связаны с региональной экономикой и планируемыми целями. Поэтому, политическая и организационная поддержка инновационных процессов согласно территориальным принципам помогает снять когнитивные, психологические и междустриальные барьеры, поможет установить региональное инновационное партнерство. В конечном счете, стимулируется создание много-партнерской кооперации, владеющей в различных формах территориальным капиталом для создания инноваций.

Одна из таких инновационных платформ - это IDM (Innovation Platform Sustainable Meierij). IDM совместно с местной мульти-сетью распространения знаний Regiowaarde (Knowledge Network Regions Value) формирует коллективную организацию, которая способствует взаимодействию между природными ресурсами и динамичной региональной экономикой. Платформа разрабатывает конкурентоспособный проект, учитывающий аспекты устойчивости: люди, сельская среда. IDM также обеспечивает площадку для обсуждения проблем регионального развития, диверсификации, возрождения, «ребрендинга» сельских территорий.

Другая инновационная платформа, созданная в регионе Het Groene Woud, также объединила частные и общественных партнеров для работы в альянсе. Задача – создать товаропроводящую систему для местных качественных продуктов и услуг.

Выявлены три важных аспекта территориального взаимодействия при инноватизации [7]:

- кооперация предпринимателей из бизнеса и сельскохозяйственного сектора;
- учет социальных ценностей (название территории, фирм, брендов);
- идентификация региона, как преимущество для инноваций.

Таким образом, в рамках инновационной сельскохозяйственной системы, создаваемых для экономического роста страны, значительную роль играют информационные и коммуникационные сети. Они могут иметь различную структуру, задачи, степень формализации, количество и однородность участников, территориальный охват.

#### Литература

1. Biggs, S.D. 1990. A multiple sources of innovation model of agricultural research and technology promotion. *World Development* 18(11): p.1481–1499.
2. Brunori, G., Rand, S. and Proost, J. (2007): Towards a conceptual framework for agricultural and rural innovation policies. WP1 report: Review of relevant conceptual frameworks and theoretical underpinnings. IN-SIGHT project, contract no. FP6-2005-SSA 44510.
3. Diederens P., Hans van Meijl, Arjan Wolters & Katarzyna Bijak. *Innovation Adoption in Agriculture: Innovators, Early Adopters and Laggards*. Cahiers d'économie et sociologie rurales, n° 67, 2003
4. Howells, J. (2006), 'Intermediation and the Role of Intermediaries in Innovation'. *Research Policy*, vol. 35, pp. 715-728 Proost, J. and Van Weperen, W. (2006): Creating space for change – Farmers' learning groups in The Netherlands, in: COMPAS Magazine for Endogenous Development, July, no.20, pp. 18-19.
5. Klerkx, L., Gildemacher, P. (2012). The role of innovation brokers in agricultural innovation systems. In: World Bank (2012), *Agricultural Innovation Systems: An Investment Sourcebook*, pp. 211-230. World Bank, Washington DC
6. Klerkx L., Andy Hall and Cees Leeuwis. *Strengthening Agricultural Innovation Capacity: Are Innovation Brokers the Answer?* Working Paper Series #2009-019. United Nations University -Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology [[www.lei.wur.nl/UK/statistics/Binternet](http://www.lei.wur.nl/UK/statistics/Binternet)]

7. Макарова Е.П. Управление развитием постинтенсивного инновационного сельского хозяйства в Нидерландах // «Проблемы современной экономики», № 3, 2011, с.409-413
8. OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow. OECD, 2010.
9. Winch, G. and Courtney, R.(2007), 'The Organization of Innovation Brokers: An International Review', Technology Analysis & Strategic Management, vol. 19, no. 6, pp. 747-763

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ПО НАУКЕ**

Солдатенко И.С., Супонев Н.П., Медведева О.Н.  
*Тверь, Тверской государственный университет*

Рассмотрен опыт разработки и внедрения информационно-аналитической системы для заполнения отчетов по науке.

### **Information system for creating Reporting on Science. Soldatenko I.S., Suponev N.P., Medvedeva O.N.**

The article is devoted to the development of information-analytical system for creating Reporting on Science.

С 2103 года в Тверском государственном университете ведутся работы по комплексному исследованию и автоматизации процессов мониторинга и учета результатов научной деятельности университета [1].

На первом этапе были разработаны и внедрены основные модули системы, накапливающие информацию о результатах научной деятельности:

- «Публикации» – система учета публикационной активности;
- «ОИС» – система учета объектов интеллектуальной собственности;
- «НИР» – учет финансируемых НИР (поданные заявки, выигранные заявки, объемы финансирования, отчеты);

– «Диссертации» – модуль информационной поддержки деятельности диссертационных советов.

Помимо основных модулей были разработаны два интегрирующих модуля:

- «Рейтинг профессорско-преподавательского состава университета» [2];
- «Отчеты по науке кафедр и факультетов» – для автоматизации процесса подачи научной отчетности структурными подразделениями, а также формирования статистических сведений по университету в целом.

Все модули являются частью единой информационной системы и используют единую базу персональных данных.

Интегрирующий модуль «Отчеты по науке кафедр и факультетов» предназначен для формирования отчетов по науке на основе информации, хранящейся в основных модулях системы, а также позволяет дополнительно вводить и обрабатывать информацию, необходимую для построения отчетов.

Модуль имеет систему авторизации с разграничением прав доступа по типам пользователей.

В соответствии с принятой структурой отчета по науке, интерфейс оператора кафедры состоит из главной страницы и трех блоков.

На главной странице выводится краткая инструкция по работе с системой, контактная информация службы поддержки и некоторые текущие замечания по заполнению форм отчетности.

В первом блоке приведены разделы, которые кафедра заполняет самостоятельно:

– «Общие сведения» – указываются научные направления, школы, сотрудничество с другими организациями, наиболее значимые результаты НИР и т.д.;

– «Подготовка кадров высшей квалификации» – интерфейс, состоящий из вкладок «Аспирантура/докторантура», на которой автоматически выводится список всех аспирантов и докторантов кафедры, и «Защита сотрудников» – для ввода соответствующей информации;

- «Неопубликованные произведения науки»;
- «Международная деятельность»;
- «Участие в научных мероприятиях»;
- «Экспертная деятельность» (вхождение в редакционные коллегии журналов и программные комитеты конференций);
- «Премии/награды».

Во втором блоке приведены интерфейсы, выводящие информацию из базы данных сотрудников университета, публикаций и объектов интеллектуальной собственности. В эти базы информация поступает после предварительной модерации, поэтому соответствующие интерфейсы кафедрального

отчета не позволяют вносить изменения, и предназначены только для контроля наполнения соответствующих баз данных со стороны кафедры:

- «Кадровый потенциал» – для проверки списочного состава кафедры, информации по совместителям, должностям, степеням и званиям;
- «НИР» – для проверки списка НИР, по которым кафедра получает финансирование, объем финансирования, а также заявок на НИР, поданных в текущем году (Рис. 1);
- «Монографии», «Учебники и учебные пособия», «Статьи» – разделы для проверки списка публикаций соответствующих типов по кафедре;
- «ОИС» – для проверки информации по объектам интеллектуальной собственности.

№	Руководитель конкурсной заявки	Вид конкурса	Наименование заявки (сроки проекта)	Год подачи заявки	Результативность
1	Язенин Александр Васильевич	Минобрнауки РФ	Конкурс на предоставление поддержки программы развития системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса в образовательных организациях высшего образования, подведомственных Минобрнауки (2015)	2014	
2	Язенин Александр Васильевич	Минобрнауки РФ	Разработка и исследование моделей и методов оптимизации инвестиционного портфеля в условиях гибридной неопределенности возможно-вероятностного типа (2014 - 2016)	2014	выиграна
3	Семенов Андрей Борисович	РФФИ	Дискретно-непрерывный подход в задаче распознавания рукопечатных символов (2014)	2014	выиграна
4	Гришина Елена Николаевна	Другие источники	Дистанционный онлайн-курс "Интеллектуальный анализ данных в управлении и принятии решений" (2014)	2014	

Рис. 1. Интерфейс «НИР».

Третий блок представляет собой управляющие страницы, предназначенные для проверки, фиксации и печати отчета:

- на странице «Подпись» можно зафиксировать отчет. После этого внесение изменений в отчет для сотрудников кафедры недоступно, а сам отчет поступает на проверку в управление научных исследований;
- «Печатная форма отчета» и «Печатная форма приложений» – страницы, предназначенные для распечатки бумажных версий отчета и приложений.

Для учетной записи оператора факультета общая структура отчета выстроена аналогично, а интерфейсные формы приведены в соответствии с действующей структурой отчета факультета. Таким образом, редактируемая часть отчета представлена общими сведениями, информацией об издаваемых журналах, информацией о проводимых мероприятиях, сведениями об участии студентов в научных мероприятиях, выполнении студентами НИР и т.д.

Не редактируемый блок содержит интерфейсы, которые выводят информацию из баз данных «Статьи студентов в журналах» и «ОИС студентов».

Третий блок – блок управляющих ссылок – выглядит и действует аналогично такому же блоку в кафедральном отчете.

Для учетной записи администратора системы доступен выбор любого факультета и любой кафедры для просмотра и редактирования любой формы отчета, а также для принятия или отклонения зафиксированного отчета. В случае принятия или отклонения в интерфейсе оператора кафедры/факультета выводится информация о том, когда и кем это было сделано.

<p>Главная страница</p> <p>Отчеты кафедр</p> <p>Отчеты факультетов</p> <p>НИР</p> <p><b>Сведения для отчета</b></p> <p>Суммарные сведения</p>	<h2 style="text-align: center;">Сведения для отчета</h2> <p style="text-align: center;">Таблица 19    Таблица 20    Таблица 22</p> <h3 style="text-align: center;">Результативность научных исследований и разработок в 2014 году</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Показатель</th> <th style="text-align: center;">Код строки</th> <th style="text-align: center;">Количество</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Монографии, всего, в том числе опубликованные в изданиях:</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">53</td> </tr> <tr> <td>  – зарубежных</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>  – российских</td> <td style="text-align: center;">03</td> <td style="text-align: center;">53</td> </tr> <tr> <td>Научные статьи, всего, в том числе опубликованные в изданиях:</td> <td style="text-align: center;">04</td> <td style="text-align: center;">1119</td> </tr> <tr> <td>  – зарубежных</td> <td style="text-align: center;">05</td> <td style="text-align: center;">47</td> </tr> <tr> <td>  – российских</td> <td style="text-align: center;">06</td> <td style="text-align: center;">1072</td> </tr> <tr> <td>Сборники научных трудов, всего, в том числе:</td> <td style="text-align: center;">07</td> <td style="text-align: center;">81</td> </tr> <tr> <td>  – международных и всероссийских конференций, симпозиумов и т.д.</td> <td style="text-align: center;">08</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>  – другие сборники</td> <td style="text-align: center;">09</td> <td style="text-align: center;">71</td> </tr> <tr> <td>Учебники и учебные пособия, всего, в том числе:</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">104</td> </tr> <tr> <td>  – с грифом УМО или НМС</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>  – с грифом Минобрнауки России</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> </tbody> </table>	Показатель	Код строки	Количество	Монографии, всего, в том числе опубликованные в изданиях:	01	53	– зарубежных	02	0	– российских	03	53	Научные статьи, всего, в том числе опубликованные в изданиях:	04	1119	– зарубежных	05	47	– российских	06	1072	Сборники научных трудов, всего, в том числе:	07	81	– международных и всероссийских конференций, симпозиумов и т.д.	08	10	– другие сборники	09	71	Учебники и учебные пособия, всего, в том числе:	10	104	– с грифом УМО или НМС	11	2	– с грифом Минобрнауки России	12	7
Показатель	Код строки	Количество																																						
Монографии, всего, в том числе опубликованные в изданиях:	01	53																																						
– зарубежных	02	0																																						
– российских	03	53																																						
Научные статьи, всего, в том числе опубликованные в изданиях:	04	1119																																						
– зарубежных	05	47																																						
– российских	06	1072																																						
Сборники научных трудов, всего, в том числе:	07	81																																						
– международных и всероссийских конференций, симпозиумов и т.д.	08	10																																						
– другие сборники	09	71																																						
Учебники и учебные пособия, всего, в том числе:	10	104																																						
– с грифом УМО или НМС	11	2																																						
– с грифом Минобрнауки России	12	7																																						

Рис. 2. Статистическая форма для отчетности по университету.

Кроме того, в интерфейсе администратора системы доступен ряд разделов для вывода статистической информации на основе тех сведений, которые кафедры и факультета вносят в базу данных (Рис. 2).

Данные статистические формы построены по образцу форм итоговой отчетности, сдаваемой университетом по результатам научной деятельности.

Разработанная информационно-аналитическая система позволила существенным образом упростить процедуру получения всей необходимой информации о научной деятельности факультетов, кафедр и отдельных персоналий для построения отчетов, проведения мониторингов и оценки научного потенциала университета.

#### Литература.

1. Солдатенко И.С., Супонев Н.П., Медведева О.Н., Миняев П.М. Информационно-аналитическая система мониторинга и учета результатов научной деятельности Тверского государственного университета // Информационная среда вуза XXI века: материалы VII Международной науч.-практической конференции (23-27 сентября 2013 года). Петрозаводск, 2013. С. 180-182.

2. Медведева О.Н., Супонев Н.П., Солдатенко И.С., Миняев П.М. Автоматизированная система рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава Тверского государственного университета. Информатизация образования и науки. 2014. № 3 (23).

### МЕХАНИЗМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Минзов А.С., \*Седов Д.Д., \*Черемисина Е.Н., \*Чухров А.А.

*г.Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ», г.Дубна, Международный университет природы, общества и человека «Дубна»*

Данная работа посвящена решению задачи выявления системы предпочтений пользователей Интернет с использованием механизмов нестрогой аутентификации и возможностей используемых протоколов передачи информации. Исследование может найти применение в маркетинге и электронном PR.

Ключевые слова: маркетинг, e-PR, выявление предпочтений, Интернет.

**Mechanisms to identify user preferences system in the internet. Minzov A., Sedov D., Cheremisina E., Chuhrov A.**

The authors propose a solution to the problem of identifying the preferences of Internet users based on the mechanism not strong authentication. Research can be used for marketing and PR-e.

Keywords: marketing, PR-e, identifying the preferences, Internet.

Активное внедрение технологий Интернет во многие сферы общественных, производственных и личных отношений среди пользователей сети, возможность получения быстрого доступа к информации, постоянное ее накопление и повышение ценности не осталось незамеченным для специалистов в области рекламы, маркетинга, коммуникаций и PR. Анализ эволюции массовых коммуникаций в Интернет, которые были разработаны или адаптированы специально для этих специалистов, позволил выделить следующие направления и одновременно этапы развития коммуникаций [1,2]:

1. Использование обычной рекламы на специализированных или популярных порталах. Этот начальный этап коммуникаций в Интернет оказался крайне неэффективным направлением, но используется до сих пор.
2. Спам (принудительная массовая рассылка рекламы). Эта коммуникация используется до сих пор с постоянно снижающейся эффективностью и популярностью.
3. Адресная принудительная рассылка по целевым группам пользователей. Этот способ используется до сих пор, хотя и работает с постоянно снижающейся эффективностью, превышающей в сотни раз эффективность спама.
4. Баннерная реклама с оплачиваемым сроком размещения на популярных ресурсах. Эффективность невысока и определяется, в основном, качеством баннера. Эффективность такой рекламы постоянно снижается.
5. Баннерная реклама по модели CPM (*Cost-Per-Thousand*). Эта рекламная модель, в которой цена устанавливается за тысячу показов баннера рекламодателя. До недавнего времени была популярной, так как позволяла управлять баннерной рекламой.
6. Контекстная реклама по модели PPC (*Pay-Per-Click*), отличие которой от баннерной рекламы заключается в том, что рекламодатели платили не за просмотры пользователей, а только за совершенные ими переходы на сайт рекламодателя. Более эффективна чем предыдущая, особенно для тех, кто заказывает рекламу.
7. Контекстная реклама по модели PPA (*Pay-Per-Action*) или оплата по конечному результату. Этими результатами могут быть: контекстный звонок, регистрация пользователя на сайте рекламодателя, подписка на рассылку или покупка товара. Это направление более современное, так как позволяет управлять рекламной деятельностью.

Одновременно с развитием форм и моделей массовых коммуникаций, ориентированных, прежде всего, на определенные группы пользователей (*целевые группы*) создавались и инструменты *оптимизации массовых коммуникаций*, позволяющие повысить их эффективность. К ним относятся механизмы SEO (*Search Engine Optimization*) или поисковой оптимизации, которые позволяют создавать целенаправленные каналы доступа к информации, размещая их в начале списка результатов поисковых запросов. Современные механизмы SEO, доступные в форме онлайн ресурсов, позволяют кроме задач оптимизации поисковых запросов решать также и задачи выявления целевых групп (*таргетинг*) пользователей по различным критериям, для которых создается вполне определенная, ориентированная на эти группы, реклама.

Хотя контекстная реклама и современные механизмы поисковой оптимизации повышают эффективность массовых коммуникаций, тем не менее представляет теоретический и практический интерес исследование и других эффективных моделей массовых коммуникаций в Интернет. Под эффективной коммуникацией в Интернет мы будем понимать создание таких информационных сообщений, которые воспринимаются пользователями целевых групп с высокой степенью доверия к ним и побуждают пользователей к определенным действиям, заложенным в этих сообщениях. Примеры таких коммуникаций сегодня проявляются в реакциях поисковых систем на наши запросы, которые реагируют на содержание наших предыдущих запросов и предлагают нам соответствующую рекламу. Это означает, что поисковые системы идентифицируют автора запросов, анализируют сам запрос и сохраняют эту информацию достаточно длительное время, по крайней мере, не менее 2-3х недель. Таким образом, мы наблюдаем сегодня переход к новой модели массовых коммуникаций на основе изучения индивидуальных потребностей и предпочтений пользователей Интернет. Впервые эта возможность массовых коммуникаций и моделирования индивидуальных предпочтений пользователей была рассмотрена в работах [3-6], а с 2014 года все основные поисковые системы стали криптографически закрывать поисковые запросы и результаты работы поисковых серверов от прослушивания их в сети Интернет.

Механизмы выявления системы предпочтений пользователей на основе модели индивидуальных массовых коммуникаций

В новой модели массовых коммуникаций, которая была названа как «*модель индивидуальных массовых коммуникаций с усиленной обратной связью*» [3] предполагается, что наиболее эффективные коммуникации могут быть достигнуты только в том случае, когда они «когнитивно резонансны» к объекту коммуникаций. Эта модель стала доступной благодаря широкому применению Интернет и тех возможностей, которые дают сегодня сетевые технологии для создания двусторонних коммуникаций.

По этой модели проводится предварительное изучение объекта коммуникаций с целью выявления его системы предпочтений и мнений, а уже после этого устанавливаются каналы коммуникаций. Эта модель коммуникаций наиболее сложна, но и наиболее эффективна с точки зрения управления коммуникациями и достижения целей PR-проектов. Одной из актуальных проблем применения этой коммуникации этой модели является **отсутствие эффективных механизмов выявления системы предпочтений объекта коммуникаций**. Сегодня существуют четыре таких механизма: **метод электронных опросов, механизм измерения популярности коммуникаций с использованием программно-аппаратных средств, метод анализа запросов пользователей к поисковой системе и метод неявного выявления предпочтений пользователей Интернет**.

**Первый метод** предполагает создание системы электронных экспресс-опросов для точно идентифицированных пользователей Интернет или целевых групп. Это не всегда удобный способ, так как он требует предварительной регистрации и аутентификации. **Второй метод** используется при определении рейтингов телевизионных передач по специальной выборке их слушателей с использованием программно-аппаратного метода контроля для каждого пользователя, позволяющего автоматически его идентифицировать и контролировать условия просмотра им телепередач (дату, время, канал передач, программу и т.д.). **Третий метод** сегодня наиболее эффективен так как позволяет практически полностью моделировать систему предпочтений пользователей по его запросам. К сожалению, сегодня этот метод доступен только для поисковых систем. Для того, чтобы им воспользоваться надо либо создавать свою собственную поисковую систему и делать ее популярной, либо разрабатывать метапоисковую систему с использованием внутри неё уже популярных поисковым систем, либо создавать специальный код контролирующей запросы к поисковым системам на личном компьютере пользователя и другой информации. Такой код будет иметь механизмы распространения подобные распространению вредоносного кода. **Четвертый метод** позволяет используя свойства протоколов *WWW, FTP, POP3, SMTP*, механизмы сессий, меток (Cookies) и косвенные данные для нестрогой аутентификации пользователей и выявлении их предпочтений путем анализа переходов на ресурсы Интернет [3]. К косвенным данным относятся: *IP-адрес пользователя, техническая конфигурация его компьютера, параметры операционной системы и другая информация*.

Рассмотренные механизмы реализации модели массовой индивидуальной коммуникации могут быть широко использованы в маркетинге, e-PR, а также при ведении информационных войн.

#### Литература.

1. Гладченко А. Эволюция интернет-рекламы: переход от кликов к действию [электронный ресурс] <http://www.biztimes.ru/index.php?artid=2508>, 15.07.2015 г.
2. Райцин М., Кураков А. Эффективное продвижение сайтов [электронный ресурс] [https://www.gogetlinks.net/seo\\_book.php](https://www.gogetlinks.net/seo_book.php), 15.07.2015
3. Минзов А.С. и др. Научно-методическое обеспечение акций и кампаний по пропаганде толерантного поведения в средствах массовой информации/ Отчет о научно-исследовательской работе. (Государственный контракт № 855 от 09.06.2003 г).-М.: Изд-во МУБИУ, 2003.
4. Минзов А.С. Антикризисный PR и противодействие "черному" PR /Уч.-пособие. - Москва : Изд-во МЭИ, 2006.
5. Минзов А.С. e-PR (Electronic and everything PR)/Концепции, модели и механизмы реализации: Монография /А.Минзов.-ВНИИГеосистем, 2012.-236 с.

#### НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Минзов А.С., \*Торосян Ш.Г., \*\*Черемисина Е.Н., \*\*Чухров А.А.  
г.Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ», \*г.Дубна, Лаборатория информационных технологий, Объединенный институт ядерных исследований, \*\*г.Дубна, Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

Данная работа посвящена решению задачи предупреждения утечек информации в корпоративных информационных системах (КИС), которое в отличие от существующих механизмов мониторинга информации, реализованных в DLP-системах, обеспечивает первичную автоматическую классификацию поступающих (создаваемых) в КИС документов, разработку сертификатов этих документов с сохранением в них истории создания документов, наличия в них конфиденциальной информации и других данных, позволяющих контролировать допустимые маршруты перемещения документов без просмотра и анализа их содержания.

**New approaches to prevent leakage of from corporate information system. Minzov A., Torosyan S., Cheremisina E., Chuhrov F.**

The work is dedicated to the task of preventing information leakage in corporate information systems. It is proposed to implement the automatic classification of incoming and created documents to create their certificates, and determine the level of confidentiality of information. This allows you to control the allowable routes of the documents without viewing and analyzing their contents.

Ключевые слова: DLP системы, корпоративные информационные системы.

Keywords: DLP-systems, Enterprise information systems.

Появление в середине 90-х годов DLP-систем (*Data Leak Prevention*) стало весьма важным событием в развитии систем информационной безопасности КИС. Современные DLP-системы – это технологии, позволяющие предотвратить утечку из организации конфиденциальной информации. При этом, информация, которая не относится к конфиденциальной, может свободно передаваться через периметр безопасности КИС по любым каналам. На текущий момент, на рынке систем информационной безопасности представлено довольно много DLP-систем, однако действительно комплексных решений, покрывающих все существующие каналы утечки информации, значительно меньше [1,2]. В этих условиях чрезвычайно важным становится совершенствование технологий предотвращения утечек конфиденциальной информации в КИС и разработка принципиально новых подходов к созданию DLP-систем.

1. Анализ существующих механизмов работы DLP-систем в корпоративных информационных системах

Изучение механизмов работы различных DLP-решений показало следующее:

1. Основная концепция существующих DLP решений основана на идее полного контроля электронных документов (ЭД) на границе периметра зоны безопасности КИС, при этом рассматривается только их выходящий поток. По существу, контроль проводится в наиболее чувствительной по времени ситуации в системе управления, когда передается управляющее воздействие на объекты управления.
2. Архитектура существующих DLP-решений не является рациональной так как требует постоянного сопровождения при любых изменениях форм ЭД, каналов, протоколов, содержания шаблонов ЭД для их классификации и других факторов.
3. Существенным недостатком DLP-решений является избыточность мониторинга ЭД. Каждый документ, пересекающий границу периметра безопасности, подвергается анализу независимо от того, анализировался он до этого или нет. Это означает, что механизмы работы с историями ЭД отсутствуют.
4. Остается невыясненным вопрос идентификации DLP-системами сложных составных документов, в которых включены измененные фрагменты различных конфиденциальных документов.

2. Новые подходы к развитию DLP-систем при пересечении периметра безопасности КИС

Предлагаемая концепция системы DLP-решений строится не на анализе содержимого ЭД при пересечении периметра безопасности контролируемой зоны, а на проверке его сертификата, в котором присутствует вся информация о содержании, уровне конфиденциальности, авторстве, допустимых маршрутах движения ЭД и его истории создания и изменения. Это позволяет:

1. Сохранять историю создания и изменения ЭД, в том числе ссылки на источники составных документов, цифровые отпечатки этих включений и их координаты в документе.
2. Определять авторство, в том числе для составных документов.

Определять уровень конфиденциальности для ЭД, исходя из уровня конфиденциальности его составных частей. При этом может быть использовано следующее правило: *уровень конфиденциальности всего документа определяется наибольшим уровнем конфиденциальности включаемого фрагмента, либо его автором*<sup>1</sup> (В том случае, если автор документа искусственно снижает уровень конфиденциальности документа, механизм анализа документа должен оповещать об этом автора документа и, если автор настаивает на этом, рассматривать это событие как инцидент с последующей передачей этой информации на механизм расследования инцидентов.).

3. Определять допустимость устройств вывода этого документа (печать, копирование на внешние носители и т.д.) для этой категории конфиденциальности ЭД, в том числе за пределы периметра безопасности контролируемой зоны.
4. Определять наличие стегоконтейнеров, отдельных фрагментов документа с криптографическим шифрованием и заменой элементов текста для скрытия его смыслового значения, а также их авторов.

Появление ЭД на границе периметра безопасности КИС без соответствующего сертификата приводит к его немедленному блокированию и запуску механизма расследования инцидента.

Что дает нам развитие DLP-решений по этой концепции ?

1. Система организована более рационально: не критична ко времени контроля ЭД; сохраняет историю ЭД; легко включается, либо включает в себя систему документооборота внутри КИС; легко масштабируется на любое количество АРМ; легко перестраивается при изменении ролей персонала в системе безопасности и изменениях их функциональных обязанностей и ответственностей в КИС.
2. Настройка DLP-системы проводится автоматически путем ввода в систему формализованной политики безопасности с распределением ролей и ответственности персонала организации при работе в КИС.
3. Совокупная стоимость владения таким DLP-решением ниже за счет снижения требований к техническим характеристикам серверов и снижения трудоемкости сопровождения DLP-систем.
4. Решения на основе этой концепции более конкурентноспособны за счет включения функций документооборота, возможности проведения автоматизированного расследования инцидентов путем автоматизированного анализа сертификата ЭД, а также возможности контроля утечки информации даже по неконтролируемым беспроводным каналам связи за счет установки программных агентов на мобильные системы связи.
5. В предлагаемой DLP-системе отсутствует возможность ознакомления персонала службы безопасности с содержанием конфиденциального документа, что, безусловно, снижает вероятность утечки информации.
6. Предложенное решение может найти применение при создании системы поддержки авторских прав в глобальной сети ИНТЕРНЕТ и противодействию явления массовой компиляции информации при решении образовательных, научно-исследовательских и других задач.
7. Система более приспособлена для развития функций проактивной защиты, так как содержит историю создания документа.

#### Заключение

Предлагаемые сегодня на рынке программного обеспечения DLP-решения, на наш взгляд, не имеют перспектив дальнейшего развития, так как при увеличении объема документооборота становится заметным влияние DLP-систем на работу КИС и снижение ее производительности. Предложена новая концепция развития DLP-системы, позволяющая выйти на более совершенный уровень развития этих систем путем модернизации их архитектуры и разработки новых функций программ-агентов на АРМ.

#### Литература.

1. Шабанов И. Ключевые отличия российских и зарубежных DLP-систем/ Опубликовано: Журнал "Information Security/ Информационная безопасность" #2, 2011.
2. Хайретдинов Р.Н. Как работают DL P-системы: разбираемся в технологиях предотвращения утечки информации, Хакер №3/11 [Электронная версия] <http://www.xakep.ru/post/55604/>, 15.07.2015
3. Минзов А.С. Профессиональная этика специалиста в сфере информационной и экономической безопасности: Монография/ А.С.Минзов. – М.:Изд-во ВНИИГеосистем, 2013. –150 с.

### **ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Ворошилов С.П., Ворошилов А.С., \*Новиков Н.Н., \*\*Файнбург Г.З.  
*Кемерово, Кузбасс-ЦОТ, \*Москва, НАЦОТ, \*\*Пермь, Пермский краевой Центр охраны труда на базе Пермского государственного технического университета*

В докладе рассматривается применение видеоинформационных технологий для повышения компетентности специалистов в области безопасности и охраны труда. Применение данной технологии позволяет значительно снизить производственный травматизм в организации.

#### **Video Information complex development and control the competence of employees in accordance with the requirements of safety. Voroshilov S.P, Voroshilov A.S, Novikov N.N., Fainburg G.Z.**

The report examines the use of video information technology to enhance the competence of specialists in the field of health and safety. Application of this technology can significantly reduce industrial injuries in the organization.

Как известно, причиной 70-90% несчастных случаев на производстве являются некомпетентные действия работников.

Кажется очевидным: организуй качественное обучение работников безопасности труда и травматизм резко снизится. Однако это очевидное решение реализуется далеко не всегда. Почему?

Причин тому много, но мы бы выделили следующие.

Первая причина – это привыкание работника и работодателя к тому, что в случае опасности работник сам примет правильное решение исходя из своего жизненного опыта, полученного во время работы на предприятии.

Вторая причина – это отсутствие времени, необходимого на обучение. Трудовой кодекс определил, что на охрану труда можно тратить 0,2 процента суммы затрат на производство продукции.

Третьей причиной является отсутствие кадров..

Можно ли снизить влияние вышеупомянутых причин на качество обучения безопасности труда? Можно. Именно на это направлены современные видеoinформационные технологии развития компетентности работников – способности исполнять трудовую функцию в соответствии с требованиями безопасности труда.

Видеoinформационные технологии позволяют обеспечить:

1. Снижение травматизма и профзаболеваемости в 2-4 раза за счет повышения компетентности рабочих и руководителей работ в области охраны труда.

2. Повышение производительности труда на 5-10% за счет снижения числа инцидентов и аварий.

3. Существенное снижение рабочего времени на обучение, инструктажи и проверку знаний работников по охране труда.

4. Непрерывное поддержание необходимого уровня компетентности работников в соответствии с требованиями охраны труда за счет:

- резкого повышение качества обучения и инструктажей по охране труда на базе широкого использования современных технологий, учитывающих психофизиологические особенности восприятия и запоминания информации человеком;

- организации высокотехнологичного процесса самообучения и самотестирования работников, в том числе в домашних условиях.

5. Объективный и оперативный компьютерный контроль уровня компетентности работников (экзаменатор), включающий интегрированную оценку основных составляющих компетентности:

знаний требований охраны труда;

умений (навыков) - способности работника выполнять опасные рабочие операции в соответствии с требованиями охраны труда;

опыта - способности работника прогнозировать развитие опасной ситуации и действовать в аварийных ситуациях;

способности работника оказывать первую помощь пострадавшим на производстве.

Современные видеoinформационные технологии можно условно разбить на Блок развития компетентности работника и Блок контроля уровня компетентности работника (экзаменатор).

**Блок развития компетентности работника содержит:**

**1.Учебные видеокурсы и видеофильмы.** В настоящее время создано около десяти учебных видеокурсов и видеофильмов, которые посвящены общим вопросам охраны труда и приемам выявления, оценки и управления профессиональными рисками.

Цель – сформировать у работника знания и первичные навыки методов безопасного поведения (на работе), вселить в работника уверенность, что личные компетентные действия повышают его безопасность.

Каждый раздел видеокурса включает в себя набор из 15-20 видеофильмов по различным вопросам безопасности труда, снятых на конкретном предприятии.

2. Видеоинструкции по охране труда

Видеоинструкции по охране труда создаются в соответствии с "Методическими рекомендациями по разработке государственных нормативных требований охраны труда" Минтруда РФ.

Интерактивные видеоинструкции - это фактически программа, которая представляет собой структурированный набор мультимедиа-сюжетов, где обучаемый выступает не просто в роли зрителя, а в роли персонажа, которому необходимо принимать решения и выполнять определенные действия.

3. Компьютерные модели несчастных случаев

При помощи 3D моделирования визуализируются обстоятельства и причины отдельных характерных несчастных случаев, аварий, пожаров, произошедших на предприятии и других аналогичных производствах из-за некомпетентных действий рабочих.

Многократный анализ моделей несчастных случаев позволяет работникам заблаговременно выработать начальные навыки правильных и решительных действий в неожиданных и опасных ситуациях.

4. Компьютерные (виртуальные) имитационные тренажеры

Как показывает трагическая практика, основная масса людей (65%) при возникновении серьезной опасности действуют импульсивно, беспорядочно, впадают в панику. Предварительное

обучение правильным действиям на персональных и коллективных виртуальных имитационных тренажерах однозначно обеспечивает снижение фактора паники у работников в аварийной ситуации.

Персональные имитационные стереотренажеры (аналог 3D видео) позволяют работнику лично в процессе тренировок:

- погрузиться в рабочую атмосферу, оценить и устранить опасность на рабочем месте;
- приобрести первичный опыт правильных действий в разнообразных аварийных ситуациях в процессе тренировок.

Коллективные имитационные компьютерные тренажеры, позволяют:

- приобретает опыт коллективных действий в экстремальных ситуациях;
- отрабатываются коллективные действия бригады по обнаружению, оценке и устранению производственных опасностей;
- отрабатывается согласование действий, взаимодействие различных служб и групп работников в случае аварийной ситуации.

Блок контроля компетентности работника содержит:

1. Компьютерный экзаменатор "Оценка уровня компетентности"

Компьютерный экзаменатор "Оценка уровня компетентности" на базе «Единых критериев для оценки уровня компетентности работника с учетом уровня нарушения требований охраны труда» обеспечивает:

1. Контроль знаний работника в области охраны труда.

Для контроля в основном используются текстовые вопросы по общим и специальным требованиям к знаниям работника. Ошибочные ответы – возможные некомпетентные действия комментируются.

2. Интерактивный контроль умений (навыков) – контроль способности работника выполнять наиболее опасные рабочие операции в соответствии с требованиями охраны труда. Для контроля используются интерактивные видеофайлы опасных рабочих операций и 3D-компьютерные модели.

3. Интерактивный контроль опыта – контроль способности работника прогнозировать развитие опасной ситуации и действовать в аварийных ситуациях.

Для контроля в основном используются интерактивные видеофайлы и 3D-компьютерные модели, подготовленные на основе анализа аварий и несчастных случаев.

4. Интерактивный контроль знаний по оказанию первой помощи пострадавшим.

Для контроля способности работника оказывать первую помощь пострадавшим при конкретных травмах используются интерактивные видеофайлы.

По итогам компьютерного контроля определяется интегральный уровень компетентности работника: компетентен, малокомпетентен, не компетентен, опасно некомпетентен.

**2. Массовый предменный компьютерный экзаменатор.** Вандалоустойчивый "Предменный экзаменатор" делает возможной автоматизацию массового персонального контроля знаний работников путем проведения скоростного (10-20 сек.) предменного тестирования.

Ошибочные ответы – возможные некомпетентные действия комментируются.

Вандалоустойчивый "Предменный экзаменатор":

- гарантирует массовое и эффективное запоминание методов и приемов безопасного выполнения работ;

- непрерывно и массово побуждает работников к безопасному выполнению работ.

## **СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ ИНТЕРНЕТА КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ МОЛОДЕЖИ**

Прончев Г.Б., Лонцов В.В., Третьякова И.В.  
*Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова*

В работе анализируются механизмы формирования ценностных ориентаций и социализации молодежи. Показано, что в настоящее время социальные сети Интернета играют в рассматриваемых процессах значительную роль. Тем не менее, в целом, традиционные базовые ценности остаются доминирующими.

**Social networks as a tool of formation of axiological youth orientations. Pronchev G.B., Lontsov V.V., Tretiakova I.V.**

The paper deals with the mechanisms of formation of valuable orientations and youth socialization. The current social networks were shown to be playing a significant role in these processes. However, in general, traditional basic values remain dominant.

В последние двадцать пять лет в России произошло реформирования всех сфер жизнедеятельности личности, ломка устоявшихся ценностных ориентиров советского периода, формирование новой системы ценностей и новых социальных отношений. Следует отметить, что российскому обществу искусственно насаждались идеалы общества потребления. Как результат, долгое время наблюдалось снижение уровня нравственной культуры, проникновение в общественное сознание сомнительных западных духовных ценностей.

Происходил кризис основных институтов социализации молодёжи, с активным насаждением и подменой основ существования гражданского общества стандартами общества потребления, воспитания молодого человека не как гражданина, а как простого потребителя тех или иных товаров и услуг.

В это же время наблюдается заметный рост использования современных информационно-коммуникационных технологий, которые оказывают существенное влияние на социализацию молодежи: создают благоприятные условия для познавательной деятельности, образования, общения, организации досуга [1, 2].

Молодёжь использует Интернет главным образом для осуществления социальных коммуникаций (социальные сети и другие виртуальные социальные среды), поиска информации [3]. Владение современными информационно-коммуникационными технологиями позволяет получать новые знания, а также и иные ценности. Таким образом, можно сказать, что молодёжь, использующая современные информационные технологии, обладает большей социальной мобильностью по сравнению с теми, кто ими не пользуется.

Коммуникации в социальных сетях оказывают колоссальное влияние на установки и модели поведения людей, причем даже сильнее, чем такие традиционные социальные факторы как групповая принадлежность и социальное окружение личности. Иначе говоря, чем теснее связь между людьми, тем активнее их общение и тем активнее они пользуются при общении различными средствами коммуникаций.

На процесс формирования ценностных ориентаций молодёжи значительное влияние оказывают: познавательная деятельность, которая открывает широкий доступ к общечеловеческим ценностям и различные виды общения (общение в социальных сетях, публичное общение и т. д.), которые отличают анонимность, доступность и безопасность. Общение через Интернет дополняет и расширяет традиционное социальное поведение, соответственно, чем активнее люди общаются в жизни, тем чаще они общаются и через Интернет. Объектом направленности молодёжи могут выступать различные ценности. Как принято считать, ценности – это понятия, идеалы, традиции и другие абстрактные сущности, имеющие наибольшую значимость для общества или человека, служащие нравственным ориентиром. Ценности представляют собой своеобразную призму, через которую можно понять суть процессов, происходящих в той или иной социальной системе, выявить их латентное содержание и направление функционирования. Общепринятой практикой является деление ценностей на три категории: духовные (образование, наука, искусство); общественно-политические (свобода, братство, равенство, справедливость); материальные (техника и материальные блага, которые могут выполнять функцию стимулятора индивидуально-психического развития лишь в совокупности с общественно-политическими и духовными ценностями).

Примечательны результаты социологических исследований [4] о жизненных ценностях, социальных установках, которые предпочитают молодые люди, на какие образцы они ориентируются. Исследования показали, что главными жизненными ценностями молодежи являются семья, друзья и здоровье, затем следуют такие ценности как интересная работа, деньги и справедливость (значение последней ценности в настоящее время возрастает). Замыкает семерку главных жизненных ценностей религиозная вера.

Следует отметить и отрицательное воздействие современных социальных сетей на процесс социализации молодежи. Это воздействие заключается в том, что некоторые социальные среды Интернета в наши дни являются неким «рассадником» деструктивной информации и материалов, демонстрирующих и описывающих жестокость, физическое и психическое насилие. Это дезориентирует молодёжь и может вызвать агрессивное поведение у человека. Втягиваясь в виртуальные миры, молодёжь постепенно начинает утрачивать потребность в реальном общении, уходит от решения проблем здесь и сейчас. Это может свидетельствовать о наличии симптомов Интернет-зависимости.

Одновременно, проведенные исследования [2] говорят о незыблемости базовых ценностей, они остаются доминирующими для молодёжной аудитории. На основе анализа ответов респондентов на вопрос о самых важных жизненных ценностях можно сделать вывод, что главными студента называют такие ценности, как семья, далее любовь и наличие верных друзей, здоровье, образование и высокий уровень культурного развития, и затем уже материальная обеспеченность и карьера. Особо хочется отметить, что молодёжь как большая часть аудитории виртуальных социальных сообществ настроена в целом весьма патриотично и верит в грядущее возрождение России. Подавляющее большинство

положительно относится к патриотизму, значительная часть молодёжи осознаёт свою значимость в происходящих вокруг России социально-политических процессах и готова в условиях обострения в настоящее время отношений России и западного мира из-за событий на Украине внести свой посильный вклад в возрождение российского общества и государства, в обретение нашей страной полномасштабного суверенитета.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 15-03-00435-а) и РФФИ (проект 13-01-00392-а).

### Литература

1. Гончарова И.В., Прончев Г.Б. Нравственное воспитание молодежи в контексте помощи людям с ограниченными возможностями здоровья // Образование и воспитание, 2015, № 2, С. 66 – 69.
2. Гончарова И.В., Прончев Г.Б. Виртуальные социальные среды для людей с нарушением зрения // Политика и общество, 2015, № 5, С. 586 – 590.
3. Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ)/ Интернет-ресурс. Режим доступа <http://wciom.ru>. 01.07.2015.
4. Елишев С.О. Молодёжь в современных политических процессах // Перспективы науки, 2013, № 7(46), С. 113-119.

### НОВАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ

Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А., \*Прончева Н.Г., Третьякова И.В.

*Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова; \*Москва, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН*

Представлена созданная авторами новая социальная сеть, предназначенная для педагогических работников, родителей и обучающихся, состоящая из трех основных взаимосвязанных модулей: «Персональный сайт педагога», «База данных учебных видеофильмов» и «База данных учебных презентаций». Социальная сеть позволяет участникам организовать виртуальную образовательную среду, продемонстрировать личный опыт и профессиональные достижения, а также оперативно информировать о различных событиях и мероприятиях.

#### **New pedagogical social network. Pronchev G.B., Kuzmenkov D.A., Proncheva N.G., Tretiakova I.V.**

In the paper presented the new social network created by authors designed to pedagogical workers, parents and trainees, consisted of three main interconnected modules «The personal site of the teacher», «Database of educational video movies» and «Database of educational presentations». The social network allows participants to organize the virtual educational environment, to show personal experience and professional achievements, and also quickly to inform on various events and actions.

Информационная система социальной сети «СОВЕТ» [1] представляет собой Веб-приложение, созданное на базе фреймворка Yii версии 2.0. Выбранный фреймворк является программным продуктом с открытым исходным кодом. Его использование позволило нам существенно увеличить производительность и повысить безопасность информационной системы по сравнению с другими аналогами.

Доступ к социальной сети «СОВЕТ» осуществляется по Интернет-адресу <http://sovet.edu-cloud.ru>. Пользователь вызывает необходимое действие при помощи активации соответствующей гиперссылки. Браузер, в свою очередь, передает его сетевой подсистеме операционной системы, которая, в свою очередь, обращается к Веб-серверу через глобальную вычислительную сеть Интернет.

С точки зрения пользователей, созданная нами социальная сеть состоит из трех основных взаимосвязанных модулей: «Персональный сайт педагога», «База данных учебных видеофильмов», «База данных учебных презентаций».

Информационная система социальной сети имеет «открытую» и «закрытую» части. Для полноценной работы в социальной сети необходимо пройти регистрацию. При регистрации необходимо указать категорию пользователя: «педагог», «обучающийся», «родитель». Различные категории пользователей имеют различные функциональные возможности в социальной сети. Незарегистрированные пользователи являются лишь сторонними наблюдателями и не участвуют в изменении контента социальной сети.

Для пользователей группы «педагоги» автоматически создается личный раздел, который разделен на два блока: «портфолио» и «сайт».

В блок *«портфолио»* входят следующие страницы: «о себе», «сведения о краткосрочном повышении квалификации», «достижения», «публикации».

В блок *«сайт»* входят следующие страницы: «блог», «учебные презентации», «учебные видеофильмы», «фотогалерея», «произвольная страница».

*Страница «О себе»* имеет вид анкеты и разделена на следующие группы: «Общая информация», «Контактная информация», «Образование», «Интересы».

В группе «Общая информация» представлена информация о дате рождения сотрудника, месте работы (название организации и структурного подразделения), занимаемой должности, ученой степени, квалификационной категории. В группе «Контактная информация» представлена информация для связи с работником образовательного учреждения. В группе «Образование» представлена информация об имеющемся образовании. Имеется возможность указать сведения о нескольких образованиях. В группе «Интересы» содержится информация о предпочтениях сотрудника в музыке, кинематографе, литературе, с указанием любимых авторов, и книгах, играх. Так же сотруднику предлагается указать любимые цитаты с указанием авторов и представить информацию о себе в свободной форме.

*Страница «Достижения»* содержит информацию о личных достижениях педагога и достижениях его обучающихся. Соответственно, вся информация разделена на две группы. Каждая группа разделена на подгруппы: «Грамоты и дипломы», «Благодарственные письма», «Сертификаты», «Медали».

Подгруппа «Грамоты и дипломы» содержит информацию с указанием на название мероприятия и год проведения. Подгруппа «Благодарственные письма» содержит информацию о благодарственных письмах, врученных педагогу. Подгруппа «Сертификаты» содержит информацию о сертификатах, выданных педагогу. Подгруппа «Медали» содержит информацию о медалях педагога. Каждая запись содержит сопроводительный текст: название мероприятия и год вручения. Обязательно прилагается изображение подтверждающего удостоверения. При желании пользователь может увеличить изображение благодарственного письма. Сортировка информации производится по убыванию. В качестве критерия был выбран уровень проводимого мероприятия.

*Страница «Повышение квалификации»* содержит сведения о краткосрочных повышениях квалификации педагогическим работником, которые представлена в виде изображения документа, подтверждающего прохождения курсов и сопроводительного текста, в котором указано название курсов, образовательное учреждение, проводившее данные курсы, количество часов и год прохождения. При желании пользователь может увеличить изображение благодарственного письма. Сортировка информации производится по убыванию. В качестве критерия был выбран год прохождения курсов работником.

*Страница «Публикации»* содержит сведения о публикациях педагога. Данные, вносимые пользователями, загружаются в общую базу данных. Таким образом, исключается необходимость дублирования данных у разных пользователей.

Наличие портфолио педагога, доступного в открытом доступе, даёт возможность родителям, обучающимся и коллегам из других образовательных учреждений заочно познакомиться с педагогическим работником, узнать о его достижениях, образовании и пр. Информация об интересах педагога даёт возможность познакомить обучающихся со многими художественными произведениями, интересными играми.

*Страница «Блог»* представляет собой страницу, на которой педагог может высказать свое мнение об учебно-воспитательных, социально значимых вопросах, о происшедших или предстоящих школьных мероприятиях, создать новые объявления. В блогах у пользователей есть возможность прикреплять различные мультимедийные файлы (графические, видео-, аудио-, текстовые).

На *Странице «Фотоальбом»* представляется информация в виде фотоальбомов. Каждый фотоальбом имеет название и содержит в себе графические файлы. Это могут быть фотографии проведенных внеклассных мероприятий, экскурсий, открытых уроков. Также в фотоальбоме педагог может опубликовать работы обучающихся, например, рисунки, созданные в графическом редакторе MS Paint или отсканированные изображения рисунков.

*Страница «Учебные презентации»* позволяет педагогу более наглядно и динамически выстраивать свои учебные занятия. Раздел можно использовать как копилку всех созданных презентаций, которая доступна 7 дней в неделю и 24 часа в сутки из любого места (при условии наличии Интернета). Обучающимся данный раздел предоставляет возможность повторить изученный материал или изучить его индивидуально в случае пропуска занятий, коллегам – воспользоваться презентацией при подготовке и проведении собственных уроков, родителям – проконтролировать ребенка, а также оценить уровень преподавателя, а педагогу – сформировать свою базу данных видеофильмов и демонстрировать их онлайн.

*Страница «Учебные видеофильмы»* содержит видеофильмы, которые педагог загрузил в систему. Обучающимся не нужно искать загруженный педагогом фильм в общей базе видеофильмов, а

достаточно зайти на страницу персонального сайта своего педагога и найти необходимый видеофильм. Педагогу данный раздел позволяет сформировать свою базу данных видеофильмов и демонстрировать их онлайн.

Содержание *Страница «Произвольная»* не регламентировано. Это может быть страница с материалами для выпускников или с интересными фактами по предмету, страница для родителей или коллег с перечнем методических разработок. Педагог может прикреплять к страницам файлы или создать на страницах персонального сайта статьи (подстраницы). Редактирование страницы осуществляется с помощью графического редактора.

Количество страниц на сайте педагога не ограничивается системой, но мы не рекомендуем создавать более 15 страниц на одном сайте.

По умолчанию персональный сайт преподавателя закрыт для общего доступа. Для его открытия в личном кабинете пользователя необходимо активировать «Открыть доступ к Вашему сайту». После создания пользователем новой страницы на личном сайте она также является закрытой для общего доступа. Это обеспечивает наполняемость данных страниц, а затем публикации их на ресурсе.

Модуль *База данных учебных презентаций* предназначен для создания коллекции учебных презентаций по различным предметам. В системе предусмотрена возможность поиска презентаций по предметам, по названию. Для онлайн-просмотра загруженных презентаций используется библиотека «Galleria». Зарегистрированные пользователи могут оставлять комментарии к презентациям. Пользователи группы «Педагоги» могут добавлять понравившиеся презентации к себе на персональный сайт, что позволяет обучающимся данного педагога просмотреть презентации не из общей базы, а с персонального раздела своего педагога. Для загрузки презентаций пользователю необходимо предварительно зарегистрироваться.

Модуль *База учебных видеофильмов* предназначен для создания коллекции учебных видеофильмов по различным предметам. Список видеофильмов разбит на страницы. На главной странице подсистемы представлены последние добавленные видеофильмы. Имеется поиск видеофильмов по предметам, по ключевым словам в названии, в описании или в теме видеофильма. Зарегистрированные пользователи могут добавлять комментарии к видеофильму.

Использование социальной сети «СОВЕТ» предоставляет участникам учебно-воспитательного процесса новые возможности. Для преподавателя – это инструмент для трансляции своего личного опыта, демонстрации профессиональных достижений, а также более оперативного информирования коллег, друзей и знакомых о различных событиях и мероприятиях; для обучаемых – это среда общения и большая база данных с презентациями и видеофильмами с возможностью обсуждения; для родителей – способ «подробного знакомства» с преподавателем и механизм контроля за своим ребенком.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 15-03-00435-а) и РФФИ (проект 13-01-00392-а).

#### **Литература**

1. Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А., Прончева Н.Г. Социальная педагогическая сеть «Совет» // Педагогическая информатика, 2015, № 1, С. 81 – 89.

#### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ВЕБ- РЕСУРСА КОМПАНИИ**

Разумов Д.А., Давыдов Н.Н.  
*Владимир, ВлГУ*

Рассмотрены методы и средства оценки эффективности автоматизированной информационной системы, предоставляющей сведения о действиях посетителей веб-ресурса. Показаны результаты апробации системы в виде онлайн-сервиса на языках программирования PHP и JavaScript с использованием языков описания и преобразования данных HTML, CSS и XML, технологии AJAX, а также различных методов программирования приложений. Предлагаемая система оперирует с такими показателями как количество визитов и просмотров с различных источников, CTR рекламной компании, конверсия, глубина просмотра, процент отказов и др.

**Comprehensive assessment of the effectiveness of Internet marketing: the automated system for analysis of the behavior of company web resource visitors. Razumov D., Davydov N.**

Methods and tools for evaluating the effectiveness of an automated information system that provides information about visitors of the web resource behavior are considered. The results of testing the system in the

form of an online service in programming languages PHP and JavaScript using a data description and conversion languages HTML, CSS, and XML, AJAX technology, and various methods of application programming interfaces are presented. The proposed system operates such indicators as the number of visits and views from a variety of sources, CTR of advertising company, conversion, depth of view, failure rate, etc.

Бизнес-компании уделяют всё более пристальное внимание ресурсным возможностям сети Интернет в целях поиска потенциальных покупателей [1]. Одним из наиболее доступных и эффективных источников потенциальных клиентов является собственный веб-ресурс компании в Интернет-пространстве. Для повышения эффективности совершаемых с помощью веб-ресурса компании сделок необходимо решить следующие основополагающие задачи: привлечение посетителей, - при этом важно, чтобы посетители веб-ресурса в наибольшей степени изначально являлись потенциальными клиентами компании, то есть потребителями предоставляемой услуги или продукта; предоставление посетителю наиболее полной и актуальной информации о продукте компании и удобного интерфейса для совершения сделки.

При решении первой задачи применяется интернет-маркетинг, включающий в себя поисковое продвижение, контекстную, ссылочную и медийную рекламы. Для решения второй задачи, а также оценки эффективности решения первой применяется веб-аналитика - это сбор, измерение, анализ и интерпретация информации о посетителях веб-ресурса в целях совершенствования и оптимизации способов привлечения потенциальных потребителей.

Компании зачастую обращаются к услугам сторонних Интернет-маркетологов (агентов) для осуществления комплексного ИМ, но редко прибегают к услугам веб-аналитиков, требуя выполнения этой работы от исполнителей маркетинга. В подобной ситуации возможно развитие конфликта интересов партнёров из-за отсутствия результатов достоверного анализа информационных данных и, как следствие, неправильной их интерпретации. Так как подобная проблема возникает практически у каждой компании, заказывающей и/или исполняющей услуги ИМ, актуальной является разработка автоматизированной системы анализа данных о действиях посетителей веб-ресурса с оценкой эффективности комплексного ИМ. Система должна, во-первых, собирать необходимую информацию, во-вторых, обрабатывать, хранить её и рассчитывать ключевые показатели эффективности, - среди которых одним из основных является конверсия, - и, в-третьих, выводить пояснения и рекомендации.

Согласно современным тенденциям веб-аналитики, изложенным в публикации Яковлева А.А. [2], список показателей, необходимых для анализа ИМ как в целом, так и за отдельный период необходимо составлять из следующих данных: домен - возраст домена, уровень домена, доменная зона; отношение к ресурсу поисковых систем - тематический индекс цитирования (Яндекс тИЦ), page rank (Google PR), регион, присвоенный поисковыми системами, количество страниц в индексе Яндекса, количество страниц в индексе Google; внешние ссылки - количество внешних ссылок, URI ссылающихся страниц, Яндекс тИЦ ссылающихся ресурсов; рекламная кампания Яндекс.Директ - количество показов объявлений, количество переходов по объявлениям, сумма, потраченная на рекламу; посещения - количество визитов, количество просмотров, процент отказов. Последняя группа данных берётся для всех посещений и дополнительно для целевых посещений.

Для оценки поискового продвижения важным является ссылочный бюджет – сумма затрат на покупку внешних ссылок. Для компаний, заказывающих услуги интернет-маркетинга, расчёт этого бюджета позволяет определить, насколько честны их партнёры, так как на поисковое продвижение уходит существенная часть всех денежных средств интернет-маркетинга.

Для оценки ежемесячного ссылочного бюджета может использоваться расчетная методика, изложенная в публикации Колтуна Г.С. [3] и основанная на аппроксимации зависимости цены ссылки от тИЦ для главных и для вложенных страниц. Сумма цен всех ссылок составляет ежемесячный ссылочный бюджет.

Линейная аппроксимация значений для страниц первого уровня вложенности даёт следующую зависимость:  $price = 0.1 \cdot tic + 2.5$ , для страниц большего уровня вложенности:  $price = 0.035 \cdot tic + 1.7$ , где price - месячная цена ссылки, а tic - тИЦ ссылающегося веб-ресурса. Зависимости необходимо как можно чаще пересчитывать, на основе более современных статистических данных.

С помощью целевых данных удаётся судить о конверсии, которая означает достижение посетителями некоторой цели веб-ресурса. Важно учесть изложенный в публикации Ильина А.А. [4] принцип конверсионной «воронки» - сделка это многоэтапный процесс, до конца которого дойдут лишь немногие посетители. Коэффициент конверсии, согласно публикации А. Кошика [5], рекомендуется вычислять по всем источникам, с которых приходят посетители веб-ресурса.

Собрав и оценив перечисленные факторы, следует сделать выводы: о средней «стоимости посетителя»; о перспективных и неперспективных источниках посетителей; о наиболее выгодных рекламных кампаниях, проводимых в настоящее время.

Для оценки эффективности контекстной рекламы важными являются показатели: *CTR (click-through rate)* - оценка количества переходов по объявлению; *CPC (cost per click)* - цена за переход; *MRR (minimal recoupment rate)* - минимальная прибыль, которую должен приносить каждый достигший цели посетитель, чтобы рекламная кампания окупалась.

Для расчёта показателя CTR необходимо учитывать, что, согласно результатам исследований, представленным в публикации Ализара А.А. [6], в среднем всего лишь 15% пользователей обращают внимание на рекламу.

Указанные показатели рассчитываются по следующим формулам:

$$CTR = \frac{transitions}{0.15 \cdot shows}, CPC = \frac{commitment}{transitions}, MRR = \frac{commitment}{transitions \cdot conversion},$$

где *transitions* - количество переходов, *shows* - количество показов, *commitment* - расходы на рекламу, *conversion* - конверсия.

Из перечисленного выше списка данных доменная зона и уровень домена определяются по самому имени домена. Возраст домена, отношение поисковых систем к сайту, - оцениваемое согласно публикации С. Буреша [7], - и данные о внешних ссылках получаются для расчётов с помощью различных внешних сервисов, а именно путём отправки GET-запросов по протоколу HTTP доменного имени веб-ресурса и иногда дополнительных параметров. Данные об источниках приведены в таблице.

Таблица - Источники информации

Информация	Источник	Выходные данные
Яндекс тИЦ	pr-cy.ru	HTML-документ
Google PR	pr-cy.ru	HTML-документ
Количество страниц в Яндексе	xmlsearch.yandex.ru	XML-документ
Количество страниц в Google	google.ru	HTML-документ
Данные о внешних ссылках	bing.com/toolbox/link-explorer	HTML-документ
тИЦ ссылающихся ресурсов	Яндекс.Каталог	HTML-документ

Сведения о рекламных кампаниях и о посещениях, а также целях веб-ресурса являются закрытыми личными данными пользователя из сервисов «Яндекс.Директ» и «Яндекс.Метрика». Для получения их необходимо вызывать методы интерфейсов программирования приложений (сокращённо API) этих сервисов. Для доступа к ним предварительно необходимо пройти процедуру авторизации по протоколу OAuth (открытому протоколу авторизации, позволяющему предоставить третьей стороне доступ к защищенным ресурсам пользователя, без необходимости передавать ей пароль). Работа с OAuth-сервером Яндекса представлена на рисунке.

Вывод подсказок составляет автоматизированную аналитическую часть разработанной системы, так как выводятся не общие советы и рекомендации, а информация полезная при конкретных показателях веб-ресурса. Вывод основан на логическом подходе с использованием условных и логических операторов.

При выборе пользователем периода для подробного анализа предоставляются сведения о посещениях из трёх групп источников: реклама, поисковые системы и внешние сайты. Для всех этих групп вычисляются и выводятся показатели отказов, глубины и конверсии, в том числе, для конкретных поисковых запросов и конкретных сайтов-источников, а также выводятся подсказки.

В первую очередь проверяются связанные параметры. Если они достаточны для оценки текущего параметра, то в зависимости от значения выводится та или иная его характеристика и рекомендации к улучшению.

Для каждого из анализируемых параметров составлены наборы фраз, которые в зависимости от значения данного параметра, значений связанных показателей и типа источника посетителей объединяются в подсказку. Затем, если необходимо, рассчитываются и выводятся зависящие от анализируемого параметра величины, каждой из которых соответствует конкретный набор фраз.

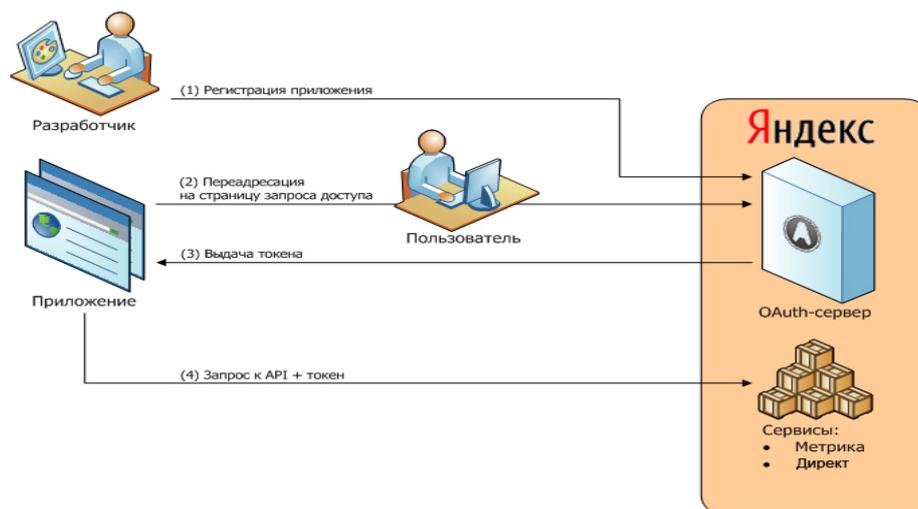


Рисунок - Схема взаимодействия приложения с OAuth-сервером Яндекса

Достигнутые результаты используются в ходе проведения научных исследований при обосновании эффективности продвижения в сети Интернет инновационного конечного научно-прикладного продукта, являющегося интеллектуальной собственностью авторов (патенты на изобретения) и полученного в рамках грантов РФФИ № 14-07-00794А и № 14-07-97520р. Выполнены информационно-патентные исследования разработанного программного продукта, новизна которого подтверждена пятью Свидетельствами РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ [8...12], в том числе, при работе с сервисами Яндекса.

### Литература

1. Давыдов, Н.Н. Методологические основы управления и информатизации бизнеса [Текст] / Д.В. Александров, Е.В. Александрова, А.Ю. Лексин, Н.Н. Давыдов; под ред. А.В. Кострова. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 376 с.: ил.
2. Яковлев, А.А. Веб-аналитика 2.0. Анализ эффективности комплексного интернет-маркетинга в новых условиях [Электронный ресурс] // А.А. Яковлев. Курсы веб-аналитики. - Режим доступа URL: <http://seo-study.ru/web-analytics-4/> (дата обращения: 26.07.2015).
3. Колтун, Г.С. Как зависит цена ссылки от ТИЦ? [Электронный ресурс] // Г.С. Колтун. Монетизация сайта. - Режим доступа URL: <http://www.serp.by/blog/kak-zavisit-tsena-ssylki-ot-tits> (дата обращения: 26.07.2015).
4. Ильин, А.А. Веб-аналитика: анализируй это! Часть 1 [Электронный ресурс] // - Режим доступа URL: [http://habrahabr.ru/blogs/web\\_analytics/66195/](http://habrahabr.ru/blogs/web_analytics/66195/) (дата обращения: 26.07.2015).
5. Kaushik, Avinash. Conversion Rate Basics & Best Practices [Электронный ресурс] // Avinash Kaushik. Occam's Razor by Avinash Kaushik. - Режим доступа URL: <http://www.kaushik.net/avinash/2006/07/excellent-analytics-tip5-conversion-rate-basics-best-practices.html> (дата обращения: 26.07.2015).
6. Ализар, А.А. Золотой треугольник в результатах поиска [Электронный ресурс] // А.А. Ализар. Интернет-реклама. - Режим доступа URL: <http://www.diogenes.ru/press/publish/pr/detail.php?ID=2413> (дата обращения: 26.07.2015).
7. Buresh, Scott. Organic SEO or Pay-Per-Click Advertising - Which Should You Choose? [Электронный ресурс] // Scott Buresh. Search Engine Guide. - Режим доступа URL: <http://www.searchengineguide.com/scott-buresh/organic-seo-or.php> (дата обращения: 26.07.2015).
8. Разумов, Д.А., Давыдов, Н.Н. и др. Сервер хранения и обработки параметров // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014615084: рег. 16.05.2014 г. – Заявлено 25.03.2014 г., № 2014612556.
9. Разумов, Д.А., Давыдов, Н.Н. и др. Клиент централизованного просмотра данных // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014615091: рег. 19.05.2014 г. – Заявлено 18.03.2014 г., № 2014612231.
10. Разумов, Д.А., Давыдов, Н.Н. и др. Операционная система датчиков контроля параметров // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613345: рег. 12.03.2015 г. – Заявлено 12.01.2015 г., № 2015610133.
11. Разумов, Д.А., Давыдов, Н.Н. и др. Управляющая программа комплекса контроля // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615840: рег. 26.05.2015 г. – Заявлено 13.04.2015 г., № 2015612906.

12. Разумов, Д.А., Давыдов, Н.Н. и др. Операционная система аппаратной части комплекса контроля // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615856: рег. 26.05.2015 г. – Заявлено 10.04.2015 г., № 2015612832.

## **НАЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ AGLINK-COSIMO**

Романенко И.А., Евдокимова Н.Е.  
*Москва, ФГБНУ ВИАПИ им. А.А.Никонова*

AGLINK - модель частичного равновесия для основных сельскохозяйственных товаров. В статье рассмотрены основные параметры и прогностические возможности международной системы моделей AGLINK-Cosimo. Представлены возможности национального модуля AGLINK, его информационного обеспечения и направления его адаптации и развития.

### **National module of international system models AGLINK-COSIMO. Romanenko I., Evdokimova N.**

AGLINK is a partial equilibrium model for the main agricultural commodities. The article describes main parameters and predictive capacity of the international system models AGLINK-Cosimo. It also describes possibilities of the national unit AGLINK, its information support and direction of its adaptation and development.

Основным условием теории общего равновесия является равенство общей величины спроса общей величине предложения. Классический подход, восходящий к П. Самуэльсону, предполагает нахождение равновесных цен. При этом производитель стремится максимизировать свою прибыль, а потребитель - потребление при фиксированном доходе.

Неизвестными при моделировании в рамках теории общего равновесия являются спрос на конечный продукт рассматриваемых отраслей, предложение одного или нескольких факторов производства, цены продукта и предлагаемых факторов. С точки зрения экономического анализа рассматриваемый класс моделей является средством для выявления причин нарушения рыночного равновесия и выработки на этой основе мер регулирования, направленных на его восстановление. При этом анализируется распределение ресурсов, определяются равновесные цены, появляется возможность оценки воздействия различных инструментов экономической политики для сохранения общего равновесия. Возможности для использования теории общего равновесия в практике экономического анализа существенно расширились при появлении класса моделей, использующих инструментарий компьютерной версии модели общего равновесия (Computable General Equilibrium Model), позволяющих генерировать модели и решать системы нелинейных уравнений. В основе моделей данного класса лежит так называемая матрица общественного счетоводства (SAM, Social Accounting Matrix), в которой организованы данные по принципу построения таблицы затраты - выпуск. При этом доходы всегда равны расходам, исключается двойной счет, данные представлены в сильно агрегированном виде. Матрица обеспечивает информационный базис модели, причем основные показатели матрицы получены из статистических источников.

AGLINK является рекурсивной динамической моделью частичного равновесия (типа спрос-предложение) для мировых рынков сельскохозяйственной продукции. Модель разработана специалистами ОЭСР в тесном сотрудничестве с экспертами из стран-членов этой организации, а также ряда других стран. Модель дает оценку годовому производству, потреблению и среднегодовым ценам по основным сельскохозяйственным товарам, производимым, потребляемым и продаваемым на внешних рынках для каждой страны, представленной в модели. Конструкция модели позволяет оценивать влияние различных вариантов государственного вмешательства на рынках сельскохозяйственной продукции. AGLINK опирается на теоретические положения экономики сельского хозяйства, существующие модели различных стран, информацию и комментарии, полученные в ходе обсуждения результатов расчетов. Для обеспечения единой интерпретации результатов использовались определенные ограничения и унифицированные методы при спецификации блоков для отдельных стран. Тем ни менее, с учетом этих ограничений, рынки сельскохозяйственной продукции моделировались таким образом, чтобы учесть специфику государственного регулирования в каждой стране.

Впервые расчеты, сделанные с помощью модели AGLINK, стали использоваться при подготовке сельскохозяйственного прогноза ОЭСР в 1992 г. Данная методика была утверждена в ОЭСР в апреле 1993 г. В дальнейшем, модель AGLINK стала важным инструментом для разработки среднесрочных прогнозов и для подготовки аналитических материалов. Способность модели давать оценку различным сценариям развития сделало ее важным инструментом в руках Секретариата ОЭСР и сотрудничающих с ним стран для анализа последствий государственного регулирования. Весьма важным качеством такого

рода модели является возможность оценивать взаимодействие между различными товарами и странами на мировом рынке, а также давать количественную оценку изменениям на рынках при различных вариантах государственной политики отдельных стран.

AGLINK-Cosimo состоит из 10800 уравнений и модулей для 39 стран и 19 регионов мира, в том числе, базовая модель AGLINK состоит из восьми модулей для стран ОЭСР (Австралия, Канада, Европейский Союз-25, Япония, Корея, Мексика, Новая Зеландия и США) и четырех модулей для стран, не являющихся членами ОЭСР (Аргентина, Бразилия, Китай и Россия). Часть системы, относящаяся к COSIMO, состоит из следующих блоков: Турция; 23 страны, не входящие в ОЭСР и 15 регионов. Страны, которые рассматриваются как экзогенные, включают Норвегию, Швейцарию и другие европейские и американские страны.

Разработка ежегодных прогнозов развития мировых агропродовольственных рынков на базе международной системы моделей AGLINK-Cosimo в рамках сотрудничества с ОЭСР предполагает проведение следующих этапов работ.

1. Адаптация национального модуля России AGLINK-Cosimo.
    - 1.1. Учет изменений в аграрной политике и их модельная реализация.
    - 1.2. Настройка модели на обновленную базу исторических данных.
    - 1.3. Проведение сценарных расчетов по модели и их сравнение с базовым прогнозом.
    - 1.4. Разработка прогноза развития агропродовольственных рынков России на период до 10 лет на базе проведенных сценарных расчетов с учетом мнения экспертов Минсельхоза.
  2. Получение базового прогноза развития мировых агропродовольственных рынков на следующие 10 лет от специалистов ОЭСР.
  3. Перевод полученных материалов, их анализ и предоставление в МСХ РФ базового прогноза развития мировых продовольственных рынков на период до 10 лет.
  4. Сбор и обработка информации для обновления исторической базы данных национального модуля России AGLINK (более 500 показателей с 1992 по текущий год).
  5. Получение от специалистов ОЭСР новой версии модели и новой версии базы данных для модели, ее заполнение.
    - 5.1 Ввод информации в новую версию исторической базы данных за текущий год и на прогнозный период до 10 лет, корректировка показателей за предыдущие годы с учетом обновлений, сделанных Росстатом.
    - 5.2 Передача сформированной базы данных специалистам ОЭСР.
    - 5.3 Участие в ежегодной международной встрече разработчиков национальных блоков системы моделей AGLINK-Cosimo, где обсуждаются методические вопросы.
- Блок «Россия» в AGLINK-Cosimo состоит из 211 уравнений и 304 переменных. Если учитывать только 2 состояния, в которых может находиться каждая входная переменная на интервале прогноза (рост, падение), то пространство сценариев, порождаемое возможностями модели, будет включать в себя более 500 вариантов, среди которых содержится искомая стратегия развития сельского хозяйства России. Очевидно, что такой объем прогнозно-аналитической работы невозможно проделать без использования международной системы моделей AGLINK-Cosimo.
- Ряд содержательных сценарных расчетов в порядке апробации российского модуля позволил получить представление о возможных вариантах развития событий на внутренних агропродовольственных рынках при изменении условий их развития [1-12].

#### **Литература**

1. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. и др. Проведение научных исследований по разработке национального модуля международной системы прогнозирования, применяемой в странах ОЭСР, и обоснование с его помощью эффективных вариантов регулирования процессов внешнеэкономического обмена. // Отчет о НИР: Москва, 2008.
2. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. и др. Долгосрочные прогнозы развития агропродовольственных рынков России.//Москва: ЭРД, 2009.
3. Евдокимова Н.Е. Совершенствование информационного обеспечения национального модуля модели прогнозирования мировых рынков сельскохозяйственной продукции AGLINK.//Никоновские чтения. М., 2009.- с.400-402.
4. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. и др. Проведение научных исследований по разработке долгосрочных прогнозов развития внутренних и внешних рынков основных видов сельскохозяйственных товаров на базе международной модели AGLINK-Cosimo. // Отчет о НИР: Москва, 2009.
5. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. и др. Синтез эффективных механизмов регулирования агропродовольственных рынков. // Москва: ЭРД, 2010.

6. Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Абрамов А.А. Национальные продуктовые балансы: методика определения на базе международной системы моделей AGLINK-Cosimo.//Продовольственное обеспечение регионов РФ: теория, методология, практика/ ВНИИЭиН. - Ростов-на-Дону, 2010. - С. 84-88.
7. Сиптиц С.О., Романенко И.А. и др. Моделирование и прогнозирование развития агропродовольственных систем национального уровня.//Москва: ЭРД, 2011.
8. Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Основные риски для сельского хозяйства России при вступлении в ВТО.//Международный с.-х. журнал. – 2012, № 5, с. 16-20.
9. Романенко И.А., Евдокимова Н.Е., Абрамов А.А. Прогнозирование развития агропродовольственных рынков с использованием международной системы экономико-математических моделей AGLINK-Cosimo.//Никоновские чтения. М., 2012, с. 232-233.
10. Романенко И.А., Сиптиц С.О., Евдокимова Н.Е. и др. Влияние госрегулирования на агропродовольственные рынки: анализ и прогноз.//М., ЭРД, 2013.
11. Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Применение международной системы моделей AGLINK-Cosimo для решения задач по прогнозированию развития агропродовольственных рынков России.//Агрополитика России, 2013, № 12. с. 32-35.
12. Евдокимова Н.Е. Оценка устойчивости продовольственной безопасности России на основе прогнозов, рассчитанных с помощью международной системы моделей AGLINK.//Экономика с.-х. и перераб. предприятий, №2, 2015, с. 61-64.

### **РОЛЬ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТАНОВЛЕНИИ ГРАНТ-МЕНЕДЖМЕНТА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ МЕДИЦИНСКОГО ПРОФИЛЯ**

Савина Н.П., Мазнев В.А.

*МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России г. Обнинск*

Рассмотрена роль инновационного развития информационно-коммуникационных технологий в становлении грант-менеджмента в научно-исследовательском учреждении медицинского профиля.

**The role of the innovative development of information technologies in the making of grant management at a medical research institution Savina N.P., Maznev V.A.**

The role of the innovative development of information and communication technologies in the making of grant management at a medical research institution has been considered.

Переход к рыночной экономике привел к развитию в России новых форм финансирования науки. В этой связи современная концепция модернизации системы здравоохранения предполагает системное направление усилий и ресурсов на совершенствование кадровых процессов и отношений, на финансово-экономическое и нормативно-правовое обеспечение реструктуризации здравоохранения [1]. Между тем одним из источников обеспечения научно-исследовательских работ (НИР) стала их поддержка на конкурсной основе из появившихся в стране отечественных и зарубежных фондов и организаций. В Интернете на различных серверах постоянно увеличивается предоставление услуг по информационным специализированным справочным системам о грантах, субсидиях в виде грантов, другой поддержке научной деятельности. Возникла необходимость создания соответствующих информационных служб непосредственно в организациях.

Для активного выявления и реализации возможностей дополнительного финансирования научных проектов в 1995 году в МРНЦ была образована служба систематического обеспечения сотрудников соответствующей информацией о действующих конкурсах на гранты, оказания организационно-технической и консультативной помощи их соискателям при оформлении заявочных документов. Данная служба была организована одной из первых в России при научно-исследовательском учреждении. В настоящее время аналогичные структуры функционируют во многих российских научных и учебных заведениях.

Применение инновационных информационно-коммуникационных технологий позволило создать информационную систему (инфраструктуру), отражающую основные разделы работы с типичными составляющими: вход, выход, создаваемые, пополняемые и неизменяемые информационные массивы и процедуры обработки информации. Компьютерные технологии дают возможность сосредоточиться на ежегодных и периодических конкурсах и наращивать сведения о новых конкурсах. В результате обработки исходных данных формируются экспресс-бюллетени с информацией о текущих конкурсах, рассылаемые потребителям по e-mail [2, 3].

Накопление информационного материала - исходных данных о конкурсах с пакетом конкурсной документации, использование информации от потребителей - соискателей грантов, привело к необходимости создания информационной базы, получаемой как в результате обработки первичных данных, так и данных обратной связи. На основе СУБД MS Access были созданы базы данных (БД), содержащие: сведения о заявках и соискателях грантов, о полученных грантах и грантодержателях, включая сроки исполнения, суммы грантов, данные об организациях-спонсорах и краткосрочных и долговременных отечественных и международных научно-исследовательских программах и конкурсах. Использование операторных возможностей СУБД MS Access и Microsoft Graph позволяет производить расчеты по соответствующим параметрам с выводом результатов в графическом виде. Указанные БД используются также для составления отчетов и справок в вышестоящие организации. Подробные сведения опубликованы нами ранее [4-15].

Участие научных сотрудников данного учреждения в различных конкурсах российских и зарубежных фондов и организаций на основе указанного информационного сопровождения и самоорганизационных каналов позволило получить за все годы 923 гранта. Под грантами подразумеваются различные виды поддержки научной деятельности, условно объединённые в четыре формата. Формат «А» составляет 38,9% и включает в себя поддержку фундаментальных или прикладных НИР из фондов и организаций в рамках федеральных целевых и других программ. Формат «Б» (31,1%) – оплата поездок на мероприятия за счёт средств фондов и принимающих организаций. Формат «В» (1,7%) - поддержка организации и проведения научных мероприятий. Формат «Г» равняется 28,3% и отражает все остальные виды поддержки. Среди них: подготовка к публикации научно-популярных статей, обзоров и издательских проектов; доступ к электронным ресурсам зарубежных издательств; краткосрочные исследования за рубежом; развитие материально-технической базы; оплату стажировок; премии; стипендии; и так далее.

Общая картина грантов показала хорошую адаптацию сотрудников учреждения к конкурсному финансированию проектов. Возможно, это обусловлено тем, что внебюджетные источники дают основание проявляться стратификации сообщества не по должности, а по реальным научным заслугам. Известно, что успешность отдельных ученых, коллективов, всего учреждения наряду с наукометрическими показателями определяется по количеству грантов как одного из целевых показателей эффективности и результативности.

Следовательно, инновационные информационные технологии, являясь определённым катализатором развития научного процесса в целом, способствуют формированию локального грант-менеджмента, опосредованно ведущего к улучшению финансово-экономического и исследовательского потенциала учреждения.

#### **Литература:**

1. Каприн А.Д., Костин А.А., Пономаренко Б.Т. и соавт. Совершенствование кадровых процессов как условие модернизации кадровой политики в системе здравоохранения // Исследования и практика в медицине. 2015. Т. 2. № 2. С. 92-96.
2. Цыб А.Ф., Савина Н.П., Мазнев В.А. Опыт работы по обеспечению научных сотрудников информацией о действующих конкурсах поддержки научных исследований // Российский онкологический журнал. 1999. № 5. С. 41-43.
3. Савина Н.П., Мазнев В.А., Филиппова С.А. Грант-менеджмент как необходимая структура инновационного развития // «Наука и Инновации». Научно-практический журнал Национальной академии наук Беларуси. Минск: РУП «Издательский дом «Белорусская наука». 2010. № 8 (90). С. 63-66.
4. Савина Н.П., Мазнев В.А., Скоропад Ю.Д. Обеспечение научных сотрудников МРНЦ РАМН информацией о действующих конкурсах поддержки научных исследований (опыт работы) // Инновационное развитие: достижения ученых Калужской области для народного хозяйства. Региональная научно-практическая конференция, посвященная Дню науки г. Обнинск, 16 апреля 1999 г.: сборник тезисов докладов. Обнинск: ГЦИПК. 1999. С. 202-203.
5. Савина Н.П., Мазнев В.А. Участие в реализации региональных социально-экономических задач путем обеспечения научных сотрудников МРНЦ РАМН информацией о действующих конкурсах поддержки научных исследований // Актуальные проблемы управления социально - экономическими процессами в регионе: тезисы докладов Региональная научно-практическая конференция, г. Калуга, 14-15 апреля 2000 г. Калуга: Северо - Западная академия гос. службы. 2000. С. 33-35.
6. Савина Н.П., Мазнев В.А. Опыт организации обеспечения информацией о конкурсах поддержки научных исследований в медицинском НИИ академического профиля. Формирование единого каркаса информационной среды // НТИ-2002: материалы 6-ой международной конференции. М., 16-18 октября 2002 г. М.: «ВИНИТИ». 2002. С. 298-299.

7. Савина Н.П. Гранты как источник финансирования научных исследований //Российский онкологический журнал. 2003. № 3. С. 45-46.
8. Савина Н.П., Мазнев В.А. Социо-экономическая оценка опыта использования грантов для медико-биологических исследований и разработок (1993 – 2009 гг.) //Социально-экономические и природоохранные аспекты развития сельских муниципальных образований. М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук». 2010. С. 336-339.
9. Савина Н.П., Мазнев В.А., Филиппова С.А., Цыб А.Ф. Опыт использования грантов для медико-биологических исследований и разработок (1993 – 2009 гг.) //Инвенции. Инновации. Инвестиции (ТРИИН-2010): материалы международной научно-практической конференции. Минск, 26-28 мая 2010 г. Минск: РУП «Издательский дом «Белорусская наука». 2010. С. 85-90.
10. Цыб А.Ф., Савина Н.П., Филиппова С.А., Мазнев В.А. Опыт работы службы оперативной информационной поддержки научных исследований в МРНЦ РАМН (1993 – 2009 гг.) //Радиация и риск. БНЭР. 2010. Т. 19. № 1. С. 33-47.
11. Савина Н.П., Мазнев В.А. Грант-менеджмент в едином информационном пространстве // Международная конференция «Информационное общество: Состояние и тенденции межгосударственного обмена научно-технической информацией с СНГ»: Сборник научн. трудов. М., 27-28 октября 2011 г. М.: ВИНТИ РАН. 2011. С. 110-111.
12. Савина Н.П. Поддержка научных исследований из внебюджетных источников финансирования на конкурсной и неконкурсной основах для решения медико-социальных проблем //Принципы устойчивого развития как основа экологической безопасности территории Нижнего Поволжья и социально-экономического благополучия общества сельских муниципальных образований. М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук». 2012. С. 266-268.
13. Савина Н.П., Мазнев В.А., Романко Ю.С. Грант-менеджмент и интернационализация научных исследований //Инвенции. Инновации. Инвестиции (ТРИИН-2012): материалы международной научно-практической конференции. Минск, 17-19 октября 2012 г. Минск: «Ковчег» 2012. С. 70-74.
14. Савина Н.П., Мазнев В.А. Опыт работы: внебюджетные источники финансирования научных исследований для решения медико-социальных проблем (1993-2014 гг.) //Научно-производственное обеспечение социально-экономической и экологической деятельности в АПК. - М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук». 2014. - С. 104-107.
15. Савина Н.П., Мазнев В.А. Внебюджетные источники финансирования в развитии научно-образовательных процессов в ФГБУ МРНЦ МЗ РФ (1993-2014 гг.) //Современные проблемы медико-технической науки. М.: АМТН РФ. 2014. - С. 99-100.

## **ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ**

Меденников В.И., Луппов В.В., Муратова Л.Г., Сальников С.Г.  
*Москва, ФГБНУ ВИАПИ имени А.А.Никонова*

В работе рассматриваются проблемы и основы оценки эффективности использования информационного ресурса в сельском хозяйстве России. Показана актуальность их решения при внедрении Интернет-технологий.

### **Problems of evaluation of the efficiency of the use of information resources in agriculture of Russia. Medennikov V., Luppov V., V., Muratova L., Salnikov S.**

The paper deals with the problems and the basis of valuation of information resource in Russian agriculture. The urgency of solving them in the implementation of Internet technologies.

В связи с массовым внедрением информационных технологий в сельском хозяйстве России остро встала проблема оценки эффективности использования информационного ресурса.

Многие считают, что по мере развития сферы применения информационных технологий, они будут играть ключевую роль. На практике же глубокие преобразования последних лет не стимулировали внедрение в сельскохозяйственное производство новейших достижений в области информационных технологий (ИТ).

Более того, в [1] утверждается, что “попытки решения управленческих задач за счет ЭВМ приводили к огромным затратам труда и средств, и все это кануло в лету”.

Рассмотрим **основные проблемы оценки эффективности использования информационного ресурса в сельском хозяйстве России.**

**Первая.** Отличительная черта экономических информационных ресурсов - связь с процессами управления коллективами людей, организацией. Таким образом, информационные ресурсы в агропромышленном комплексе (АПК), в большинстве своем, используются в системе управления. Тогда эффективность «производственной системы» зависит от эффективности системы управления, которая в современных условиях в свою очередь зависит от эффективности использования информационных ресурсов посредством информационно-управляющей системы (ИУС), являющейся разновидностью информационной системы (ИС).

Практика внедрения электронно-вычислительных машин (ЭВМ) потребовала формализации общих принципов и методов организации производственного процесса, управления этими процессами, которые определенно обуславливали бы эффективное использование трудовых, вещественных, финансовых и информационных ресурсов, а также облегчали расчет эффективности их использования.

Все большее количество функций управления поддаются автоматизации за счет, с одной стороны, разработки стандартов на них, обучения менеджеров некоторым стандартным функциям управления, с другой – по причине роста технических возможностей аппаратно-программных средств ЭВМ.

По отношению к АПК России в данный момент этой проблемой почти никто не занимается. Есть такое общеизвестное правило: «Нельзя автоматизировать хаос».

**Вторая.** При исследованиях оценки эффективности ИС, в частности, ИУС, почти никто не затрагивает такое направление оценки эффективности, как влияние на неё технологии проектирования, разработки, внедрения и сопровождения ИУС. Между тем они существенно влияют и на объект и на субъект управления на протяжении всего жизненного цикла ИУС, как программного продукта. Эволюция технологии проектирования, разработки, внедрения и сопровождения ИУС, имеющие непосредственное значение для анализа рассматриваемой проблемы связана, прежде всего, с появлением более мощных систем хранения, переработки и передачи информации. Функциональные возможности ИС при этом также расширились. Большую роль сыграло совершенствование инструмента, обеспечивающего уменьшение трудозатрат на создание и сопровождение ИС путем углубления специализации, стандартизации, кооперации и интеграции (как по данным, функциям управления, так и по режимам обработки информации, обеспечивающим однократный ввод и многократное использование информации). Это, с одной стороны, оригинальное, типовое и автоматизированное проектирование; с другой – позадачное и функционально-полное проектирование.

В информационных системах первого поколения практически все программное обеспечение (ПО) создавалось на основе так называемого, позадачного подхода.

Разработка типовых информационных систем в десятки раз дороже программно реализованных отдельных задач для отдельного конкретного предприятия (оригинальное проектирование). Однако эффект очевиден при наличии десятков тысяч однотипных предприятий в сельском хозяйстве. Важность разработки типовых информационных систем стала особенно важна при активном развитии Интернет-технологий. Эти технологии обеспечивают доступ к ИС огромного количества пользователей с выработкой стандартов, протоколов передачи и обработки данных, например, единых классификаторов.

Следовательно, эффективность использования информационного ресурса на современном этапе существенно зависит от состояния и перспектив развития единого информационного пространства АПК, в частности, Единого Интернет-пространства Аграрных Знаний АПК (ЕИПАЗ) [2].

ЕИПАЗ представляет собой интеграцию разработок, публикаций, консультационной деятельности, нормативно-правовой информации, дистанционного обучения, пакетов прикладных программ, баз данных, разработанных НИИ РАН, ВУЗов сельскохозяйственного профиля, агропромышленных изданий и издательств и других организаций, занимающихся сельскохозяйственной тематикой. ЕИПАЗ реализуется с единых позиций в целях облегчения поиска потребителями нужной информации с размещением у одного провайдера (под управлением мощной СУБД). Система создаётся на основе единых классификаторов, например, государственного рубрикатора научно-технической информации ГРНТИ и общероссийского классификатора продукции ОКП. Такая интеграция предусматривает разработку типовых сайтов НИИ, ВУЗа, сельскохозяйственного предприятия, информационно-консультационного центра. Предполагается наличие на этих сайтах разделов «Научное сопровождение агропромышленного производства», «Документооборот», «Статистика», «Электронная торговая площадка», «Электронная биржа труда» для облегчения доступа к информационным Интернет-ресурсам.

Вообще говоря, разумней и эффективней была бы разработка со стороны Минкомсвязи России типовых (модульных) региональных, районных, территориальных, отраслевых и ведомственных информационных порталов. Они должны быть интегрированы между собой, с учетом их многоцелевого использования, что значительно облегчило бы внедрение ЕИПАЗ, привело к значительному повышению эффективности использования информационного ресурса.

**Третья.** Переход к типовым ИС позволяет разработать единую методику оценки эффективности использования информационного ресурса в сельском хозяйстве. Это обусловлено наличием измеримых и сравнимых показателей. Нет необходимости подбирать для каждого предприятия свою, уникальную методику.

Из всего многообразия подходов к разработке методики оценки эффективности использования информационного ресурса в сельском хозяйстве России наиболее приемлемыми являются качественные методы [3]. Данная группа методов основана на выборе наиболее значимых характеристик, подобно тем, что изложены в [3]. В качестве таких показателей могут выступать 7 видов аграрных знаний, представленных в ЕИПАЗ: их объем, формы представлений, доступность и надежность их поиска, сервиса, скорость передачи данных, объем памяти для хранения информации и т.д. На основании этих показателей подбираются критерии их оценок.

Кроме того в методику могут быть включены в качестве аддитивной составляющей стандартные методы сайтометрии [4], применяемые в ВИАПИ на протяжении последних лет.

#### **Литература**

1. Ушачев И.Г. Система управления – основа реализации модели инновационного развития агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. М. ГНУ ВНИИЭСХ, 2013.
2. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. и др. Отчет о НИР «Разработать технико-экономическое обоснование проекта единого информационного Интернет-пространства знаний агронауки». -ВИАПИ РАСХН. 2010.
3. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. и др. Отчет о НИР «Разработать теоретические основы и методологию оценки эффективности использования информационного ресурса в аграрной экономике». -ВИАПИ. 2014.
4. Сальников С.Г. Рейтинги сайтов научных организаций Россельхозакадемии//Статья в сборнике «Информатизация в АПК: состояние, тенденции, перспективы» (Никоновские чтения 2012) с. 40-45.

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Астафурова О.А., Сальникова Н.А., Лопухов Н.В.

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы Волгоградский филиал*

В статье описан подход к построению информационно-аналитической системы исполнения местных бюджетов, ориентированной на поддержку принятия управленческих решений. Представлена внедренная разработка. Описаны пути ее совершенствования. Система предназначена для выполнения анализа и оценки эффективности доходов и расходов местных бюджетов и предоставляет средства для управления показателями, влияющими на формирование доходной и расходной части бюджета.

*Ключевые слова:* информационно-аналитическая система, программирование, управленческие решения, исполнение местных бюджетов, доходная часть бюджета, расходная часть бюджета, прогноз

#### **Prognostic complexes building technology. Astafurova O.A., Salmnikova N.A., Lopukhov N.V.**

Abstract. This article describes the approach to create an information-analytical system for local budget execution. This system is oriented to decision-making process in management. Implemented system is represented in this article and ways of its development are described. This system is created to execute analysis and evaluate income effectiveness and local budgets expenses. It also gives possibilities to manage indexes which affect forming the income and expenses parts of the budget.

*Keywords:* information-analytical system, programming, management decision-making, revenues of local budgets, expenditures of local budgets, forecast.

Повышение социально-экономической эффективности органов местного самоуправления напрямую зависит от созданной системы управления муниципальными финансами. На местном уровне участниками бюджетного процесса являются муниципальные, региональные и федеральные органы власти. Вопросы эффективного взаимодействия структур разных уровней в рамках принципа единства бюджетной системы РФ актуальны и в настоящий момент. Основными условиями создания такой системы управления финансами на местном уровне является переход муниципальных образований к бюджетированию, ориентированному на результат, а также обеспечение сбалансированности местных бюджетов. Из многообразия подходов к бюджетированию можно выделить четыре основных метода:

- традиционное бюджетирование;
- бюджетирование, основанное на планово-нормативных показателях;
- бюджетирование, ориентированное на результат;
- адаптивное бюджетирование.

Бюджетирование, ориентированное на результат, является способом решения системных ошибок в управлении общественными финансами, применение данной технологии обосновано в отраслях, результаты деятельности в которых не удовлетворяют общественным требованиям и ожиданиям. При этом в качестве недостатка бюджетирования, ориентированного на результат, можно отметить возможный рост социальной напряженности в результате закрытия излишней бюджетной сети, сокращения объемов предоставления бюджетных услуг. Поэтому при применении указанного подхода, используемого для обеспечения устойчивости местных и региональных бюджетов, необходимо делать акцент на то, что данный инструмент должен учитывать общественные ожидания.

Бюджетирование, ориентированное на результат, базируется на процессном (результат, эффективность работы) подходе. Под процессным подходом понимается управление деятельностью и ресурсами муниципальных образований на основе системы взаимосвязанных процессов.

С внедрением процессного подхода к управлению организация имеет следующие возможности:

- 1) процессный подход позволяет оптимизировать систему управления финансами, сделать её прозрачной для руководства и способной гибко реагировать на изменения внешней среды;
- 2) процессный подход позволяет получить и использовать систему показателей результата деятельности отдельных процессов и организации в целом;
- 3) процессный подход обеспечивает уверенность региональных органов власти в том, что существующая система управления финансами на местном уровне нацелена на постоянное повышение эффективности и максимальный учет интересов заинтересованных сторон.

Процессный подход применительно к анализу исполнения местных и региональных бюджетов описан в работе [ 1 ].

На стадии исполнения бюджета в процессе финансирования из бюджета плановых мероприятий и аккумуляции доходов бюджета проводится анализ оперативных данных, текущей отчетности об исполнении бюджета и выполнении основных плановых показателей. На основе этих данных корректируются назначения по бюджетным учреждениям, выявляются недостатки в выполнении обязательств перед бюджетом. Модель исполнения бюджета по доходам и расходам основывается на следующих определениях и вытекающих из них задач:

- 1) Исполнить бюджет по доходам - значит мобилизовать контингенты налогов, сборов, других платежей и распределить их по уровням бюджетной системы в соответствии с существующим законодательством. Основная задача модели исполнения местных бюджетов по доходам – получение исчерпывающей информации для прогнозирования исполнения доходной части бюджета в краткосрочном и среднесрочном периодах, в том числе за счет трансфертного межбюджетного распределения ресурсов областного и местных бюджетов.
- 2) Исполнить бюджет по расходам – значит профинансировать расходы, предусмотренные в бюджете, в соответствии с расходными обязательствами данного публично-правового образования. Основная задача модели исполнения местных бюджетов по расходам состоит в осуществлении оперативной оценки исполнения расходных частей местных бюджетов (мониторинга) для адекватного реагирования на изменения, возникающие под воздействием различных внешних и внутренних факторов, определяющих структурные сдвиги и общую потребность в бюджетных средствах (включая наполняемость доходной части бюджета). Модель имеет цель - дать финансовому органу управления инструментарий оперативного реагирования на меняющуюся ситуацию, а также для планирования расходной части бюджета в краткосрочном и среднесрочном периодах. При анализе исполнения расходной части бюджета рассматриваются итоги исполнения бюджета по уровням управления и статусу публично-правовых образований; по разделам функциональной классификации, видам расходов, статьям затрат в соответствии с классификацией операций сектора государственного управления (КОСГУ).

Формирование государственных структур, выполняющих различные функции по управлению бюджетом на местном уровне, параллельно с федеральными и региональными представляет собой комплексную задачу. Для ее эффективного решения необходимо применять математические методы моделирования и прогнозирования.

Моделирование системы исполнения местных бюджетов преследует цель создания экономико-математической модели, позволяющей моделировать варианты развития системы местных бюджетов. Такая модель была разработана и в 2010 году получено авторское свидетельство о регистрации программного продукта [ 2 ]. Модель, основана на двух связанных алгоритмах. Первый алгоритм используется для управления исполнением доходной части бюджета. Второй – применяется для

управления исполнением расходной частью бюджета. Программная реализация экономико-математической модели предназначена для выполнения анализа и оценки эффективности доходов и расходов местных бюджетов, применением в системе управления местными бюджетами в разрезе городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений субъекта федерации.

На первом этапе построения динамической модели системы исполнения местных бюджетов было получено описание бизнес-процессов формирования доходов и расходов, определение показателей каждого процесса, подлежащих контролю, а также определение рычагов управления бюджетным процессом. Разработка данного описания осуществлялось в виде функциональной модели с использованием популярного программного продукта BPWin.

Наиболее точные прогнозы развития процессов исполнения бюджетов по всем параметрам доходов и расходов можно получить, если использовать динамические модели. На основе динамических моделей возможна реализация достаточно точного и оперативного механизма настройки процесса исполнения бюджета с учетом меняющихся обстоятельств. Указанный механизм может быть эффективным только при условии введения в модель инструментов получения аналитической информации и средств корректировки процесса исполнения бюджета. Средства динамической модели должны давать пользователю возможность построить цикл управления доходами и расходами бюджетов местного самоуправления.

Входные данные для модели формировались из таблиц Excel, получаемых экспортом из базы данных администрации области. Входными данными в модели являлись следующие параметры: доходы, расходы, дефицит, кредиторская задолженность на начало года, трансферты, муниципальный долг. Выходными данными: доходы, расходы, дефицит, кредиторская задолженность на конец года, трансферты, муниципальный долг [ 3 ].

Выходная информация формируется в виде диаграмм, таблиц и может быть распечатана или сохранена на любом носителе информации обычными средствами Excel. Пользователь может корректировать результаты, оперируя фактическими данными за прошедшие периоды, и вносить в систему прогнозируемые показатели, позволяющие формировать сценарии исполнения бюджетов в краткосрочном и среднесрочном периодах, с последующим выбором оптимального сценария управления финансовыми потоками бюджетной системы и устранением экстремальной помехи.

С помощью разработанной модели могут быть решены следующие задачи и исследованы следующие стратегии:

- стратегия изменения тарифов на ЖКХ-услуги для населения;
- стратегия изменения заработной платы работникам бюджетных учреждений;
- стратегия изменения заработной платы административно управленческого персонала;
- стратегия изменения численности работников бюджетных учреждений;
- стратегия изменения численности административно управленческого персонала;
- стратегия создания и упразднения нового бюджетного учреждения;
- стратегия предоставления субсидий, субвенций и дотаций;
- стратегия оценки доли софинансирования по субсидиям;
- задача определения устойчивости исполнения местных бюджетов на прогнозируемом периоде;
- задача расчета кредиторской задолженности;
- задача расчета муниципального долга;
- задача определения дефицита;
- задача прогнозирования расходной части бюджета на период до трех лет;
- задача прогнозирования доходной части бюджета на период до трех лет.

Предложенная модель исполнения местных бюджетов помимо получения информации аналитического характера предусматривает возможность моделирования поведения системы исполнения бюджетов при введении сценарных условий, как на краткосрочный, так и на среднесрочный периоды. Такая настройка системы позволяет повысить степень минимизации рисков исполнения расходных обязательств.

Моделирование исполнения местного бюджета осуществлялось в несколько этапов:

1 этап. Внесение исходных данных за отчетный период.

2 этап. Выбор муниципального образования.

3 этап Моделирование расходной и доходной частей бюджета:

- a) Расходы за отчетный год очищаются от межбюджетных трансфертов.
- b) Производится прогнозирование очищенных расходов на три года.
- c) Добавляются планируемые межбюджетные трансферты.
- d) Осуществляется моделирование различных сценариев развития в текущем году.
- e) Производится моделирование доходов по трем независимым методикам.

4 этап. Отображение результатов моделирования.

5 этап. В момент появления новых данных за текущий период уточнение модели.

Каждому этапу обработки соответствует свой программный модуль пересчета.

В основу моделирования исполнения доходной части бюджета положен метод репрезентативной налоговой системы. Оценка ожидаемых налоговых и неналоговых поступлений в процессе исполнения бюджета производилась ежемесячно на каждую отчетную дату (1 февраля, 1 марта, 1 апреля и т.д.) для налога на доходы физических лиц, земельного налога, налога на доходы физических лиц, налогов на совокупный доход и прочих налогов, неналоговых доходов. Значения базовых показателей, характеризующих сумму налоговых поступлений, определялись на основании фактического исполнения доходной части местного бюджета за предыдущий финансовый год.

Оценка доходов бюджета производилась в два этапа. На первом этапе рассчитывались значения ожидаемых поступлений для каждого месяца. На втором этапе оценивались суммарные поступления на отчетную дату с начала текущего финансового года.

Прогнозирование производилось с использованием адаптивных подходов. Параметры модели уточнялись на основе фактических данных о поступлениях налоговых и неналоговых доходов. Предусмотрено, что прогноз значений доходов местного бюджета должен учитывать тенденции и изменения распределения доходных полномочий между уровнями бюджетной системы Российской Федерации, происходящие в рамках совершенствования бюджетного и налогового законодательства Российской Федерации.

На основе использования имеющихся и расчета основных показателей (индикаторов) развития экономики муниципалитета, формирования доходов и финансирования расходов, были разработаны реалистичный, оптимистический и консервативный варианты поступления доходов.

Моделирование расходной части бюджета. Расходная часть исполнения местных бюджетов в зависимости от необходимости представлялась по трем различным вариантам движения и учета расходов:

- по функциональной классификации;
  - классификация по КОСГУ;
  - по принадлежности исполняемых расходных обязательств (собственных и делегированных).
- Исходя из этого, модель состоит из 3-х модулей, позволяющих представлять расходы в трех вариантах.

Реализованный в исследовании метод основывается на использовании классификации расходов бюджета. В соответствии с бюджетной классификацией Российской Федерации каждая статья расходов имеет свой код, в котором указывается код раздела, подраздела, целевой статьи, вид расхода, код КОСГУ. Таким образом, использование универсальных кодов классификации позволяет создать алгоритм, перераспределяющий расходы из стандартных отчетов казначейства по 3-м вышеперечисленным признакам.

Моделирование расходов производилось в несколько этапов:

1. Очищение расходов за отчетный год от межбюджетных трансфертов. Для этого в соответствии с системой ключей каждому межбюджетному трансферту приписывались соответствующие КОСГУ и группы/подгруппы расходов. Далее путем сравнения КОСГУ из расходов вычитались межбюджетные трансферты.
2. Прогнозирование расходов (очищенных) на три года вперед в соответствии с прогнозируемыми факторами. Для этого из сформированных данных выделялись группы расходов по функциональной классификации.

Таким образом, получалась система расходов, сгруппированная по функциональной классификации, и подчиненная влиянию управляющих факторов.

Аналогично выделялись группы расходов по классификации КОСГУ:

- 1) все расходы пересчитываются с учетом управляющих факторов;
- 2) выделяются расходы на «защищенные» статьи;
- 3) выделяются расходы на «незащищенные» статьи.

Таким образом, получается система расходов, сгруппированная по КОСГУ, также подчиненная влиянию управляющих факторов.

Аналогично выделялись группы расходов классифицированные по «принадлежности»:

- 1) все расходы пересчитываются с учетом управляющих факторов;
- 2) по соответствующим кодам выделяются и суммируются показатели, относящиеся к «расходам на исполнение собственных полномочий»;
- 3) по соответствующему коду выделяются и суммируются показатели, относящиеся к «расходам на исполнение делегированных государственных полномочий»;
- 4) по соответствующему коду выделяются и суммируются показатели, относящиеся к «расходам на исполнение делегированных вопросов местного значения».

Таким образом, формируется система исполнения расходов, сгруппированная по «принадлежности», также подчиненная влиянию управляющих факторов.

1. Добавляются планируемые межбюджетные трансферты.

В соответствии с системой ключей каждому межбюджетному трансферту приписываются соответствующие КОСГУ и группы/подгруппы расходов. Далее путем сравнения КОСГУ к спрогнозированным расходам прибавляются межбюджетные трансферты.

2. Осуществляется моделирование различных сценариев развития в текущем году в соответствии с управляющими факторами.

В зависимости от цели моделирования можно выделить несколько алгоритмов построения систем местных бюджетов области:

I. Построение модели для консолидированного бюджета района, которое осуществляется в несколько этапов:

1. Провести моделирование собственно района.
2. Построить модели бюджета поселений данного района.
3. По полученным результатам в пунктах 1 и 2 составить консолидированный бюджет района.

II. Построение модели бюджета по всем районам можно осуществить следующим образом:

1. Провести моделирование бюджета каждого района в отдельности.
2. По полученным результатам составить бюджет по всем районам.

III. Аналогично строятся модели бюджета по всем городским округам:

1. Провести моделирование бюджета каждого городского округа в отдельности.
2. По полученным результатам составить бюджет по всем городским округам.

IV. Построение модели консолидированного бюджета по всем муниципальным образованиям:

1. Провести моделирование консолидированного бюджета района для каждого муниципального района.
2. Провести моделирование бюджета по каждому городскому округу.
3. По полученным результатам в пунктах 1 и 2 составить консолидированный бюджет муниципальных образований.

Тестирование модели показало адекватное отображение результатов разработанной модели исполнения местных бюджетов. Кроме того, при единичных управляющих факторах результаты на выходе равны входным данным.

Данная модель может быть применена в рамках горизонтальной адекватности для городского округа и для муниципального района. При этом учитывается то обстоятельство, что единство бюджетной классификации и параметры нормативов распределения налоговых доходов в межбюджетных отношениях для городских округов и муниципальным районам (в измерении консолидированных бюджетов последних) принципиально однозначны.

Несколько сложнее представляется отражение в модели исполнения местных бюджетов динамических процессов в звене бюджет муниципального района – бюджеты городских и сельских поселений. Здесь задача усложняется наличием потока встречных трансфертов по ряду делегируемых полномочий местного значения. И хотя суммы этих трансфертов относительно невелики, они несколько усложняют настройку системы, что требует проведения дополнительной работы по корректировке предлагаемой модели в рамках следующего этапа исследования.

В целом же данная модель вполне адаптивна к ее применению ко всем местным бюджетам бюджетной системы.

#### **Литература**

1. Запрягайло В.М., Астафурова, О.А. Анализ исполнения местных и региональных бюджетов на основе функционального моделирования // Актуальные проблемы совершенствования управления региональными финансами [Текст] : сб. докл. второй регион. науч.-практ. конф., 23-24 окт. 2008 г. / ред. А. В. Дорждеев [и др.]. - Москва : Финансы, 2009
2. Авторское свидетельство
3. Астафурова, О.А., Лопухов, Н.В. Моделирование системы исполнения местных бюджетов Волгоградской области // Альманах современной науки и образования. 2010. № 5. С. 147-151.
4. Сальникова, Н.А., Астафурова, О.А. Автоматизация поискового конструирования сложных СВЧ-устройств. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т.17. №14 (117). С. 122-126.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Бодин О.Н., Полосин В.Г., Кузьмин А.В., Сергеенков А.С.  
*Пенза, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»*

Рассмотрены этапы формирования трехмерной модели сердца пациента средствами компьютерной графики. Показаны недостатки существующих систем визуализации кардиографических данных.

### **Application of computer graphics for imaging cardiovascular disease. Bodin O.N., Polisin V.G., Kyzmin A.V., Sergeenkov A.S**

The stages of the formation of three-dimensional model of the patient's heart by means of computer graphics. The drawbacks of existing systems cardiographic imaging data.

Визуализация сердечно-сосудистых заболеваний является одним из важных аспектов использования современных информационных технологий в функциональной диагностике для повышения эффективности. Решение данной задачи позволит повысить наглядность диагноза, исключить грубые ошибки, обеспечить правильный процесс наблюдения и лечения пациента [1].

Известны трехмерные компьютерные модели сердца, которые используются в медицинских компьютерных системах различного назначения для визуализации состояния сердечно-сосудистой системы (ECGSIM, система электромагнитной навигации «Биоток», прибор «Кардиовизор», диагностический комплекс «АМИКАРД 01К»). Проведенный поиск показал, что в данных системах наглядное представление анатомии сердца недоступно. Существующие компьютерные модели схематичны, не соответствуют требованию реалистичности, не отражают электрическую активность и внутреннее строение сердца, и не позволяют строить сечения объекта произвольными плоскостями.

В отличие от аналогичных систем, предлагаемая модель, реализованная средствами компьютерной графики, отвечает требованиям реалистичности и отражает не только поверхность, но и внутреннее строение сердца.

Построение компьютерной модели сердца проходит в несколько этапов:

1. Проектирование компьютерной модели сердца в пакете Blender.
2. Синтаксический анализ данных.
3. Синтез и визуализация компьютерной модели сердца пациента с использованием библиотеки OpenGL.

На первом этапе выполняется проектирование компьютерной модели сердца в пакете Blender включающее следующие этапы [2]:

- построение полигональной модели объекта на основании анатомического описания сердца человека;
- настройка источников света (направление, мощность, степень освещенности);
- настройка материалов объекта;
- создание текстурной карты;
- настройка точки зрения наблюдателя (камеры), выбор точки и угла построения проекции.

На втором этапе выполняется синтаксический анализ данных. Блок синтаксического анализа данных представляет собой модуль, реализующий синтаксический разбор входных данных (.obj – файлов моделей сердца). В ходе синтаксического анализа, исходный текст преобразуется в структуру данных, отражающую синтаксическую структуру входной последовательности и предназначенную для обработки в приложении.

На третьем этапе, на основании массива данных из блока синтаксического анализа данных, происходит синтез и визуализация компьютерной модели сердца пациента с использованием библиотеки OpenGL.

Отображение компьютерной модели сердца с использованием библиотеки OpenGL включает следующие этапы [3-5]:

- построение полигональной модели сердца на основании массива данных из блока синтаксического анализа данных;
- настройка источников света (направление, мощность, степень освещенности);
- настройка материалов объектов;
- загрузка текстурной карты;
- рендеринг.

Пример визуализации внутренних полостей сердца пациента приведен на рисунке 1.

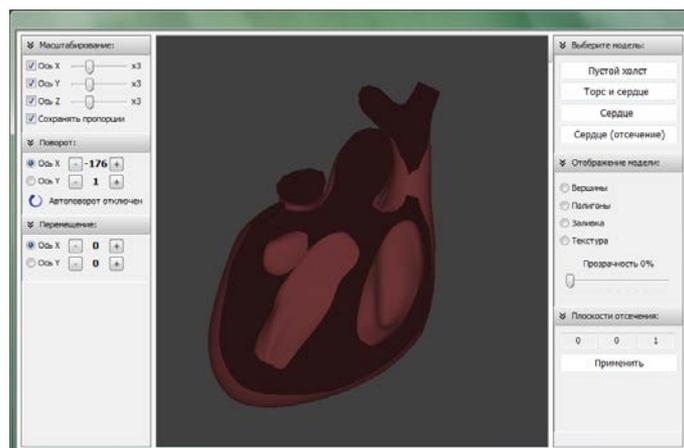


Рисунок 1 – Визуализация внутренних полостей сердца пациента

Предлагаемая методика построения компьютерной модели сердца пациента позволяет учитывать индивидуальные антропометрические особенности пациента. При этом для построения данной модели входными параметрами являются неинвазивно полученные данные – ФОС, ЭКС, что обеспечивает массовость и доступность использования предложенной методики. Таким образом, предлагаемая компьютерная модель сердца пациента предоставляет врачу новые инновационные возможности для диагностики и планирования лечения, позволяет повысить качество оказания медицинской помощи за счет наглядного представления диагностической информации.

#### Литература

1. Бодин О.Н., Кузьмин А.В., Сафронов М.И., Сергеев А.С. Построение компьютерной модели торса и сердца пациента в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М.: Научтехлитиздат, 2015. №3. – С.23-31.
2. Ножнов В.А. Модель учебного курса. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции ИТО-2009. С.27-29.
3. Косников Ю.Н. Геометрическое моделирование и отображение пространственных форм в режиме реального времени // Современные проблемы информатизации в моделировании и социальных технологиях. Сборник трудов. Воронеж: «Научная книга», 2008. №13. С.231-232.
4. Бодин О.Н., Кузьмин А.В. Представление и визуализация объемных объектов. // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. 2008. №3. С.49-56.
5. Федотов Н.Г., Романов С.В. Триpletные признаки цветных изображений (методы формирования и оптимизации вычисления) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2012. №1. С.29-32.

#### НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИТ-ОТРАСЛИ В РЕГИОНЕ

Софронова Н.В.

*г. Чебоксары, ЧГПУ им. И. Я. Яковлева*

В статье речь идет о Чувашии - дотационном регионе России. Один из наиболее перспективных вариантов повышения благосостояния региона – это развитие ИТ-отрасли. Автор предлагает три направления интеграции государственных и общественных структур для развития ИТ-отрасли в регионе: 1) повышение имиджа ИТ-специалиста; 2) выявление одаренных и мотивированных детей в области ИТ-технологий; 3) стимулирование деятельности учителей и преподавателей для повышения информационной компетентности учащихся.

#### Direction of integration of state and public entities for the development of it industry in the region. Sofronova N. V.

In the article we are talking about Chuvashia - subsidised region of Russia. One of the most promising options to improve the welfare of the region is the development of the IT- industry. The author proposes three areas of integration of state and public entities for the development of IT-industry in the region: 1) improving the image of IT-specialist; 2) identification of gifted and motivated children in the area of IT technologies; 3) providing incentives for teachers to improve information skills in students.

Один из наиболее перспективных вариантов повышения благосостояния России, а, следовательно, регионов – это развитие ИТ-отрасли. Существует три основных направления деятельности государственных структур для развития ИТ-отрасли в регионе: 1) поддержка предприятий и малого бизнеса ИТ-отрасли, 2) взаимодействие с учреждениями профессионального образования и 3) интеграция государственных и общественных структур для развития ИТ-отрасли. Рассмотрим последнее направление.

С 2005 года в Чувашии функционирует общественная организация «Чувашское региональное отделение Академии информатизации образования» (ОО ЧРО АИО). С этого года председатель научного совета Отделения Софронова Н. В. включен в состав общественного совета при Министерстве информационной политики и массовых коммуникаций Чувашской Республики. Совет объединяет представителей ИТ-компаний республики, высших учебных заведений, общественных организаций и представителей СМИ. Такая интеграция сама по себе продуктивна, поскольку позволяет встретиться за одним столом людям, которые в обыденной жизни практически не пересекаются, между тем их деятельность связана и направлена на развитие информационной инфраструктуры республики. Одной из последних проблем, которую решает совет, это разработка плана мероприятий по подготовке ИТ-специалистов.

В Чувашии три основных вуза и несколько филиалов. Во всех вузах готовят специалистов в области информационных технологий. Однако существует ряд проблем, не позволяющая утверждать, что подготовка ИТ-специалистов в республике проводится на должном уровне.

Во-первых, *контингент студентов по остаточному принципу*. Самые сильные выпускники школ поступают в вузы Москвы, Санкт-Петербурга и других городов, что само по себе и неплохо, но они, как правило, не возвращаются домой. Главные причины: в Москве зарплата выше, во время студенческой жизни завязываются личные и профессиональные отношения, начинать с чистого листа не хочется. Таким образом, «вымывание мозгов» характерно для республики, впрочем, как и для страны в целом, если вспомнить, что самые сильные программисты и успешные предприниматели предпочитают жить за границей.

Во-вторых, *инертный преподавательский состав*. ИТ-индустрия развивается небывалыми темпами. Чтобы оставаться «на коне» надо прилагать большие усилия, заниматься постоянным самообразованием. Между тем наша система вузовского образования организована таким образом, что у преподавателей нет стимула быть первыми и лучшими в области информационных технологий. Из года в год читая одни и те же дисциплины, преподаватели, как правило, плохо отслеживают тенденции в развитии ИТ-индустрии, не отражают их в содержании своих дисциплин. Уровень программистской культуры преподавателей оставляет желать лучшего, поскольку на сегодняшний день важно не только то, как ты программируешь, но и на каких языках. А языки надо осваивать.

В-третьих, *небольшое количество ИТ-компаний*. В Чувашии наиболее известные ИТ-компании – это Кейсистемс, 1С, Гарант, Консультант Плюс, Информатика, Деймос, Алькона и другие. Причем разработкой программного обеспечения занимаются Кейсистемс, Алькона и 1С, остальные компании занимаются продвижением брендовых продуктов. Впрочем, необходимо отметить, что ИТ-специалисты нужны практически во всех организациях и производствах, поэтому потребность в них велика.

Таким образом, можно сделать вывод, что для развития ИТ-индустрии в республике нужны одаренные студенты, талантливые и высококвалифицированные педагоги и большое количество высокодоходных ИТ-компаний. Очевидно, что все эти компоненты связаны, и отсутствие одного из них делает невозможным осуществление всего процесса.

Роль ОО ЧРО АИО заключается в отборе талантливой в области ИТ молодежи и повышении информационной компетентности учителей и преподавателей и, как следствие, повышение имиджа ИТ-специалиста. Отделение проводит конкурсы по информатике, турниры по программированию, конференции «Интернет-технологии в образовании».

С 2005 года по инициативе Чувашского регионального отделения Академии информатизации образования проводится игра-конкурс по информатике «Инфознайка». С 2007 года конкурс «Инфознайка» поддерживает Министерство образования и молодежной политики Чувашии. Конкурс был включен как одно из мероприятий в Республиканскую целевую программу «Развитие единой образовательной информационной среды в Чувашской Республике на 2011-2020 годы», принятую постановлением Кабинета Министров Чувашской Республики 25 сентября 2008 г. N 293. С 2013 года игра приобрела международный статус. В конкурсе принимают участие такие страны, как Казахстан, Молдавия, Южная Корея, Украина, Латвия и др. Основная цель конкурса - активизация познавательного интереса учащихся общеобразовательных учреждений в области информатики и информационных технологий и выявление одаренных и мотивированных детей в области ИТ-технологий. Конкурс проводится на шести уровнях: начальный (1-2 классы), пропедевтический (3-4 классы), подготовительный (5-7 классы); основной (8-11 классы); базовый и углубленный (10-11 классы).

Дистанционная форма организации игры позволят учащимся, находящимся на удаленном расстоянии от места ее проведения, участвовать без каких-либо ограничений, связанных с получением материалов, отправкой результатов, получением сертификатов для сколь угодно малого или большого количества учеников. Для реализации дистанционной формы проведения игры создан сайт <http://www.infoznaika.ru>. Игра проводится в один день в течение 45 минут. Все участники игры получают сертификаты, лучшие – дипломы и призы. Учителям высылаются благодарности и небольшие подарки. Для ознакомления с игрой на сайте организации выложены задания за 2005-2014 годы, а так же реализована часть игры на языке JavaScript с возможностью указания ответов и получения итоговых результатов. Специально для игры разработан и используется в оформлении дипломов, сертификатов, плакатов и другой документации логотип игры, принадлежащий авторскому коллективу. Дистанционная игра «Инфознайка» достаточно популярна не только в Чувашии, но и в школах России. Участники игры есть во всех регионах Российской Федерации.

С целью стимулирования деятельности учителей и преподавателей для повышения информационной компетентности учащихся ОО ЧРО АИО проводит всероссийскую научно-практическую конференцию «Интернет-технологии в образовании». В работе конференции принимали участие представители органов государственной власти (Министерство образования и молодежной политики Чувашской Республики, Госсовет), преподаватели вузов, руководители и учителя школ. Гостями конференции были Президент Академии информатизации образования профессор Я. А. Ваграменко, директор института Информатизации образования РАО, член-корреспондент РАО, профессор И. В. Роберт, профессора О. А. Козлов (Москва), С. В. Панюкова (Рязань), Ю. А. Романенко (Серпухов), И. Г. Семакин (Пермь), В. В. Альминдеров (Москва), ученые С. В. Богданова (Москва), А. Е. Поличка (Хабаровск), Р. И. Горохова (Йошкар-Ола), И. М. Аксянов (Москва) и др.

В этом году конференция проходила традиционно весной с 15 апреля по 20 мая. Организаторами конференции выступили: ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я Яковлева», межрегиональная общественная организация «Академия информатизации образования», общественная организация «Чувашское региональное отделение Академии информатизации образования». Официальный сайт конференции [www.ito.infoznaika.ru](http://www.ito.infoznaika.ru). В конференции приняли участие 327 человек из 63 регионов России, в том числе 302 учителя. Было представлено 224 доклада. За время проведения конференции были организованы следующие мероприятия:

1. Размещение на сайте конференции и обсуждение присланных докладов.
2. Проведено 8 вебинаров, основными докладчиками которых были учителя.
3. Подготовка и издание сборника конференции, размещение на сайте elibrary.ru.

Подводя итог, заметим, что в Республике предпринимаются реальные и эффективные шаги по развитию ИТ-отрасли в регионе, а члены Чувашского республиканского отделения Академии информатизации образования принимают в этом активное участие.

## **ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА РЫНОК ТРУДА ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Кокорев А. И., Степанова Е.Г.

*Ставрополь, Северо-Кавказский Федеральный Университет*

В данной работе рассматривается влияние экономического кризиса на рынок труда обрабатывающей промышленности Российской Федерации. Показано, что в российской промышленности необходимо переосмыслить вопросы занятости и оплаты труда работников.

### **The influence of economical crisis on labor markets of Manufacturing Industry. Kokorev I. M. Stepanova E.G.**

This paper addresses the influence of the economical crisis on labor market in Russian Federation. It also shows that Russian industrial complex has to reassess the existing employment and labor payment practices.

Обрабатывающая промышленность представляет собой одну из ключевых отраслей экономики России на этапе индустриального развития. Продукция сектора обеспечивает материальную основу потребления населения страны и лежит в основе воспроизводства других секторов экономики, обеспечивает рост производительности, технологических инноваций и международной торговли, является источником масштабного роста занятости и рабочих мест.

Сектор обрабатывающей промышленности в общем промышленном производстве России является одним из самых значительных в общем промышленном производстве: по объему отгруженных

товаров собственного производства (66,3%), по доле в производстве ВВП (15,6%), по численности занятых (14,6%).

Российская обрабатывающая промышленность объединяет более 400 тысяч действующих предприятий различных форм собственности и мощности, среднегодовая численность работающих составляет около 7,5 млн. человек. Общая численность занятых в обрабатывающей промышленности уменьшилась с 9,5 млн. чел. в 2005 году до 7,3 млн. чел. в 2014 году и составила примерно 11% от численности занятых во всех отраслях отечественной экономики. Эта цифра получается из отчетных данных Росстата за 2005-2014 гг., который зафиксировал сокращение среднегодовой численности работников занятых на обрабатывающем производстве на 20,8% (рисунок 1).

Изменения в экономической и социально-политической ситуации в России вызвали резкое сокращение производства. К ним можно отнести падение цен на сырье, сокращение внешнего спроса, отток капитала, сокращение занятости и рабочих мест, сокращение рабочего времени и снижение заработной платы.

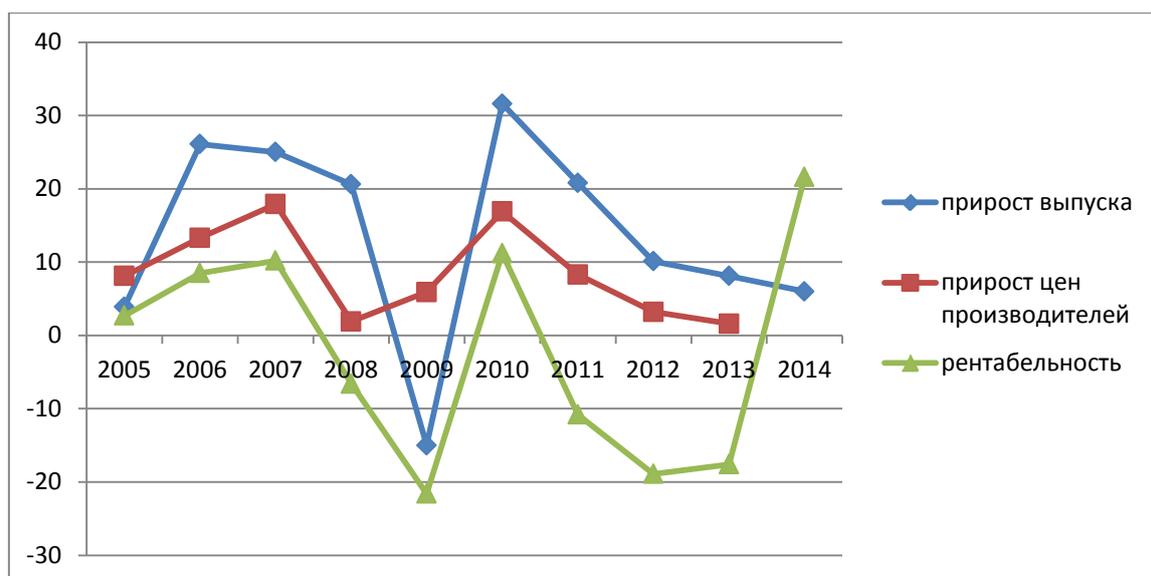


**Рисунок 1** - Динамика показателей пищевой и перерабатывающей промышленности (прирост к тому же периоду предыдущего года, %).

Основным фактором сокращения численности занятых на рынке труда в обрабатывающей промышленности является относительно низкая заработная плата в отрасли. Сама по себе проблема низкой заработной платы связана с низкой долей тарифа в общих затратах на оплату труда, что является причиной роста текучести кадров. Но в то же время именно это и позволяет предприятиям отрасли быстро реагировать на изменение экономической конъюнктуры и управлять затратами на производство.

Вместе с тем следует отметить, что темпы сокращения численности работников, занятых в отраслях обрабатывающей промышленности, меньше, чем темпы сокращения самого производства, что ведет к падению производительности труда отрасли и росту удельных трудовых издержек, которые отчасти компенсируются снижением реальной заработной платы в рублевом и валютном выражении (рисунок 2).

Обращает на себя внимание то, что объемы производства неизменно показывают положительную динамику. Оборот организаций сектора в 2014 году составил 32019,6 млрд. руб. Крупными и средними предприятиями обрабатывающей промышленности был получен финансовый результат в виде прибыли в объеме 191,1 млрд. руб.



**Рисунок 2** – Динамика показателей пищевой и перерабатывающей промышленности (прирост к тому же периоду предыдущего года, %).

В тоже время показатель рентабельности отрасли начал снижаться, и перешел в отрицательную область. Средний по обрабатывающей промышленности уровень рентабельности продукции составил в 2014 году всего 10,7%.

В условиях мирового экономического кризиса промышленность пытается адаптироваться путем снижения издержек.

Снижение численности «избыточной» занятости может иметь как отрицательное так и положительное влияние на экономику в целом. С одной стороны низкая эффективность предприятий и неспособность платить конкурентную заработную плату создает дефицит квалифицированной рабочей силы. С другой стороны происходит снижение лишней рабочей силы, что приводит к сокращению издержек производства. На фоне значительного снижения промышленного производства возможность поддержания оптимального уровня укомплектованности рабочей силой сохраняют прежде всего успешные предприятия, с развитой системой профессионального обучения и переобучения работников.

Таким образом, можно отметить, что, если в развитых странах изменение темпов роста и сокращение численности происходило в основном вследствие автоматизации производства, оптимизации производственных процессов, широкого внедрения инновационных и организационных технологий и ускоренного роста сферы услуг, то в России одним из существенных факторов, повлиявшим на изменение темпов роста обрабатывающей промышленности, явился мировой экономический кризис. Экономический кризис, резко снизив спрос на труд и ускорив сокращение занятости, показал, что в российской промышленности необходима адаптация вопросов оплаты труда и занятости к новым условиям.

#### Литература:

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.
2. Кузьменко В. В. Инструменты контроллинга в системе управления промышленных предприятий / В. В. Кузьменко, Молодых В. А., Кузьменко И. П. // Вестник Института дружбы народов Кавказа. Теория экономики и управления народным хозяйством. 2012 №2(22). С.25–31.
3. Степанова Е. Г. Теневая экономика и показатели трудовых ресурсов / Е. Г. Степанова // Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 33. № 2. С. 8–13.
4. Степанова Е. Г. Анализ занятости в неформальном секторе экономики российской федерации / Е. Г. Степанова // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 27. № 1. С. 64–66.

## **ЭКОНОМИКА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ И ИНОСТРАННЫЕ ИНВЕСТИЦИИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Тихонов Г.В., \*Грачев Н.Н.

*Москва, МАТИ – РГТУ им. К.Э. Циолковского; \* Москва, НИУ ВШЭ*

Задача данной работы состоит в исследовании главных факторов, которые формируют инвестиционную привлекательность экономики Российских регионов.

Объектом рассмотрения являются данные о потенциале региона, путях его рационального использования, а также данные о внутренних прямых иностранных инвестициях (аналог FDI).

Предметом исследования выступают восемь российских регионов, представляющих четыре различных типа: добывающий (регион донорского типа) - 2, кризисный, как правило, сельскохозяйственный - 2, самодостаточный -2, приграничный -2 (Hanson, 1997г.).

### **The economy of Russian regions and foreign investment: modeling, empirical analysis**

**Tihonov G., Grachev N**

The purpose of this paper is to study the main factors that shape the investment attractiveness of Russian economic regions. The object of consideration is the data on the potential of the region, how it management, as well as data on inward foreign direct investment. The subject of the study are the eight Russian regions, representing four different types: mining (the region of donor-type) - 2, crisis, as a rule, the agricultural- 2, a self-contained -2, -2 border.

#### **1. Типология регионов Российской Федерации**

Российская Федерация характеризуется большим разнообразием природно-климатических, демографических и производственных условий по отдельным территориальным образованиям. Это требует определенной структуризации регионов страны в группы по различным критериям. На наш взгляд, следует выделить, по крайней мере, следующие шесть типов региональных образований: регион добывающего типа, сельскохозяйственный регион, кризисный (депрессивный) регион, самодостаточный регион, регион – донор и приграничный регион.

В качестве типового добывающего региона донорского типа в данном исследовании взята Тюменская область. К числу подобных регионов относятся: Москва, С-Петербург, Ямало-Ненецкий АО, Белгородская область.

В качестве типового кризисного региона взята Костромская область. К числу подобных регионов относятся множество регионов России, в том числе Алтай, Тыва, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Бурятия.

В качестве типового самодостаточного региона взята Самарская область. К числу подобных регионов относятся Курганская область, Иркутская область.

В качестве типового приграничного региона взята Сахалинская область. К числу подобных регионов относятся Калининградская область, Приморский край, Карелия.

Статистические данные для данного научного исследования взяты из официальных источников – федеральной службы государственной статистики, а также получены путем выборочных исследований региональными органами власти.

Период наблюдения охватывает 2000-2010 годы, т.е. те годы, за которые имеется относительно надежная официальная информация.

#### **2. Оценка инвестиционной привлекательности типовых регионов России**

##### **А. Теоретические подходы к оценке инвестиционной привлекательности региона**

Под инвестиционной привлекательностью экономики здесь понимается способность региона воспринять и освоить определенный объем инвестиций.

Факторами, формирующими степень инвестиционной привлекательности регионов страны, выступают: уровень развития региональной экономики, включая сюда специфику отраслевой структуры производства; развитие инфраструктуры региона, включая все ее основные составляющие: техническая инфраструктура, производственная инфраструктура, социальная инфраструктура, рыночная инфраструктура; человеческий фактор, включая уровень развития человеческого капитала в регионе, уровень и характер управления экономическим развитием (См. рис.1).

Можно выделить два подхода к оценке инвестиционной привлекательности региона. Первый подход связан с оценкой производственного потенциала региона, способностью экономики региона освоить эффективно определенный объем потенциально возможных инвестиционных ресурсов. При этом подходе проводится ранжирование регионов страны по уровню способности к «поглощению» инвестиций. Ранжирование опирается на оценку места (ранга) данного региона в стране и определяется по месту, занимаемому регионом в совокупности территориальных образований. В расчет принимаются

важнейшие факторы, формирующие условия производства и инвестиционную привлекательность региона, такие как:

- наличие и квалификация человеческого капитала,
- уровень развития производственной инфраструктуры,
- уровень развития рыночной инфраструктуры (институтов рынка),
- способность к инновационному развитию,
- характер и способы управления региональной экономикой.

При выделении важнейших факторов автор опирается на схему взаимосвязи факторов, разработанную российскими экономистами.

### Индикаторы развития региона



Рис.1

Желательно было бы давать характеристику производственных возможностей региона не «россыпью», т.е. в виде набора изолированных индикаторов, а в виде некоей взаимосвязанной совокупности, например, в виде многофакторной производственной функции. Однако, это более сложная задача, требующая дальнейших исследований.

Второй подход связан с рыночным признанием данного региона как объекта приложения инвестиционных ресурсов. Он предполагает наблюдение за фактическим потоком иностранных инвестиций, что объективно отражает привлекательность экономики данного региона для инвесторов.

Разница в оценке местоположения региона, исчисленная по этим двум подходам, отражает нереализованные возможности региона с точки зрения привлечения инвестиций в экономическое развитие.

#### **Б. Состояние экономической активности по регионам страны**

Наиболее значительное снижение индекса наблюдалось по таким видам деятельности, как «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства». Положительная динамика имела место в секторе «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды».

В отдельных федеральных округах наблюдался рост промышленного производства. К их числу относятся Дальневосточный федеральный округ. Среди регионов округа наибольшие значения индекса промышленного производства зафиксированы в Чукотском автономном округе, Ненецком автономном округе и Сахалинской области. Рост в этих субъектах был связан с увеличением производства по добыче полезных ископаемых.

В большинстве субъектов Российской Федерации (69) сократилось производство продукции добывающих и обрабатывающих производств. Несколько более благополучно обстояли дела с производством электроэнергии, газа и воды. В Северо-Западном, Приволжском, Сибирском и Дальневосточном округах динамика этого производства была положительной.

Можно констатировать, что наиболее значительно последствия кризисных явлений проявляются в развитии обрабатывающих производств. Отрицательная динамика наблюдалась в большинстве субъектов Российской Федерации. Наиболее значительный прирост продукции обрабатывающих производств был отмечен в Сахалинской области. Это связано с активным освоением добычи углеводородного сырья в данном регионе.

#### **3. Модель оценки востребованности экономики региона к инвестициям (в том числе и иностранных)**

Модель базируется на учете шести основных факторов:

1. Население (учитывается как его численность, так и плотность на территории региона).
2. Территория и природно-географические условия проживания.

3. Экономика региона, которая оценивается исходя из абсолютного значения валового регионального продукта и его значения в пересчете на душу населения.

4. Обобщенная оценка инфраструктуры региона учитывает такие показатели, как густота автомобильных дорог с твердым покрытием, протяженность железнодорожных путей, развитость аэродромной сети и др.

5. Оценка инновационности региона базируется на учете исследовательского потенциала, патентной активности в регионе, инновационной деятельности предприятий и включенности региона в федеральные научно-технические программы.

6. Оценка уровня управления осуществляется по двум направлениям. Собственно достигнутый уровень управления оценивается экспертным путем, но при этом вводится поправочный коэффициент масштаба решаемых задач (своеобразная обратная связь с другими основными параметрами развития региона).

Итоговая оценка представляет собой оценку текущего и прогнозного стратегического потенциала региона. Чем выше относительный статус региона в рейтинге, тем выше его способность улучшать качество жизни населения и управлять рисками развития.

#### **4. Выработка целесообразной для России политики развития российских регионов**

Модель формирования конкурентоспособных путей развития производства в регионах страны выглядит следующим образом.

Вначале строим эконометрическую производственную функцию объясняющую динамику потенциально возможного спроса на инвестиционные ресурсы в регион.

Функция выглядит как многофакторная степенная модель, где в качестве объясняющих переменных выступают, труд (L), капитал (K), природные ресурсы (R), культурно-рекреационные богатства региона (E), интеллектуальные ресурсы (N).

Все эти потенциальные возможности развития экономики региона берутся с весовыми коэффициентами, в качестве которых выступают предельные показатели эффективности применения инвестиций в данном направлении развития экономики региона ( $a^i$ ) при  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ .

$$Y = L^{a_1} K^{a_2} R^{a_3} E^{a_4} N^{a_5}$$

Такого рода подход позволит более обоснованно подойти к расчету объема инвестиций необходимых для эффективного развития экономики региона.

На этом пути возможен расчет потенциально потребного объема инвестиций никак не соответствующего реальному потоку капиталовложений в экономику региона.

С другой стороны ведется учет фактической величины спроса на размещение инвестиций в регион со стороны иностранных инвесторов ( $U^{\Phi}$ ). Эта величина рассчитывается как сумма трех составляющих

- (1) Прямых иностранных инвестиций (У прям)
- (2) Портфельных иностранных инвестиций (У портф)
- (3) Прочих иностранных инвестиций (У проч)

Общая величина иностранных инвестиций в экономику региона образуется как сумма этих составляющих:

$$U^{\Phi} = U_{\text{прям}} + U_{\text{портф}} + U_{\text{проч}}$$

Разница между потенциальными (расчетными) и фактическими инвестициями в региональную экономику представляет собой величину нереализованного инвестиционного потенциала региона.

Проведенный анализ позволяет сделать обоснованные выводы относительно инвестиционной привлекательности типовых регионов Российской Федерации.

Наиболее благоприятными для инвестирования являются регионы-доноры имевшие в прошлые годы достаточные финансовые ресурсы для развития инфраструктуры производства, и использовавшие эти преимущества. К числу таких регионов относятся в первую очередь столичные мегаполисы (Москва и Санкт-Петербург). В эту группу входят Тюменская область и Сахалин – регионы, где имеется развитая рыночная инфраструктура и созданы условия для быстрого развития производства по добыче углеводородного сырья.

Вторая группа отраслей, имеющая относительно благоприятные условия для привлечения инвестиций в экономическое развитие – это самодостаточные с финансовой точки зрения регионы, в которых также созданы условия для эффективного вложения капитала. В качестве типового образца подобного региона в данном исследовании выступает Самарская область. В состав этой группы отраслей входят также Татарстан и Башкирстан, Нижегородская, Калининградская, Иркутская области, Краснодарский край.

Гораздо хуже дела обстоят с весьма обширным классом регионов России, которых в рамках данного исследования представляет Костромская и Курганская области.

В этих регионах не получили достаточного рыночные преобразования, руководство этих регионов продолжает рассчитывать на помощь центральных органов власти в решении собственных проблем.

Несколько особняком из этой группы регионов стоят такие регионы как Приморский край, Калининградская область и Сахалин. Благодаря приграничному расположению эти регионы объективно имеют более благоприятные условия для развития своей экономики. К числу таких регионов относятся также Карелия, Дагестан, Читинская область, Бурятия.

#### **5. Определение основных направлений специализации российских регионов**

Предмет товарной (продуктовой) специализации типовых регионов Российской Федерации можно наметить предварительно в следующей форме:

Костромская область – производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции и продуктов их этого сырья.

Санкт-Петербург - интеллектуальный продукт в виде новых технологий, туризм и культурный отдых.

Калининградская область туриндустрия для российских, немецких и польских граждан, повышение обороноспособности страны.

Краснодарский край – высокотоварное сельскохозяйственное производство, рекреация и массовый туризм (на базе г. Сочи).

Самарская область – машиностроение(включая автомобилестроение, нефтепереработка).

Курганская область – оборонное машиностроение,

Иркутская область – интеллектуальный продукт, экологический отдых (на базе озера Байкал).

Приморский край – добыча и переработка морепродуктов, повышение обороноспособности страны.

Тюменская и Сахалинская области – нефте- и газодобыча, первичная переработка нефти и газа.

Конкретные пути инвестирования в экономику региона можно определить только в ходе более детального анализа социально-экономической ситуации, рассматривая портфель инвестиционных проектов, которые, как правило, формируются с участием руководства региона.

#### **Литература**

1. Laffont J. J. Incentives and political economy, Oxford University Press. 2007.
2. Philip Hanson Understanding Regional Patterns of Economic Change in Post-Communist Russia.1997.
3. Baussola, M. Knowledge Spillovers and Economic Growth: Regional Growth Differentials across Europe.
4. Benjamin Graham «The Intelligent Investor», 1949.
5. Агеев А., Куроедов Б., Сандаров О. Стратегическая матрица и рейтинг регионов России "Экономические стратегии", №07, 2008.
6. Орешин В.П. Планирование производственной инфраструктуры: комплексный подход //М., Экономика. 1986.
7. Фетисов Г.Г, Орешин В.П. Региональная экономика и управление, Москва, Инфра-М., 2010.

### **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИВА С ЗАДАНЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

Третьяк Л.Н.

*Оренбург, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*

Предложен системный подход к обеспечению качества пива, позволяющий реализовать методологию отношения к пиву как к пищевому напитку. Разработана система товароведных показателей качества пива и факторов их нормативного и технико-технологического обеспечения. Система базируется на новых методологических основах обеспечения и управления качеством пива.

#### **The system approach to ensuring beer quality with the set consumer properties. Tretyak L.**

The system approach to ensuring beer quality and allowing to realize the methodology of the relation to beer as to food drink is offered. The system of merchandising indicators of beer quality and factors of their standard and technical technological support is developed. The system is based on the new methodological bases of providing and management of beer quality.

Проблемно-тематический анализ технического уровня развития отечественной пивоваренной отрасли, проведенный автором [1, 2], показал наличие противоречий между современными требованиями к качеству продукции и фактически низким уровнем соответствия пива всех ценовых сегментов требованиям качества, что, в частности, способствует нарастанию признаков «пивного алкоголизма» как в России, так и в странах Европы. Модернизация технологии пивоварения зачастую сдерживается консерватизмом действующих национальных нормативно-правовых документов. Имеет место информационная неопределенность, обусловленная непостоянством состава, свойств сырья и рецептурных ингредиентов, особенностью биотехнологических этапов пивоварения (представляющих собой «черные ящики»). Существует ассортиментная неопределенность в отношении пива как объекта исследования.

Автором применена методология функционального моделирования как методологическая основа управления факторами, влияющими на технологические этапы жизненного цикла пива, основанная на принципах обеспечения соответствия управляющего воздействия, которое должно регламентироваться стандартом на качество готового продукта через функцию «Производить пиво» [2]. Разработан системный подход к нормированию товароведных характеристик, предусматривающий новые методологические основы управления качеством пива, требования к которому предполагают введение новых номенклатурных показателей пива: «биологическая ценность», «суммарный вкусоароматический букет», «суммарная токсичность поглощенной дозы пива» (рисунок 1). Управляющие воздействия к качеству и безопасности пива оформлены в виде принципиально новых требований (проекта стандарта), для реализации которых разработаны технико-технологические решения, защищенные авторскими патентами на изобретения и полезные модели.

Для достижения стандартизованных потребительских свойств пива на основе принципов НАССР выявлены и устранены критические точки технологического процесса, влияющие на качество конечного продукта.

Основными нормативными элементами системы (рисунок 1) являются уровни нормирования биологической ценности, регламентированные с учетом удовлетворения 30 % суточной биологической потребности в витаминах, микро- и макроэлементах. Проектом стандарта также предусмотрено, что суммарная доза вкуса 7 групп химических соединений – носителей вкуса и аромата – должна быть не менее 28 вкусоароматических единиц, тогда как суммарная доза токсичности одного литра ( $1 \text{ дм}^3$ ) пива не должна превышать 6 условных токсичных единиц (доз). Напитки с суммарной токсичностью, приближающейся к среднесмертельной дозе этанола (4,5 г/кг массы тела потребителя) в одной упаковке, предлагаем облагать максимальным акцизным налогом. Важным элементом реализации системного подхода по обеспечению заданных потребительских свойств пива является разработанный автором алгоритм химико-аналитического сопровождения стандарта [2]. Алгоритм предусматривает объективный (инструментальный) контроль обоснованных в проекте стандарта параметров качества полупродуктов и готового пива.

Предложена технология повышения суммарной дозы вкуса и снижения дозы токсичности путем регулирования концентраций побочных продуктов брожения и вкусоароматических добавок в готовом пиве. Как информационное сопровождение показателей качества готового бренда пива автор разработал требования к этикетке (контрэтикетке) для единичной упаковки бренда пива (рисунок 2).

Социальная значимость предлагаемого системного подхода к обеспечению качества определяется не только методологией отношения к пиву как к пищевому напитку, но и концепцией борьбы с «пивным алкоголизмом» не монетарными и ограничительными приемами уменьшения доступности алкоголя, а технологическими мероприятиями по повышению качества пива. Предлагаемая методология системного подхода к обеспечению оптимальных потребительских свойств пива может быть реализована только путем модернизации технологии производства и совершенствования нормативно-правовой документации. Предполагается, что эффективное обеспечение качества конечного продукта с заданными потребительскими свойствами может быть реализовано только применением всех структурных элементов системы (рисунки 1, 2). Разработанная методология носит универсальный характер, индифферентный к отраслям алкогольной и безалкогольной промышленности.

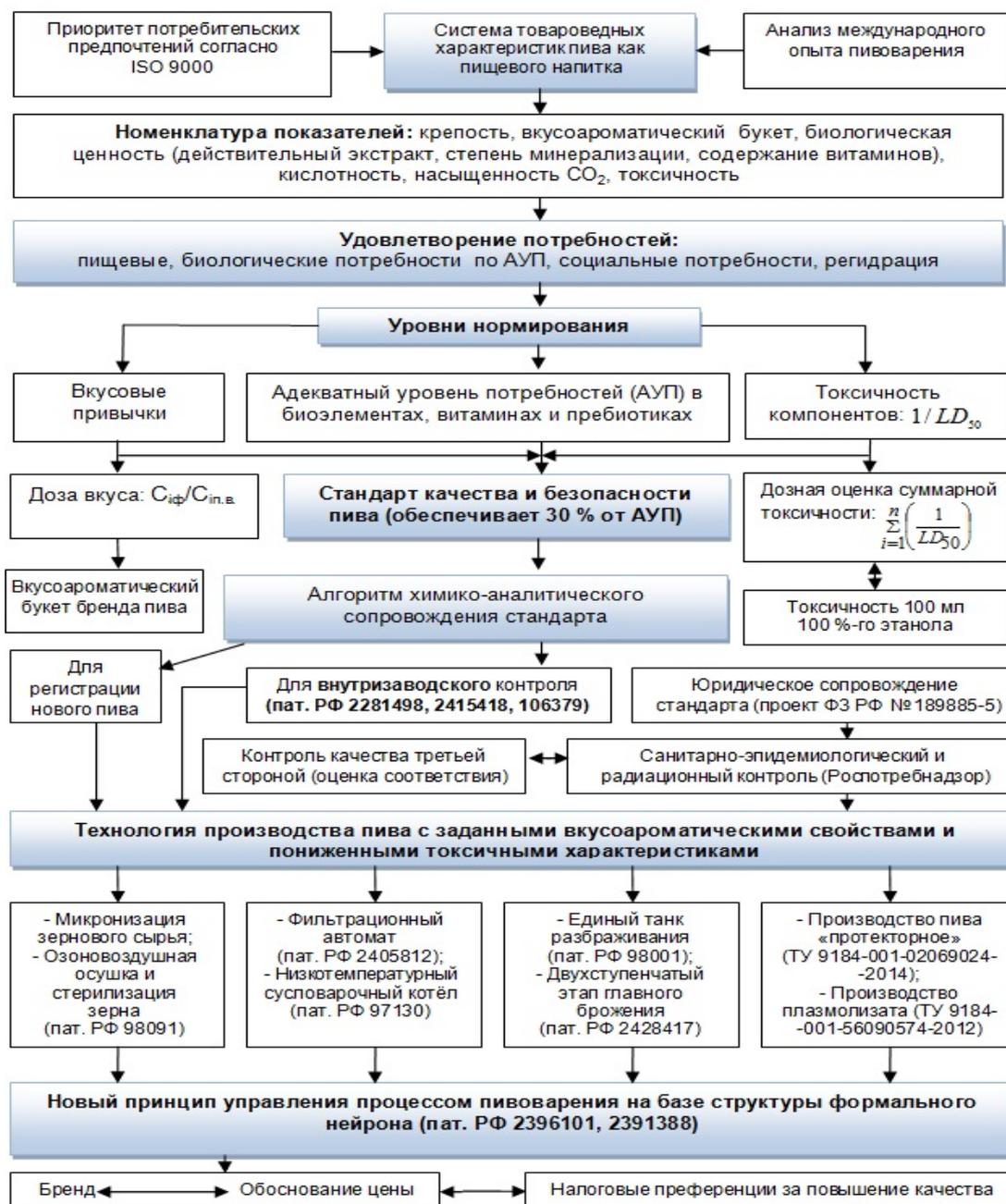


Рис. 1. Система взаимосвязей товароведных характеристик пива и факторов обеспечения их качества  
 АУП – адекватный уровень суточного потребления биологически необходимых веществ (МР 2.3.1.1915-04);  $1/LD_{50}$  – индивидуальная токсичность вещества – ингредиента состава пива ( $LD_{50}$ , в миллиграммах на килограмм массы тела потребителя); доза вкуса  $C_{if}/C_{п.в.}$ :  $C_{if}$  – фактическая концентрация вкусоароматического ингредиента,  $mg/dm^3$ ;  $C_{п.в.}$  – пороговая концентрация распознавания вкуса и аромата веществ, свойственных ингредиенту состава пива,  $mg/dm^3$

- Информация для потребителя:**
1. Тип пива: крепкое, горькое, нормальное, ароматное, протекторное.  
Бренд фирмы-производителя.
  2. Крепость \_\_\_ %<sub>m</sub>
  3. Вкусоароматический букет - число вкусоароматических доз \_\_\_ единиц.
  4. Биологическая ценность: действительный экстракт \_\_\_  $g/dm^3$ , минерализация \_\_\_  $g/dm^3$ , содержание витаминов группы В \_\_\_  $mg/dm^3$ , содержание БАД \_\_\_  $mg/dm^3$ .
  5. Число токсичных доз в упаковке \_\_\_ единиц относительно \_\_\_ г 100 % - го этанола
  6. Цена упаковки \_\_\_ руб. Срок хранения до \_\_\_. Наличие налоговых преференций за повышенное качество \_\_\_ руб.

Рис. 2. Информация, предлагаемая потребителю о фактических свойствах пива, регламентированных проектом стандарта качества и безопасности

### Литература

1. Третьяк, Л.Н. Технология производства пива с заданными свойствами: монография. / Л.Н. Третьяк. – СПб.: Издательство Профессия, 2012. – 463 с.
2. Третьяк, Л.Н. Методологические основы и управления качеством пива с заданными потребительскими свойствами и технология его производства в условиях информационной неопределенности / Л.Н. Третьяк. – автореферат дис. ... д.т.н., 2013. – М. : МГУТУ: – 51 с.

### АДАПТИВНЫЕ ЛОГИКО-СЕМАНТИЧЕСКИЕ СЕТИ «ВОПРОС-ОТВЕТ-РЕАКЦИЯ» — МЕХАНИЗМ РАСШИРЕНИЯ И УГЛУБЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

\*Добрынин В.Н., \*\*Филозова И.А.

*\*Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна; \*\*Объединенный институт ядерных исследований, Дубна*

Излагается описание технологии семантического поиска в электронных массивах документов на основе логико-семантической сети (ЛСС) «Вопрос-Ответ-Реакция», адекватной смыслу текста, т.е. отражающей иерархическую организацию содержательной составляющей текста. Показаны проблемы традиционного информационного поиска. Предложенная технология структурирования электронных информационных фондов обеспечивает формирование смыслового поля и направлено на углубление и расширение знаний.

#### **Adaptive logic semantic network "Question-Answer-Reaction" — mechanisms for expanding and deepening the knowledge. Dobrynin V., Filozova I.**

The description of semantic search technology based on logical and semantic network (LSN) "Question-Answer-Reaction" in digital funds of documents is discussed. Such approach provides the adequate meaning of the text, because reflects the hierarchy of the content part of the text. The problems of traditional information retrieval are shown. The presented technology for the information funds structuring provides formation of semantic field, deepening and expanding of knowledge.

Рост объемов обрабатываемой информации происходит стремительными темпами [1,2,3]. Неудивительно, что одним из востребованных направлений IT-разработок сегодня является Big Data, в характеристику которых, помимо классических — объем/volume, скорость/velocity, многообразие/variety —, включаются все новые V: validity/(обоснованность, применимость), veracity /достоверность, value/(ценность, полезность), visibility/(обозримость, способность к визуализации) и т. д. Современные проблемы требуют для своего решения анализа больших объемов информации, распределенных в разнородных источниках, в условиях ограничений по времени и ресурсам. Зачастую традиционные механизмы поиска становятся неэффективными по показателям «время», «деньги», «качество». Специалисту в определенной области знаний всегда необходим инструмент для эффективного исследования информации в массивах научных публикаций, являющихся основной продукцией научной деятельности. Таким образом, проблема организации поиска и анализа неструктурированной информации остается острой и актуальной.

Информационные потребности пользователей направлены на получение новой информации и новых знаний. Целью научной деятельности является генерация нового знания, которому предшествует информационный поиск, необходимый для изучения текущего состояния предметной области. То есть изучение любого научного текста происходит с определенной целью, формируемой в контексте задач, которые пользователи решают в процессе своей профессиональной деятельности. Formой представления знаний может быть публикация различных жанров (статья, монография, препринт и т. д.), электронные фонды, таблицы, базы данных и т. д. [4].

Публикации в научном стиле имеют важную особенность: они образуют семантические связи с другими публикациями: связи цитирования; связи научного вывода; связи использования; связи мнений и профессиональных оценок; связи между персоналиями и организациями; связи, отражающие логику изложения авторской мысли в рамках данной публикации, темы, предметной области [5,6].

В рамках заданной проблемной темы предлагается технология формирования и поддержки «каталожной» службы, основой которой является упорядоченное открытое множество логико-семантических сетей (ЛСС) "Вопрос-Ответ-Реакция" [6,7,8].

Под логико-семантической сетью понимается множество вопросов, ответов и связей между ними, образующее целостную систему. Целостность ЛСС выражается в следующих утверждениях:

1. Множество «Вопрос-ответ» относится к определённой теме предметной области;

2. Множество «Вопрос-ответ» иерархически упорядоченно по принципу «от общего к частному»;
  3. На нечётном уровне иерархии находятся вопросы, на чётном уровне – ответы;
  4. Вопросы  $i$ -го уровня иерархии связаны только и только с ответами  $i+1$ -го уровня;
  5. Вопросы  $i$ -го уровня связаны с ответами  $i-1$ -го уровня;
  6. Вопрос  $i$ -го уровня семантически связан с ответами  $i+1$ -го уровня, если удовлетворяет условиям А) или В). В случае удовлетворения условию А) имеет место конечная вершина. В случае удовлетворения условию В) из данного ответа следуют вопросы  $i+2$ -го уровня;
  7. На  $i=1$  уровне находятся вопросы, которые раскрываются множеством ответов  $i=2$ -го уровня, частично или полностью охватывающем тему предметной области;
  8. На  $i=3$ -ем уровне, находятся вопросы, которые восполняют и уточняют ответы  $i=2$ -го уровня;
- Вышесказанное означает, что ЛСС «Вопрос-Ответ-Реакция» можно представить в виде направленного графа (рисунок 1).

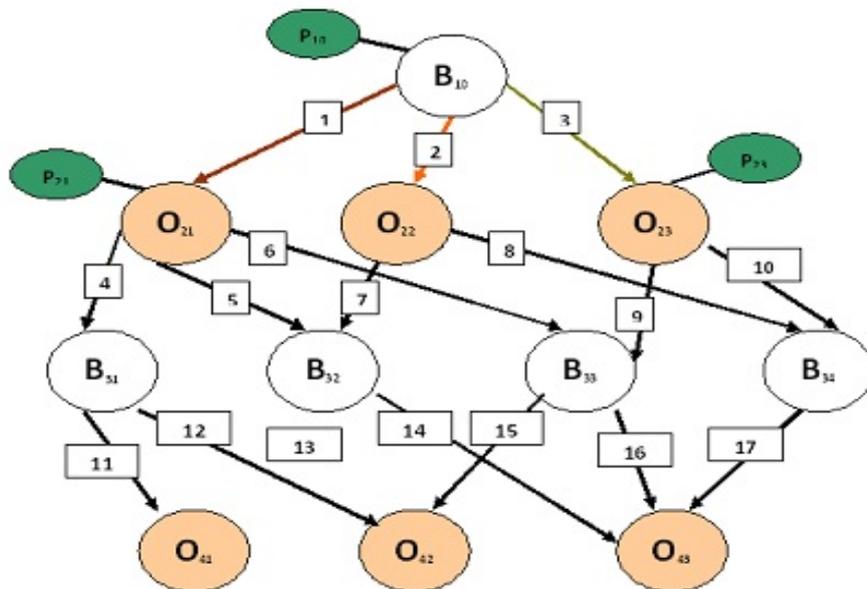


Рисунок 1 — Граф «ВОПРОС-ОТВЕТ-РЕАКЦИЯ»

Суть излагаемого подхода состоит в том, что любая предметная задача, научно-технический текст могут быть представлены в виде логической последовательности вопросов и ответов, которая дополняется полезной информацией (реакцией).

**Вопрос** — это выраженный в форме вопросительного предложения запрос, направленный на развитие (уточнение) или дополнение знаний.

Классификация вопросов может осуществляться по реперным словам, которые определяют смысловую направленность вопроса. К таким словам (словосочетаниям) относятся: почему, зачем, отчего, где, когда, кто, как, что, какой (какими), в чём, с какой целью. *Ли*-вопросы направлены на уточнение знаний. Вопросы *кто? что? где? когда?* — на углубление знаний. Вопросы *как?* — на расширение знаний. Вопросы *почему? зачем? отчего?* — на обобщение знаний.

**Ответ** — это реализация познавательной функции вопроса в форме вновь полученного суждения. При этом по содержанию и структуре ответ должен строиться в соответствии с поставленным вопросом. Лишь в этом случае ответ расценивается как релевантный, т.е., как ответ по существу поставленного вопроса.

**Реакция** — это смысловое описание вопроса и ответа, характеризующее предпосылки вопроса и область поиска ответа [6,7,8]. Ввод реакции позволяет учитывать и использовать дополнительные знания о предметной области.

Реакции помогают пользователю понять, насколько pertinentный (адекватный своей информационной потребности) ответ он получил на свой вопрос. В качестве реакций может выступать дополнительная информация по теме вопроса и ответа, иллюстрации, изображения, таблицы, ссылки на сайты, словари, рубрикаторы, каталоги и т. д. Это позволит пользователю лучше и быстрее сориентироваться в предметной области.

Т.е. единицей ЛСС является логическая связка ВОПРОС-ОТВЕТ и связанные с ними реакции. Таким образом:

- ✓ структурированная, слабо структурированная информация предметной области может быть представлена в виде логико-семантических сетей «вопрос-ответ-реакция»;
- ✓ логико-семантическая сеть отражает определённую тему предметной области;
- ✓ предметная область представляется множеством тем;
- ✓ предметная задача может быть представлена в форме вопроса или совокупности вопросов;
- ✓ решение задачи может быть представлено в форме ответа или совокупности ответов;
- ✓ способ решения задачи может быть представлен унифицированным механизмом поиска реакций на множестве логико-семантических сетей;
- ✓ качество решения задачи представляется как уровень пертинентности ответов на заданный вопрос.

Поиск ответа предполагает обращение к конкретной области теоретических или эмпирических знаний, которую называют областью поиска ответа. Полученное в ответе знание, расширяя либо уточняя исходную информацию, может служить базисом для постановки новых, более глубоких вопросов о предмете исследования [9].

Движение по многоуровневой логико-семантической сети «вопрос-ответ-реакция» обладает следующими свойствами:

1. Движение с  $i$ -го на  $i+k$ -ый уровень сети углубляет знания.
2. Движение по горизонтали сети расширяет знания.
3. Движение вверх по сети обобщает знания.

Данный подход позволяет заменить неопределенности, связанные с информационным поиском (когда неясно точно, какая информация ищется и с какой целью) на более продуктивную технологию, ориентированную на пространство смыслов.

#### Литература

1. Якшонок Г. Эффективный поиск и анализ научно-исследовательской информации в SciVerse: Scopus, Hub, ScienceDirect // МГИМО, 2012. [Электронный ресурс]. URL: [http://mgimo.ru/files2/y03\\_2012/220642/MGIMO\\_March-2012.ppt](http://mgimo.ru/files2/y03_2012/220642/MGIMO_March-2012.ppt)
2. Редькина Н. С. Современное состояние и тенденции развития информационных ресурсов и технологий // Библиосфера. — 2010. — № 2. — С. 23–29.
3. Hilbert M., López P. The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information // Science. — April. — 2011. — Vol. 332, no. 6025. — P. 60–65. — DOI: 10.1126/science.1200970.
4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ 2015 Т. 7 № 3 С. 644–656
5. С.И.Паринов, М.Р. Коголовский. Технология семантического структурирования контента научных электронных библиотек // Труды XIII Всероссийской научной конференции RCDL'2011 "Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции". — Воронеж: Воронежский университет, 2011. — с.94-103
6. Добрынин В. Н., Филозова И. А. Поиск в научной электронной библиотеке на основе логикосемантической сети «вопрос–ответ–реакция» // Труды XII Всероссийской научной конференции RCDL'2010 «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». — Казань: Казанский университет, 2010. — С. 301–308. — Библиогр.: С. 308. — ISBN: 978-5-98180-838-8
7. Добрынин В. Н., Филозова И. А. Семантический поиск в научных электронных библиотеках // Информатизация образования и науки. — 2014. — № 2(22). — С. 110–110.
8. Filozova I. A. Technology of semantic structuring of the digital library content // Proceedings of the 5th International Conference "Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education". Dubna: JINR, 2012. — P. 117–122.
9. Аверьянов, Л. Я. Почему люди задают вопросы? — М. : «Социолог», 1993.

#### РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО САЛЬДО СЧЕТА ТЕКУЩИХ ОПЕРАЦИЙ ПЛАТЕЖНОГО БАЛАНСА В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Четвериков В.М., \*Пугачева О.В.

Москва, НИУ ВШЭ (МИЭМ); \*Гомель (Беларусь), ГГУ им. Ф.Скорины

На примере 19 стран больших экономик показана динамика сальдо счета текущих операций (BCA). Оказывается, что положительность или отрицательность знака BCA/GDP в среднем по декадам у большей части этих стран не изменялась за 1980-2013 годы. И это наблюдается несмотря на серьезные изменения экономических условий и наличия большого числа валютных кризисов в некоторых странах в

течение 34 лет. Все это свидетельствует о том, что профицит или дефицит счета текущих операций является весьма устойчивой характеристикой сложившихся экономических связей в мировой экономике.

**Prevalence of the negative current account balance in the world economy. Chetverikov V., Pugacheva O.**

The current account balance evolution is illustrated by an example of 19 countries with high level of economy. It turns out that the positive or negative sign of the BCA/GDP did not change on the average over decades for the majority of these countries in 1980-2013. This phenomenon is observed despite serious changes in the economic conditions and a large number of currency crises in some countries during the period of 34 years. All this shows that the surplus or deficit of the current account is a very stable characteristic of the prevailing economic relations in the global economy.

Как известно, платежный баланс страны определяет в денежном выражении экономическое взаимодействие резидентов данной страны с нерезидентами. Он состоит из счета текущих операций, счета операций с капиталом и финансовыми инструментами и счета изменений валютных резервов. Если отвлечься от экзотической статьи «Чистые ошибки и пропуски», то сумма трех счетов всегда равна нулю, что является следствием характерной для бухгалтерских балансов системы двойной записи.

Сальдо счета текущих операций платежного баланса (balance of current account – BCA) определяется разностью экспорта и импорта товаров и нефакторных услуг (Ex-IM) плюс чистый факторный доход, получаемый из-за рубежа (net factor income – NFI) плюс чистые трансферты из-за рубежа (net transfers – NT):

$$BCA=EX-IM+NFI+NT$$

Известно [1], что связь между внутренними инвестициями I, сбережениями S и сальдо счета текущих операций является главным соотношением, показывающим макроэкономическое значение величины BCA для экономики страны.

$$S=I+BCA$$

Если  $BCA > 0$ , то сбережения страны расходуются на внутреннее и внешнее инвестирование, а при  $BCA < 0$  внутренние инвестиции определяются как внутренними сбережениями, так и инвестированием нерезидентов. Если  $BCA = 0$ , то внутренние инвестиции в стране определяются уровнем сбережений.

Целью данного сообщения является демонстрация на статистическом материале Международного валютного фонда [2], что в период 1980-2013 годы отрицательные значения BCA для большого числа стран наблюдались как весьма устойчивое явление.

Одним из удивительных свойств статистических данных BCA по всем странам за период 1980-2013 годы, является тот факт, что ежегодная сумма BCA по всем странам значимо отлична от нуля. Исходя из смысла BCA, следовало бы ожидать величину, статистически неотличимую от нуля. На рис. 1 приведены графики суммарного BCA по всем странам (sumBCA), а также кривые, показывающие максимальное ( $\max BCA > 0$ ) и минимальное ( $\min BCA < 0$ ) значения сальдо счета текущих операций в каждый год. Конечно, в каждый год эти «экстремальные значения» могли относиться к разным странам. Но статистика показывает, что на роль таких «лидеров» могли претендовать не так много стран.

Среди стран, имевших в 1980-2013 годы положительное значение BCA, лидерами являлись всего четыре страны: Саудовская Аравия (1980-1982), Япония (1983-2005), Китай (2006-2010) и Германия (2011-2013).

«Лидерами» 1980-2013 годов, имевшими наибольшие по абсолютной величине отрицательные значения BCA были другие четыре страны: Италия (1980, 1991), Мексика (1981), Бразилия (1982) и с 1983 года (кроме 1991 года) – США.

В широко известной книге [3], где приведены данные 1980-1993 годов, была высказана гипотеза, что устойчивое отрицательное значение для sumBCA во многом объясняется сокрытием доходных платежей экспортеров. Но тогда, как видно из рисунка 1, все годы было справедливо неравенство  $\text{sumBCA} < 0$ . Однако после 2005 года значения временного ряда sumBCA изменились с отрицательных на положительные, и демонстрируют уверенный рост. За тридцать четыре года величины отношения суммарного BCA к мировому ВВП изменялись в интервале от -0,79 до 0,55 процентов. Такой результат можно интерпретировать как ситуацию, в которой «все страны каждый год искажают предоставляемую отчетность по BCA именно на такую долю от своего ВВП. И обязательно все в одну сторону». К сожалению, на сегодняшний день удовлетворительного объяснения такого статистического эффекта нам не известно.

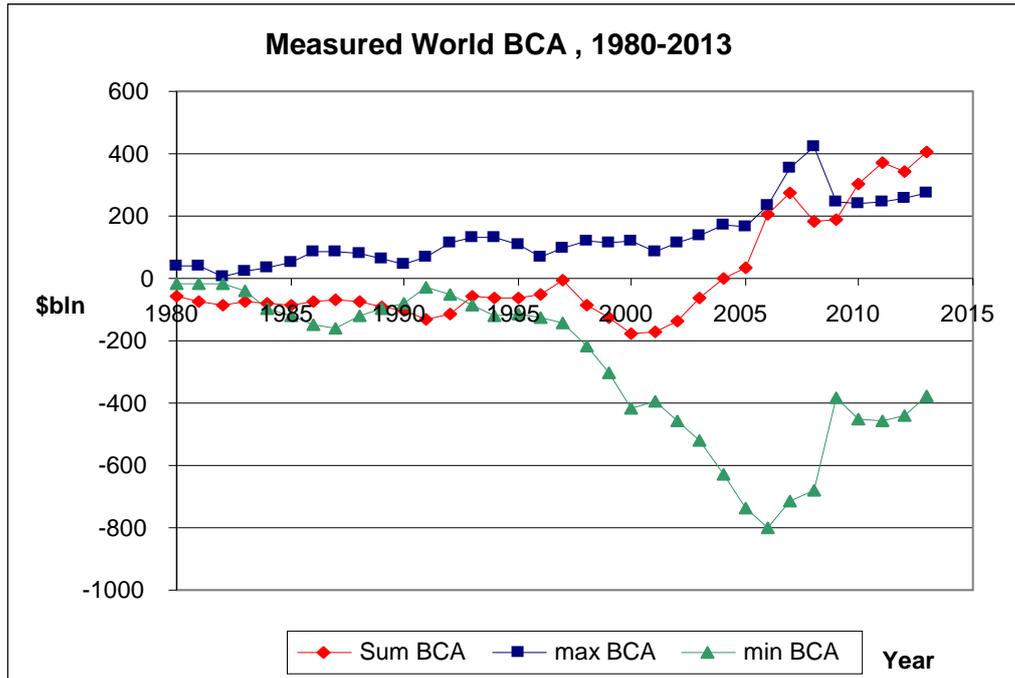


Рис.1.

С 2000 года, первыми тремя мировыми лидерами с наибольшими значениями ВСА становились семь стран, занимая в различные годы «призовые» места и удерживая их с разной продолжительностью. Динамика ВСА этих стран приведена на рис. 2.

Эти семь стран имели положительное сальдо счета текущих операций все 14 лет (за исключением двухлетнего периода для Германии). Заметим, что четыре из этих семи стран не являются мировыми экспортерами углеводородов.

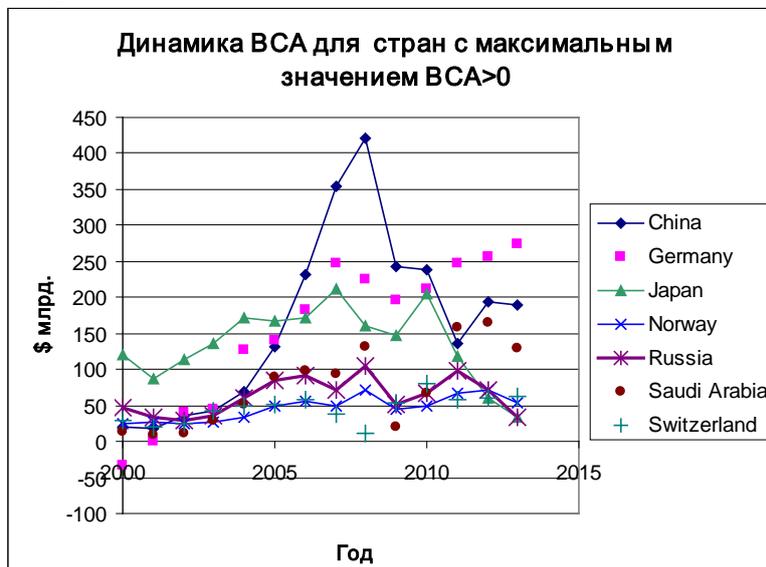


Рис.2.

В те же годы лидером по абсолютной величине дефицитного ВСА являлись США. Следующие две лидирующие позиции по величине отрицательного ВСА занимали с разной продолжительностью семь стран, что и показано на рис 3.

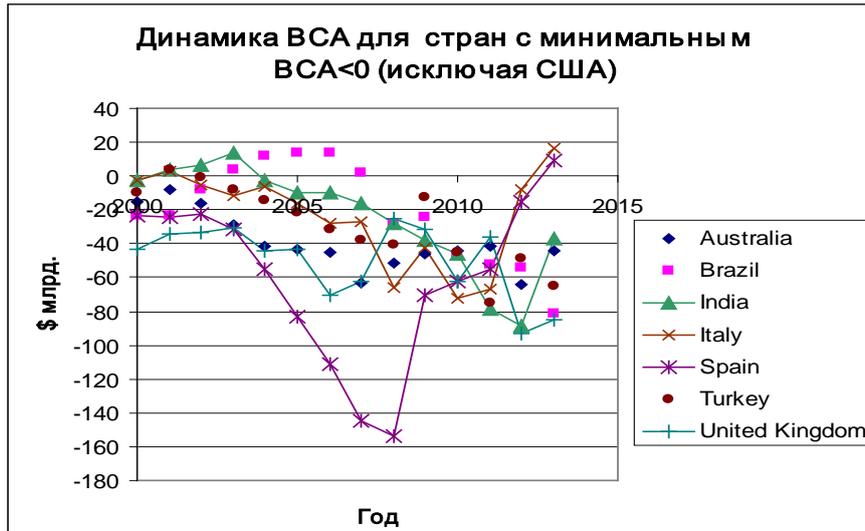


Рис.3.

Для этой совокупности стран характерна меньшая однородность в знаке ВСА, чем на рис.2.

Из 15 перечисленных на рисунках 2 и 3 «стран-лидеров» (включая США), тринадцать (кроме Норвегии и Швейцарии) входят в число 19 стран большой экономики. Так мы называем страны, ВВП которых за 2012 год составлял более одного процента мирового ВВП 2012 года. Как мы видим по данным таблиц 1 и 2, абсолютный размер экономик слабо связан с дефицитом или профицитом счета текущих операций, а имеет довольно глубокие корни в сложившемся международном разделении труда.

Таблица 1. Группа стран А11 большой экономики

№	Country	Share of wGDP 2012	Share of wPopulation 2012	BCA/GDP <0	undetermine d sign of BCA/GDP	BCA/GDP >0	BCA/GDP 2012
		%	%	decade's serial number			%
1	Brazil	3,12	2,83	<b>1,2,4</b>	<b>3</b>		-2,41
2	China	11,41	19,48		<b>1</b>	<b>2,3,4</b>	2,35
3	Germany	4,75	1,16	<b>2</b>		<b>1,3, 4</b>	7,45
4	India	2,58	17,65	<b>1,2,3,4</b>			-4,74
5	Indonesia	1,22	3,52	<b>1</b>	<b>2,3,4</b>		-2,78
6	Japan	8,23	1,84			<b>1,2,3,4</b>	1,02
7	Mexico	1,64	1,68	<b>2,3,4</b>	<b>1</b>		-1,25
8	Russia	2,78	2,06		<b>2</b>	<b>3,4</b>	3,59
9	Turkey	1,09	1,08	<b>1,2,3,4</b>			-6,15
10	USA	22,53	4,52	<b>1,2,3,4</b>			-2,71

Таблица 2. Группа стран А12 большой экономики

№	Country	Share of wGDP 2012	Share of wPopulation 2012	BCA/GDP <0	undetermine d sign of BCA/GDP	BCA/GDP >0	BCA/GDP 2012
		%	%	decade's serial number			%
1	Australia	2,16	0,33	<b>1,2,3,4</b>			-4,12
2	Canada	2,53	0,50	<b>1, 4</b>	<b>2,3</b>		-3,42
3	France	3,62	0,91	<b>1</b>	<b>3,4</b>	<b>2</b>	-2,19
4	Italy	2,79	0,85	<b>1,3, 4</b>	<b>2</b>		-0,38
5	Korea	1,57	0,72		<b>1,2,4</b>	<b>3</b>	4,26
6	Netherlands	1,07	0,24			<b>1,2,3,4</b>	9,43
7	Saudi	1,02	0,42		<b>1,2,4</b>	<b>3</b>	22,44

	Arabia						
8	Spain	1,84	0,67	<b>2,3,4</b>	<b>1</b>		-1,12
9	UK	3,45	0,92	<b>2,3,4</b>	<b>1</b>		-3,73

В таблицах 1 и 2 представлены данные, демонстрирующие устойчивость знака средней величины ВСА/GDP для 19 стран больших экономик. Усреднение проводилось отдельно для периодов наблюдения (decade's serial number): 1980-1990 (цифра 1), 1991-2000 (цифра 2), 2001-2013 (цифра 3). Цифра 4 соответствует усреднению за весь период 1980-2013 годы. Определение знака усредненной величины ВСА/GDP проводилось по t-статистике. В таблицу 1 попали страны, численность населения которых превышает 1% мирового населения, а в таблицу 2 – остальные страны мира, для которых произведенный ВВП за 2012 год превосходил 1% общемирового ВВП этого же года. В последнем столбце таблиц 1 и 2 приведены отношения ВСА/GDP для указанных стран за 2012 год.

Грубую картину влияния валютных кризисов на дефицит (профицит) ВСА можно получить следующим образом. Обозначим через  $er(t)$  величину среднегодового рыночного курса национальной валюты по отношению к доллару США (размерность = национальная валюта/\$) в год  $t$ . Введем безразмерную величину

$$DER(t) = \frac{er(t) - er(t-1)}{er(t-1)},$$

имеющую смысл относительного изменения курса национальной валюты за год.

Будем говорить, что в год  $t$  случился валютный кризис, если выполняется неравенство  $|DER(t)| > 0,5$

В таблице 3 приведены данные по тем 5 странам из упомянутых ранее в таблицах 1 и 2 девятнадцати стран больших экономик, в которых  $q$  лет наблюдался валютный кризис. Величина  $n$  во второй колонке указывает число лет наблюдений.

Таблица 3. Количество валютных кризисов в странах «больших экономик»

Country	n	min Der	max DER	q	q/n(%)	Years
Brazil	23	-0,168	18,86	5	21,7	1991-1994, 1999
Indonesia	33	-0,216	2,44	1	3,0	1998
Mexico	33	-0,065	1,37	7	21,2	1982-1983, 1985-1988, 1995
Russia	21	-0,062	3,20	5	23,8	1993-1995, 1998-1999
Turkey	33	-0,090	1,70	13	39,4	1981, 1984, 1988, 1991-1999, 2001

Как мы видим из сравнения данных таблиц 1 и 3, валютные кризисы оказали значительное влияние на знак ВСА лишь в Индонезии: в течение 14 лет с 1998 года там наблюдался профицит ВСА. Россия имела дефицит ВСА только в 1992 и 1997 годах в размере -1,4 и -0,02 от ВВП соответственно. В трех других странах сильное ослабление национальной валюты не привели к профициту ВСА: из 34 лет наблюдений дефицит ВСА наблюдался для Бразилии 25 лет, для Турции 29 лет, для Мексики 30 лет.

Различным аспектам валютных кризисов посвящена обширная литература, которая приведена в книге [4]. Вопросам дефицита и профицита ВСА для отдельных стран посвящены статьи [5]- [8].

#### Литература

1. Серегина С.Ф. Макроэкономика. Издательство Юрайт. 2013
2. World Economic Outlook Database April 2014 [www.imf.org](http://www.imf.org)
3. Krugman P. and Obstfeld, 1995. International economics. Theory and policy. Fourth edition. World student series edition
4. Монтес М.Ф., Попов В.В. «Азиатский вирус» или «голландская болезнь»? Теория и история валютных кризисов в России и других странах. АНХ, Изд-во «Дело» М., 1999. 136 с.
5. Гош А., Рамакришнан У. Имеет ли значение дефицит по счету текущих операций? Финансы & развитие декабрь 2006, с. 44-45
6. Бабына, И.В., Шалупаева Н.С. Иностраный капитал как источник финансирования дефицита платежного баланса: теория и практика // Вестник экономической интеграции. – 2011. – №12. – С. 61-71.

7. Четвериков В.М. Проблемы платежного баланса: международный сравнительный анализ, Вопросы статистики 11, 2013, с.71-77

8. Пугачева О.В., Четвериков В.М. Анализ динамики и перспективы развития внешнеторговой деятельности Республики Беларусь // Научно – практический журнал «Вестник экономической интеграции», №12(44), 2011.- с.170-182

### **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОГО ОСТРОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА**

Чудинов И.Л., Гарганеева А.А.\* , Округин С.А.\* , Боброва Ю.В., Борель К.Н.\*  
\*ФГБУ "НИИ кардиологии" СО РАМН, Томск, НИ ТПУ

Рассмотрены проблемы реабилитации больных после перенесения острого инфаркта миокарда, показана необходимость создания оперативной информационной системы мониторинга состояния таких больных, предложены принципы её построения. Показана актуальность создания такой системы на примере г. Томска.

#### **Information and Analytical System of Patients Monitoring after Acute Myocardial Infarction. Igor L. Chudinov, Alla A. Garganeeva\*, Sergey A. Okrugin\*, Yuliya V. Boborova, Kseniya N. Borel\*,**

In the paper problems of rehabilitation of patients after an acute the myocardial infarction are considered. Also the need of creation of operational information system for patients monitoring is shown. The main principles of information system's construction are offered. Besides, relevance of such system creation on the example of Tomsk is demonstrated.

Сердечно сосудистые заболевания (ССЗ) являются национальной проблемой для Российской Федерации. Мы лидируем по уровню смертности от ССЗ, 2015 год объявлен в России Годом борьбы с ССЗ. В этой «борьбе» важное место занимает реабилитация и лечение больных после острых сердечно-сосудистых событий (ОССС) и, прежде всего, после острого инфаркта миокарда (ОИМ). Основные проблемы здесь связаны со следующими особенностями реабилитации и лечения после ОССС.

1. Этот период характеризуется высокой вероятностью рецидивов (нет 100% излечения), поэтому после свершившегося ОССС требуется постоянное (до конца жизни) лечение, заключающееся в подборе лекарственных средств, осуществляемого на основе результатов субъективных (симптомы при осмотре и опросе больного) и объективных (прежде всего крови) анализов, а также специальной функциональной диагностики (УЗИ, рентген, МРТ, различные формы мониторинга АД и ЭКГ).

2. Сердечно сосудистая система (ССС) человека является важнейшей и сложнейшей системой жизнеобеспечения, на состояние которой оказывают влияние множество факторов: внутренних (состояние организма, сопутствующие заболевания и др.) и внешних (климат, геомагнитные возмущения, солнечная радиация, экология, производственные и семейные отношения и др.). Особое значение имеет наличие сопутствующих заболеваний, часто с совпадающей симптоматикой ССЗ (одышка, отеки, боли в спине и грудной клетке и др.) и с использованием лекарств, среди побочных действий, которых есть и влияние на СССР.

3. Человеческий фактор. Больной, как правило, обращается к врачам, когда наступает значительное ухудшение состояния вплоть до ОССС. Кроме традиционно российского «авось», это объясняется тем, что больные ССЗ объективно имеют не достаточную мобильность, связанную с характером болезни и возрастом, а также низкую медицинскую грамотность в своем, исключительно сложном заболевании.

4. Учитывая скоротечность развития сердечно сосудистых катастроф, такой мониторинг должен быть оперативным и непрерывным, но количество ОССС и малочисленность медицинского персонала не позволяют сделать это традиционным способом.

Перечисленные особенности тесно взаимосвязаны, полный учет этих связей невозможен без использования современных информационно-коммуникационных технологий по сбору, хранению и аналитической обработке информации о состоянии больных и проводимого медикаментозного лечения за весь период.

Предлагается создать информационно-аналитическую систему мониторинга состояния больных, перенесших ОИМ на основе рекомендованного Всемирной организации здравоохранения «Регистра острого инфаркта миокарда» (РОИМ) [1], расширяя состав его атрибутов показателями текущего состояния больных, содержащих сведения как о результатах контрольных амбулаторных обследований (биохимические показатели крови, результаты функциональных методов исследования и др.), так и о результатах самоконтроля больного (общее самочувствие, артериальное давление, частота сердечных

сокращений, ЭКГ, сведения о сопутствующих заболеваниях, характере повседневной деятельности и др.). Принципиально важно, чтобы эти сведения поступали непосредственно от больного (возможно с помощью родственников или опекунов), с использованием для этих целей интернет, современных средств мобильной связи (смартфоны, планшеты и др.), специальных персональных медицинских приборов (тонометры, регистраторы электрокардиограмм) с памятью и возможностью переноса информации на электронный носитель и последующей передачей информации в базу данных по сети.

Система должна иметь средства телекоммуникационного взаимодействия «врач-больной», позволяющие врачу иметь удаленный доступ к информации о состоянии конкретного больного и в случае необходимости рекомендовать обратиться в поликлинику для дополнительной диагностики, уточнения схемы лечения, а возможно и госпитализации, а больному уточнить свое состояние и получить необходимую консультацию от врача.

Актуальность создания такой системы можно продемонстрировать на примере ситуации в г. Томске, где осуществляется регистрация в базе данных РОИМ всех случаев ОИМ (и подозрения на ОИМ). С 1984 г. учтено около 50000 случаев, в том числе более 25000 подтвержденных случаев ОИМ). Ежегодный прирост составляет информацию о 400-500 больных. В настоящее время в регулярном наблюдении и полноценной реабилитации только в Томске нуждается не менее 5000 больных, перенесших ОИМ и около 5000 с не подтвержденным диагнозом ОИМ. По причине низкой мобильности и не достаточной медицинской грамотности такие больные при традиционном подходе (через поликлинику или скорую) обращаются к врачу лишь в критических случаях. Имеющийся состав врачей-кардиологов (порядка 70) не в состоянии вести непрерывный мониторинг такого количества больных при традиционном подходе.

Создание такой, интегрированной с БД РОИМ системы позволит расширить представленные в [2] варианты аналитической обработки, вплоть до создания интеллектуальной системы.

В этой связи в рамках реализуемой в Томской области кластерной политике в кластере «Фармацевтика, медицинская техника и информационные технологии» принят к разработке проект «Разработка и внедрение информационно-аналитической системы мониторинга состояния пациентов после перенесенного острого инфаркта миокарда» основные положения технического задания которого представлены в настоящем докладе.

#### **Литература**

1. В.В. Гафаров, А.В. Гафарова, М.Ю. Благинина. Программа ВОЗ «Регистр острого инфаркта миокарда»: 25-летнее эпидемиологическое исследование инфаркта миокарда в России (1977-2001). Кардиология 2005; 8: 48-50.

2. Гарганеева А.А., Чудинов И.Л., Паршин Д.А, Паршин Е.А. Инновационный подход к аналитической обработке данных регистра острого инфаркта миокарда. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. – М.: НИУ ВШЭ, 2014. – С. 600-601

#### **ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ (МУНИЦИПАЛЬНЫХ) УСЛУГ ПО «ЖИЗНЕННЫМ СИТУАЦИЯМ»: ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

Баранов А.В., Андриянчик Р.В., Тагаев А.В.

*г. Ростов-на-Дону, Южно-Российский институт управления-филиал «Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»*

В статье рассмотрен современный подход к оптимизации процесса предоставления комплексных государственных и муниципальных услуг на основе жизненных ситуаций. Проведен анализ существующих проблем в реализации указанного подхода на базе центров предоставления государственных и муниципальных услуг «Мои документы» в субъектах РФ и предложены направления дальнейшего развития.

#### **The provision of state (municipal) services according to "life events": problems of implementation and trends. Baranov A.V., Andrijanchik R.V., Tagaev A.V.**

The paper describes the modern approach to the optimization of the process of provision of state (municipal) services according to "life events". The analysis of the existing problems in the implementation of this approach in the centers of state and municipal services "My Documents" in the regions of the Russian Federation and suggested directions for further development.

В современных условиях одним из приоритетных направлений реализации административной реформы в Российской Федерации является повышение качества и эффективности предоставления государственных и муниципальных услуг населению, что в значительной степени определяет качество жизни граждан и формирует их отношение к органам власти различных уровней. Одним из наиболее эффективных инструментов, успешно зарекомендовавшим себя в зарубежной практике, оптимизации процесса оказания государственных услуг представляется переход к предоставлению гражданам и организациям комплексов взаимосвязанных услуг, связанных с определенным событием действительности или жизненной ситуацией («life events»), в результате однократного обращения (принцип «одного окна»).

Две категории, имеющие ключевое значение для настоящего исследования – «комплексная государственная (муниципальная) услуга» и «жизненная ситуация» впервые нашли свое официальное отражение в Методических рекомендациях по организации проведения мониторинга качества предоставления государственных (муниципальных) услуг, прилагаемых к письму Минэкономразвития Российской Федерации от 29 апреля 2011 г. № 8863-ОФ/Д09.

На следующем этапе термин «жизненная ситуация» получил в общем виде нормативное закрепление в Концепции снижения административных барьеров и повышения доступности государственных и муниципальных услуг на 2011-2013 гг. [1]. В документе, в частности, была отмечена необходимость обеспечения перехода от оптимизации и регламентации отдельных государственных и муниципальных услуг к оптимизации и регламентации комплексных сервисов «по жизненным ситуациям» (рождение ребенка, приобретение недвижимости, открытие бизнеса и др.).

Наконец, в тексте типового плана «дорожной карты» по организации предоставления государственных и муниципальных услуг по принципу «одного окна» в субъекте РФ на 2014-2015 гг. [2] был сформирован перечень жизненных ситуаций, уточненный Министерством экономического развития РФ, определены сроки реализации в субъектах РФ отдельных мероприятий по внедрению института «жизненных ситуаций».

Вместе с тем, следует отметить, что в настоящее время, институт предоставления комплексных услуг по жизненным ситуациям, к сожалению, не получил детального нормативного правового регулирования на законодательном и подзаконном уровне.

Согласно мнению экспертов, под жизненной ситуацией для гражданина подразумевается достижение некоторой комплексной цели, реализация которой зависит от одновременного предоставления некоторого множества государственных услуг, причем не все из них могут предоставляться только одним ведомством [3]. Например, одна из основных жизненных ситуаций Европейского союза «потеря и поиск работы» включает в себя 5 стадий и 22 услуги, такие как:

- регистрация в статусе безработного;
- оформление пособия по безработице;
- предоставление информации о работодателях на Интернет-сайте;
- предоставление информации о соискателях на Интернет-сайте;
- возможность поиска потенциальных работодателей;
- получение новых уведомлений о вакансиях;
- обращение за дополнительными социальными выплатами;
- продление медицинской страховки;
- продление пенсионных выплат;
- получение финансовой помощи для начала собственного бизнеса;
- запись на тренинг или семинар по помощи в поиске работы;
- получение сведений о требованиях работодателя к соискателям и др. [4].

Основной целью предоставления государственных и муниципальных услуг на основе жизненных ситуаций является максимальное содействие заявителю в удовлетворении его потребностей как со стороны государственных и муниципальных организаций, так и со стороны иных организаций. Представляется, что оптимизация комплексных государственных услуг позволит повысить их качество и доступность, за счет: упрощения для заявителей порядка оформления документов; устранения необходимости обращения заявителей за промежуточными, либо дублирующими документами; обеспечения получателям услуг возможности однократного обращения в органы власти; сокращения временных затрат в ходе получения государственных услуг.

Вместе с тем, проведенный авторами анализ работы центров предоставления государственных и муниципальных услуг «Мои документы» в субъектах РФ, позволил выявить ряд проблемных аспектов, связанных организацией предоставления комплексных услуг по «жизненным ситуациям».

Во-первых, на сегодняшний день, работа по предоставлению услуг в рамках жизненных ситуаций организована только в центрах «Мои документы» 34 субъектов РФ. Соответственно в многофункциональных центрах предоставления услуг 49 субъектов РФ (за исключением Республики

Крым и города федерального значения Севастополь) комплексные услуги по жизненным ситуациям не предоставляются.

Так, например, по результатам исследования консалтинговой компании PwC [5], проведенной сравнительный анализ показателей, характеризующих уровень клиенто-ориентированности в деятельности центров предоставления государственных и муниципальных услуг населению в различных городах мира, был сделан вывод о том, что за последние 4 года Москва добилась значительных успехов в области развития центров услуг и повышении качества обслуживания населения. По всем категориям анализа (доступность услуг, комфортность, управление очередями, диалог с гражданами) показатели Москвы соответствуют лучшим мировым практикам. В тоже время одним из направлений дальнейшего повышения качества услуг является увеличение числа центров, предоставляющих возможность получения услуг по жизненным ситуациям, а также расширения перечня жизненных ситуаций.

Во-вторых, комплексы услуг по жизненным ситуациям – «Рождение ребенка», «Индивидуальное жилищное строительство», «Утрата документов», реализуемые в центрах предоставления услуг «Мои документы» отдельных субъектов РФ, содержат различное количество отдельных государственных и муниципальных услуг (см. таблица 1). Такое положение не только не способствует унификации практики работы центров «Мои документы», но и является препятствием для развития принципа экстерриториальности в предоставлении услуг.

Таблица 1. Анализ предоставления услуг по жизненным ситуациям на базе центров «Мои документы» в субъектах РФ

Наименование жизненной ситуации	Наименование субъекта РФ	Количество государственных и (или) муниципальных услуг в комплексе
Рождение ребенка	Алтайский край	27
	Оренбургская область	17
	Владимирская область	14
	Кемеровская область	5
	Амурская область	3
Индивидуальное жилищное строительство	Алтайский край	15
	Амурская область	7
	Курганская область	2
Утрата документов	Алтайский край	12
	Волгоградская область	5
	Кировская область	2
Выход на пенсию	Алтайский край	28
	Курганская область	3
	Свердловская область	1

В-третьих, комплексы услуг по жизненным ситуациям зачастую содержат только одну услугу, что не позволяет говорить об их комплексном характере. Например, Кировская область – жизненная ситуация «Утрата близкого человека» – 1 услуга, Свердловская область – жизненная ситуация «Выход на пенсию» – 1 услуга, Псковская область – жизненная ситуация «Выезд за границу» – 1 услуга.

В-четвертых, электронные ресурсы центров «Мои документы» некоторых субъектов РФ, не обеспечивают или обеспечивают не в полном объеме доступ к информации о порядке и условиях предоставления комплексных услуг. Так, например, Кировская область, Республика Удмуртия – на информационных сайтах центров «Мои документы» не работают сервисы по жизненным ситуациям.

В-пятых, отсутствует методическое и нормативное обеспечение процесса предоставления комплексов государственных и муниципальных услуг по жизненным ситуациям.

В-шестых, на текущий момент, не осуществлен переход к предоставлению комплексов услуг по жизненным ситуациям на основании единого заявления, что влечет за собой дополнительные временные и финансовые затраты для заявителей.

Для решения проблемных вопросов, отмеченных выше, в целях дальнейшей оптимизации процесса предоставления комплексных государственных и муниципальных услуг на основе жизненных ситуаций, необходимо, на наш взгляд, осуществить реализацию нижеперечисленных мероприятий:

1. Для единообразного понимания и толкования категорий «комплексная государственная (муниципальная) услуга», «жизненная ситуация» внести в федеральный закон № 210-ФЗ от 27.07.2010г. «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» изменения, связанные с закреплением в законе дефиниций вышеуказанных понятий, положений, посвященных принципам и порядку предоставления комплексных услуг в рамках жизненных ситуаций.

2. Для достижения методического единства в реализации нормативных положений в части предоставления комплексных услуг в рамках жизненных ситуаций, разработать методические рекомендации по организации предоставления государственных (муниципальных) услуг в рамках жизненных ситуаций.

3. Для унификации региональной практики предоставления услуг в рамках жизненных ситуаций разработать и утвердить типовые перечни государственных (муниципальных) услуг, входящих в комплексы по жизненным ситуациям.

4. При формировании нормативной и методической основы предоставления комплексных услуг, учитывать положительную зарубежную практику организации предоставления услуг в рамках жизненных ситуаций.

5. Обеспечить переход работы центров «Мои документы» к организации предоставления комплексных услуг по жизненным ситуациям на основе единого заявления.

6. Провести комплексную регламентацию административных процедур, совершаемых в рамках взаимодействия всех участников процесса оказания комплексных государственных (муниципальных) услуг, включенных в «жизненные ситуации».

#### **Литература**

1. Распоряжение Правительства РФ от 10 июня 2011 г. № 1021-р «Об утверждении Концепции снижения административных барьеров и повышения доступности государственных и муниципальных услуг на 2011-2013 годы и Плана мероприятий по реализации указанной Концепции» // СЗ РФ. 2011. – №26. – Ст. 3826.

2. Протокол заседания Правительственной комиссии по проведению административной реформы от 9 сентября 2014 г. № 140 [Электронный ресурс]/ Официальный сайт Правительства Российской Федерации – Режим доступа: <http://government.ru>.

3. Стырин Е.М., Плаксин С.М. Система государственных услуг как объект мониторинга в Российской Федерации // Вопросы государственного и муниципального управления. 2012. – №4. – С. 66-83.

4. Public Services Online «Digital by Default or by Detour?» – Assessing User Centric eGovernment performance in Europe – eGovernment Benchmark 2012 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.epractice.eu>.

5. Сравнительный анализ центров предоставления государственных и муниципальных услуг [Электронный ресурс]/ Официальный сайт компании PwC – Режим доступа: <http://www.pwc.ru/>

### **ЖЕНСКИЙ ЭКСТРЕМИЗМ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ КАК ПОСЛЕДСТВИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ЭКСТРЕМИЗМА**

Крючков В.Г.

*г. Омск, МВД России по Омской области*

В статье показаны тенденции экстремизма среди женщин в регионах Российской Федерации как последствия информационного экстремизма; анализированы факторы, детерминирующие совершение женщинами преступлений экстремистской направленности. Предложены правовые меры противодействия информационному экстремизму среди женщин.

#### **Female extremism in the north caucasus is a manifestation of information extremism. Kryuchkov V.G.**

In the article shows tendencies of information extremism among women in regions of Russian Federation, analyzes factors, defining commitment of crime of the extremist direction by women. Offers legal measures of the opposition to the extremism among women.

Во многих субъектах Российской Федерации, особенно в республиках Северного Кавказа, распространенным и особо опасным явлением стал экстремизм. Особенностью данного региона Российской Федерации стал процесс массового вовлечения женщин в структуры экстремистской и террористической направленности. Экстремисты перешли на идеологическую обработку женщин, как наиболее мобильных, более последовательных сторонников, а также менее приметных для правоохранительных органов.

Юные девушки и женщины молодежного возраста становятся подручной силой, непосредственными исполнительницами планов и операций экстремистских организаций, но, ни они вносят весомую лепту в достижение основных целей экстремизма. Наибольшую опасность представляют зрелые женщины – вдовы, матери, сестры погибших экстремистов. Они являются организаторами

женского (феминистского) подполья. Именно благодаря этим женщинам проявляется гендерная нота в экстремизме, а также распространенным явлением стал информационный экстремизм среди женщин. Женщины – руководители и активные члены женского публично призывают к осуществлению экстремистской деятельности (ст. 280 УК РФ), к насильственным действиям в отношении представителей органов государственной власти, местного самоуправления.

В последнее время в республиках Северного Кавказа широко практикуется создание правозащитных общественных объединений, занимающихся клеветой, формированием негативного общественного мнения по отношению к работе проводимой правоохранительными органами по борьбе с бандитским подпольем. К примеру, руководителями общественного объединения «Матери Дагестана за права человека» – Р-вой Г.И. и И-вой С.И. составляются списки родственников (в основном женского пола) задержанных, арестованных и уничтоженных членов и пособников сообществ экстремистского толка, с целью дальнейшей вербовки в ряды женского бандитского подполья. Вербовщицы вовлекают женщин молодежного возраста в экстремистскую деятельность из малообеспеченной, малообразованной и религиозной части населения, посещая мечети и религиозные учебные заведения.

В системе предупреждения женского экстремизма заметное место принадлежит индивидуальной профилактике преступлений экстремистской и террористической направленности среди данной категории. Объектами индивидуального предупреждения являются женщины с радикальными взглядами, способные совершать преступления экстремистской направленности. Индивидуальное предупреждение женского экстремизма станет успешным, если создать информационный банк данных о женщинах, распространяющих идеи сепаратизма, придерживающихся взглядов радикальных течений религии, вовлекающих других лиц в сообщества экстремистского толка. Работникам правоохранительных органов нельзя забывать, что оперативность, своевременность информационного взаимодействия являются залогом успеха пресечения, предупреждения экстремизма среди женщин.

В системе противодействия экстремизму заметное место принадлежит правовым мерам. Проблема правового регулирования системы предупреждения женского экстремизма «состоит в необходимости воссоздания устойчивого блокового мира; упреждении, блокировании экстремизма на начальной стадии и недопущении его становления и развития структур; недопущении идеологического оправдания экстремизма под знаменами «защиты прав нации», «защиты веры». Как отмечает А.Г. Хлебушкин, противодействие экстремизму в правовом аспекте представляет собой комплекс нормативных запретов.

Принятие адекватных мер противодействия информационному экстремизму, осложняется несовершенством законодательства. Поэтому «требуется установление уголовной ответственности не только за распространение, но также за пропаганду и публичное демонстрирование нацистской символики и атрибутики. Также целесообразно рассмотреть вопрос о привлечении к уголовной ответственности редакций газет, допускающих массовое распространение экстремистских материалов (кроме случаев простого цитирования в порядке освещения экстремистской деятельности).

В целях повышения ответственности за распространение экстремистских материалов в сети Интернет в Федеральный закон «О противодействии экстремистской деятельности» и в Уголовный кодекс РФ важно внести изменения и дополнения, предусматривающие ответственность за действия по распространению таких материалов экстремистского толка.

В целях минимизации экстремистского влияния Интернета на молодежь следует закрыть доступ к таким информационным ресурсам на территории республик Северного Кавказа. В этом плане поучителен зарубежный опыт создания специальных органов. Во многих западных странах и США функционируют наблюдательные советы, наделенные полномочиями удалять из глобальной сети Интернет материалы, содержащие призывы к насилию и другую негативную информацию.

В уголовно-правовой науке обоснованно предлагают внести изменения в статьи, предусматривающие уголовную ответственность за преступления экстремистской направленности. Определенные нарекания вызывает диспозиция статьи 280 УК РФ. Как правильно отмечают ученые, «законодатель исходя из названия нормы, говорит о неоднократности. Тогда возникает вопрос: «Если осуществлен однократный призыв к совершению преступлений, то теряет ли свою общественную опасность данное деяние?».

В рамках улучшения системы предупреждения экстремизма среди женщин мы предлагаем внести изменения в статью 280 УК РФ (Публичные призывы к осуществлению экстремистской деятельности) дополнить частью третьей следующего содержания:

«3. Публичные призывы среди молодежи к осуществлению экстремистской деятельности – наказываются лишением свободы на срок от пяти до десяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет». По нашему мнению, в целях пресечения околоэкстремистской деятельности средств массовой информации следует внести изменение в диспозицию части 2 статьи 280 УК РФ и изложить в следующей редакции: «Те же деяния, совершенные с использованием средств массовой коммуникации».

Как известно, экстремисты пытаются возбудить ненависть либо вражду в отношении определенных социальных групп, национальностей, конфессий именно среди молодежи. Поэтому мы предлагаем включить в часть 2 статьи 282 (Возбуждение ненависти либо вражды, а равно унижение человеческого достоинства) пункт «г» и изложить в следующей редакции: «в отношении лица молодежного возраста (до 29 лет).

Следует отметить, что в деле предупреждения экстремизма среди женщин организовать и осуществлять превентивную работу только на основе уголовно-правовых мер означает упрощение других превентивных методов, которыми располагают государство и общество. Превентивное значение имеют взаимодействие и координация всех здоровых сил общества, выработка и реализация программы, включающей политический, социальный, экономический, правовой, идеологический и другие аспекты.

#### **Литература**

1. Андреев П.Г. Информационный экстремизм в России – проблема оказания правового противодействия // Бизнес в законе. – 2009. – № 1. – С. 277–282.
2. Антипов Д.Н. К вопросу об объекте преступления, предусмотренного статьей 282 Уголовного Кодекса Российской Федерации // Пробелы в российском законодательстве. – 2008. – № 2. – С. 230–238.
3. Зарипов З.С., Уголовно-правовые аспекты противодействия экстремизму (критические заметки относительно преступлений экстремистской направленности) // Пробелы в российском законодательстве. – 2008. – № 2. – С. 263–267.
4. Рабчук В.Н. Особенности правового регулирования противодействия терроризму в Российской Федерации // Бизнес в законе. – 2008. – № 1. – С. 1–3.
5. Хлебушкин А.Г. Экстремизм: уголовно-правовой и уголовно-политический анализ. – Саратов, 2007. – С. 30.

### **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ЭКСТРЕМИЗМА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Зиядова Д.З.

*Дагестанский государственный университет*

В статье рассматривается криминологическая картина информационного экстремизма в регионах Российской Федерации, выявлены причины и условия, его обуславливающие. На основе обобщения детерминантов информационного экстремизма, предложены некоторые правовые меры противодействия.

#### **The problems of information extremism in regions of Russian Federation. Zijadova D.Z.**

The article considers criminological picture some of information extremism in regions of Russian Federation, detects the reasons and conditions that are determining. On the basis of summarizing the determinants of information extremism, the author suggests some legal measures of opposition.

В Российской Федерации широко распространены разные формы экстремизма. Наиболее опасной формой данного явления стал информационный экстремизм, который используется сепаратистами для дестабилизации обстановки в регионах Российской Федерации. Данный вид экстремизма П.Г. Андреев правильно определяет как «злостное злоупотребление, закрепленное в Конституции РФ свободой распространения информации о пропагандистской подготовке активных экстремистских действий, подрывающих безопасность российского общества и государства».

Общественную опасность информационного экстремизма определяет и Федеральный закон от 27. 07. 2002 г. № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» (с учетом изменений, внесенных федеральными законами от 27 июля 2006 г.; 10 мая 2007 г.; 25 декабря 2012 г.; 28 июня и 21 июля 2014 г.). В соответствии со ст. 1 данного закона, экстремистской деятельностью (экстремизмом) считается «... возбуждение социальной, расовой, национальной или религиозной розни; пропаганда исключительности, превосходства либо неполноценности человека по признаку его социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности или отношения к религии; ... пропаганда и публичное демонстрирование нацистской атрибутики или символики либо атрибутики или символики, сходных с нацистской атрибутикой или символикой до степени смешения; публичные призывы к осуществлению указанных деяний либо массовое распространение заведомо экстремистских материалов, ....».

Уголовный кодекс Российской Федерации под преступлениями экстремистской направленности понимает преступления в зависимости от направленности мотива. Согласно содержанию Примечания 2 к статье 282.1. УК РФ, к числу преступлений экстремистской направленности относятся преступления, совершенные по мотивам политической, идеологической, расовой, национальной или религиозной ненависти или вражды либо по мотивам ненависти или вражды в отношении какой-либо социальной группы, предусмотренные соответствующими статьями Особенной части УК РФ и п. «е» ч. 1 ст. 63 УК РФ. Отсутствие четко обозначенного законодателя стало почвой для разных точек зрения ученых на данную проблему в теории уголовного права, основой определенных трудностей в следственной и судебной практике. В целях совершенствования деятельности следственных и судебных органов законодателю необходимо дать полный перечень преступлений, признаваемых экстремистскими. В этой связи мы предлагаем включить Примечание к статье 280 УК РФ с указанием перечня преступлений экстремистской деятельности». Несомненно, основу преступлений экстремистской направленности составляет ненависть либо вражда виновных в отношении представителей социальных групп либо таких групп в целом, разделяемых между собой по признакам определенной политической, идеологической, расовой, национальной, религиозной либо иной принадлежности.

Преступления экстремистской направленности, совершаемые с помощью информационных систем (информационный экстремизм) стали характерным криминальным явлением для Российской Федерации в целом. Основой информационного экстремизма являются публичные призывы к осуществлению экстремистской и террористической деятельности и материалы, оправдывающие экстремизм и терроризм. Материалы террористической и экстремистской направленности создаются с помощью высококачественной полиграфии и Интернета, используя пробелы в законодательстве. Несмотря на то, что важное значение в системе противодействия информационному экстремизму имеют правовые меры, принятие адекватных мер противостояния данному явлению осложняется несовершенством законодательства. К примеру, в Федеральном законе «О противодействии экстремистской деятельности» и в Постановлении Пленума Верховного Суда РФ от 28.06.2011 № 11 «О судебной практике по уголовным делам о преступлениях экстремистской направленности» закреплено, что информационные материалы признаются экстремистскими федеральным судом, а «Уголовно-процессуальный кодекс и Кодекс об административных правонарушениях специально не предусматривают никакой процедуры для рассмотрения этой категории дел».

Как правильно отмечает Д.Н. Антипова, «одним из пробелов российского законодательства является отсутствие четкого соответствия между формами экстремизма, установленными в федеральном законе, и общественно опасными формами экстремизма, предусмотренными Уголовным кодексом РФ». Поэтому «требуется установление уголовной ответственности не только за распространение, но также за пропаганду и публичное демонстрирование нацистской символики и атрибутики. Также целесообразно рассмотреть вопрос о привлечении к уголовной ответственности руководителей редакций газет, допускающих массовое распространение экстремистских материалов (кроме случаев простого цитирования в порядке освещения экстремистской деятельности).

В соответствии с Федеральным законом «О противодействии экстремистской деятельности», к преступлениям экстремистской направленности относятся и создание или распространение аудио-, аудиовизуальных, печатных и иных материалов (произведений), предназначенных для публичного использования и содержащих хотя бы один из признаков экстремизма. В уголовном законодательстве установлена ответственность за публичные призывы к осуществлению экстремистской деятельности (ч. 2 ст. 280 УК РФ) и за публичные призывы к осуществлению действий, направленных на нарушение территориальной целостности Российской Федерации (ч. 2 ст. 280.1 УК РФ), совершенные с использованием средств массовой информации либо информационно-телекоммуникационных сетей, в том числе и сети «Интернет». Следует ли привлекать к уголовной ответственности за создание или распространение аудио-, аудиовизуальных, печатных и иных материалов (произведений), предназначенных для публичного использования и содержащих призывы экстремистской направленности по ч. 2 ст. 280 УК РФ или ч. 2 ст. 280.1 УК РФ ?. Тогда, как справедливо отмечают ученые, возникает коллизия между содержанием данных норм и положением ст. 15 УК РФ, в соответствии с которым приготовление к совершению преступлений небольшой или средней тяжести не наказуемо (деяния, предусмотренные ч. 2 ст. 280 УК РФ и ч. 2 ст. 280.1 являются преступлениями средней тяжести). По нашему мнению, для устранения данных противоречий следует в данных нормах (ст. 280 УК РФ и ст. 280.1 УК РФ) установить уголовную ответственность за изготовление экстремистских материалов с целью их публичного распространения. В статье 15 УК РФ важно указать, что приготовление к преступлениям экстремистской и террористической направленности имеет уголовно-правовое значение, даже если они относятся к преступлениям небольшой или средней тяжести.

Исследователи также справедливо отмечают, что «отнесение организации деятельности запрещенного судом религиозного объединения или участия в нём, предусмотренных ч.ч. 1 и 2 ст. 282<sup>2</sup> УК РФ, к категориям преступлений средней и небольшой тяжести явно не обеспечивает профилактику

подобного рода деяний, порождает у осуждённых чувство безнаказанности, не срабатывает принцип неотвратимости и соразмерности наказания». Поэтому следует «ускорить принятие поправок в законодательство, ужесточающих ответственность за преступления экстремистской направленности», несмотря на общую либерализацию уголовной политики государства. В совершенствовании нуждается «процедура контроля и надзора за соблюдением законодательства, регламентирующего деятельность религиозных и общественных объединений, политических партий, которая бы обеспечивала своевременное предупреждение «перерождения» этих организаций в экстремистские сообщества».

В уголовно-правовой науке имеются разные точки зрения относительно уголовной ответственности юридических лиц, осуществляющих экстремистскую деятельность. В федеральных законах, направленных на противодействие экстремизму и терроризму, не рассмотрена проблема профилактики преступлений экстремистской направленности, совершаемых с использованием юридических лиц. В то же время «официально действующие организации, создающие и распространяющие информацию экстремистского содержания, спонсирующие и координирующие деятельность организованных экстремистских групп молодежи, представляют высокую общественную опасность». По нашему мнению, только полная ликвидация юридического лица является необходимой правовой мерой противодействия информационному экстремизму.

В заключение отметим, что только четко регламентированное законодательство, направленное на профилактику экстремистской и террористической направленности, способно противостоять информационному экстремизму.

#### **Литература**

1. Андреев П.Г. Информационный экстремизм в России – проблема оказания правового противодействия // Бизнес в законе. – 2009. – № 1. – С. 277–282.
2. Ахмадулин А.С. Противодействие религиозному политическому экстремизму // Законность. – 2011. – № 11. – С. 40–43.
3. Бурковская В.А. Криминальный религиозный экстремизм: уголовно-правовые и криминологические основы противодействия: Дис. ... д-ра канд. наук. – М., 2006.
4. Кушнаев Т.В. Признание информационных материалов экстремистскими // Законность. – 2011. – № 4. – С. 53–55.
5. Маркова Ю.В. К вопросу о сущности экстремизма как уголовно-правового и криминологического феномена // Пробелы в российском законодательстве. – 2008. – № 1. – С. 297–302.
6. Привалов А.В. К вопросу о профилактике экстремистской деятельности юридических лиц // Бизнес в законе. – 2008. – № 3. – С. 2–4.
7. Сысоев А.М. Преступления экстремистской направленности: история и современность // Российский следователь. – 2008. – № 9. – С. 13.

#### **ВЛИЯНИЕ ЭКО-ТЕНДЕНЦИЙ БУДУЩЕГО НА РАЗВИТИЕ EVENT-ДИЗАЙНА**

Медведев Г.Г.

*Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова*

Данная статья посвящена проблеме влияния экологических трендов на деятельность компаний, предоставляющих услуги по организации и дизайну мероприятий. В статье предложены способы снижения негативного влияния на окружающую среду, а также проанализированы возможности и недостатки использования эко-тренда в event-дизайне.

**Ключевые слова:** event-дизайн, экология, эко-тренд, event-индустрия

#### **Influence of the future eco-trends at the event-design development. Medvedev G.G.**

This article is devoted to the problem of influence of the eco-trend on companies' activity, providing services in organizing and designing events. In this article the methods of reduction of negative influence on environment are presented, as well as the possibilities and disadvantages of using eco-trend in event-design are analyzed.

**Keywords:** event-design, ecology, eco-trend, event-industry

Event-индустрия пережила чрезвычайно быстрое развитие за последнее десятилетие с точки зрения количества, разнообразия и популярности. Под событием понимается уникальный момент времени, который празднуется с церемонией или ритуалом для того, чтобы удовлетворить конкретные потребности определенной части населения. Планируемые мероприятия - это пространственно-временное явление, и каждое из них уникально вследствие использования особого дизайна, программы и

управления. К таким мероприятиям относят: крупные фестивали, торжества, развлечения, политические, государственные, научные, спортивные и культурные мероприятия, встречи, конференции, ярмарки, выставки в корпоративном секторе, свадьбы, концерты и т.д.

Проводимые события способствуют росту как внутреннего, так и международного туризма, создают условия для развития социальной, образовательной и экономической сфер, а дизайн имеет важное значение для успеха любого мероприятия. Однако, известно, что организация событий часто предполагает создание новой инфраструктуры, размещение в экологически чистых зонах, использование транспорта, товаров, услуг, дефицитных ресурсов в большом количестве. Если ранее концепция экологически эффективного дизайна занимала совсем небольшую нишу на международном рынке, то сегодня ситуация кардинально изменилась. Экологические тенденции, связанные с защитой окружающей среды, популяризацией органики, производством не тестируемой на животных продукции, становятся все более популярными в сфере питания, строительстве и дизайне.

Для того, чтобы следовать эко-тенденциям, необходимо изменить то, что используется и каким образом используется при организации и дизайне определенного мероприятия. Дизайнеры могут уменьшить негативное влияние проводимых конференций, fashion-показа или иного подготавливаемого события на окружающую среду, используя следующие возможности:

- переработка и вторичное использование материалов;
- использование переработанных или биоразлагаемых материалов для дизайна банкета или шведского стола;
- сокращение отходов, связанных с флористикой. Известно, что для проведения некоторых мероприятий необходимо огромное количество живых цветов. Поэтому следует повторно использовать цветы, украсив ими офис или отель, предложив гостям или подарив медицинским организациям или образовательным учреждениям;
- сотрудничество со службой, которая занимается сбором оставшейся после мероприятий продукции и находит им применение в других сферах деятельности;
- установка отдельных мусорных контейнеров для переработки и компоста. Данный способ уже оказался достаточно успешным при проведении фестивалей;
- использование светодиодного освещения для всех событий, так как оно использует меньше энергии, необходимой для стандартной сценического освещения;
- закупка энергоэффективной оргтехники и водосберегающих устройств;
- использование натуральных материалов (бамбук, лен, крапива, конопля, водоросли, кукуруза, эвкалипт, «биошерсть» и другие «эко» ткани);
- применение стиля «arttrash» или использование вещей «секонд-хенд» при создании дизайнерского проекта;
- следование стилю hand-made, при котором продукты создаются вручную по старинным технологиям и окрашиваются натуральными природными красителями.

Эко-дизайн мероприятий оказывает положительное влияние не только на окружающую среду, но и на бизнес в целом. Прежде всего, появляется возможность:

- добиться экономии в затратах энергии и сократить накладные расходы;
- повысить производительность труда (что важно при проведении корпоративных мероприятий);
- способствовать разработке и внедрению инноваций;
- привлечь потенциальных клиентов;
- получить известность как «зеленой» компании;
- создать практичные и уникальные проекты.

Однако, многие компании, работающие по направлению event-дизайн, задаются вопросом, как следовать экологическому тренду и в то же время оставаться прибыльным бизнесом. Существуют барьеры, препятствующие внедрению такой новой модели event-дизайна. К ним относят: традиционный менталитет среди производителей и потребителей, недостаток информации о внедрении новых моделей и подходов, медленное распространение эко-инноваций на рынке, отсутствие капитала для первоначальных инвестиций; низкий уровень государственной поддержки и повышение стоимости конечного продукта и услуг из-за увеличения издержек. Так, покупка эко-оборудования, упаковки и материалов могут быть дорогими. Первоначальные затраты могут быть выше, даже если переменные затраты сокращаются в долгосрочной перспективе. Первоначальная стоимость может быть компенсирована долгосрочными сбережениями только при условии, что компания будет присутствовать в этом бизнесе достаточно долго и получать прибыль.

Однако на сегодняшний день предлагается все больше новых идей для решения экологических проблем, среди которых есть экологически инновационные технологии, продукты, услуги, проекты, организации и бизнес-модели. Таким образом, в долгосрочной перспективе следование эко-тенденциям даст возможности для развития бизнеса и повысит качество предоставляемых услуг по event-дизайну.

### Литература

1. Environmental Business, Michael Evans, URL: - <http://www.earthtimes.org/encyclopaedia/environmental-issues/environmental-business/#rOIdTJOTbgzegYLf.99>
2. Sustainable Design in Event Design: Opportunities and Limitations» S'harin Binti Mokhtar and Yi-Shin Deng Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 2, No. 2, April 2014
3. THE FUTURE OF ECO-INNOVATION: The Role of Business Models in Green Transformation, OECD, 2012

## МАРЖИНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВАЛЮТ ВЕНЕСУЭЛЫ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Золотова Е.

ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

В данной статье были рассмотрены причины возникновения системы SIMADI, и была проанализирована динамика курса венесуэльской валюты к доллару. Автором также было изучено влияние новой системы валют на экономику страны

**Ключевые слова:** SIMADI, валютный курс, Венесуэла, венесуэльский боливар

### Margin currency system of Venezuela in terms of economic instability. Zolotova E.

This paper examined the causes of introducing SIMADI, and analyzed the dynamics of exchange rate of the Venezuelan currency to the dollar. The author also studied the effect of the new system of exchange on the economy.

**Keywords:** SIMADI, exchange rate, Venezuela, Venezuelan Bolivar

В настоящее время экономика Боливарианской Республики Венесуэла имеет хаотичное развитие, которое характеризуется замедлением экономического роста, высоким уровнем годовой инфляции (более 60%) и нехваткой товаров первой необходимости в магазинах. Хрупкость венесуэльской экономики особо проявилась, когда валютные поступления от экспорта нефти страны стали сокращаться. Причиной этому послужило падение цен на нефть почти в 2 раза в течение нескольких месяцев. Кроме того, проблемами для населения и бизнеса стали переоценка национальной валюты и нестабильный обменный курс.

Венесуэльский боливар (VEF), официальная валюта Венесуэлы, был контролируемой валютой более 12 лет. Хотя курс претерпевал периодические девальвации, он был переоценен по сравнению с «официальным» обменным курсом. В последнее десятилетие в Венесуэле действовали строгие ограничения на покупку и продажу валюты физическими и юридическими лицами. Существовало несколько официальных валютных курсов для обмена денег (курс при поездках за границу; курс для корпораций; курс на новых рынках; официальный курс страны, который используется для импорта; курс черного рынка).[3] Рисунок 1 демонстрирует стремительно выросшую за 2014 год разницу между официальным и не официальным курсами.

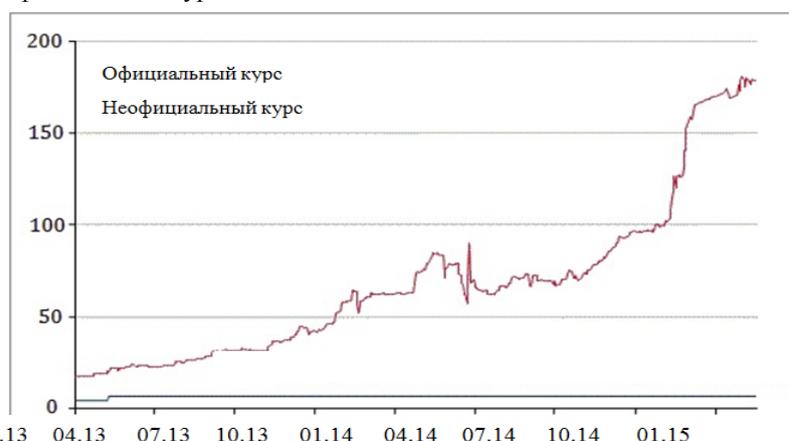


Рисунок 1 – Динамика курса венесуэльского боливара к доллару США, боливар, 2013-2015 гг. (Источник: FocusEconomics)

Начиная с 2014 года венесуэльский боливар испытывал давление укрепляющегося доллара. Например, курс венесуэльского боливара упал сразу на 88% в марте 2014 года [1]. В результате девальвации венесуэльской валюты официальный курс был зафиксирован на уровне 6,3 боливара за доллар.

В феврале 2015 года, правительство Венесуэлы объявило новую систему обменного курса с целью установления частично свободного обменного курса на бирже и в банках через так называемую маржинальную систему валют - SIMADI (el Sistema Marginal de Divisas). Новый механизм позволяет совершать операции покупки и продажи боливаров по рыночной цене. SIMADI устанавливает плавающий курс, который в последние дни составляет 172 боливара за доллар, что в 27 раз выше курса, установленного правительством, но всё ещё ниже курса чёрного рынка [3].

В экономике Венесуэлы имеется несколько «уязвимых мест», с которыми призвана бороться новая система SIMADI.

Во-первых, в Венесуэле свободный рынок не существует. Государство регулирует цены на основные товары, которые составляют ежедневное потребление граждан, а также небольшое количество предприятий (национальных и транснациональных) контролируют рынок товаров первой необходимости в течение десятилетий в стране. По этой причине затруднено свободное колебание курса доллара без вмешательства государства и контроля.

Во-вторых, в рамках так называемой экономической войны, предприниматели всегда найдут каким образом осуществлять контроль и регулирование. Если цены на определенные товары первой необходимости регулируются, то производство этих товаров снижается, и производство других, не регулируемых предметов, увеличивается. Если обменный курс контролируется, то создаются фиктивные предприятия для передачи долларов из страны, и т.д. [4].

SIMADI может способствовать устранению проблемы нехватки товаров. До введения новой системы оплата 70-ти % и 25-ти % импорта страны совершалась в долларах по курсам 6,5 VEF (официальный) и 12 (SICAD) [5] соответственно. Этим объяснялась огромная нехватка предметов первой необходимости и рост цен.

Во-третьих, в стране отсутствует сектор экономики, который готов инвестировать свой капитал в страну, и даже если бы в Венесуэле давно существовал свободный рынок и обменный курс мог быть регулирован, отсутствовал какой-либо интереса в инвестировании из-за нестабильной ситуации в обществе. Также слаба политика государства, направленная на повышение инвестиционной привлекательности.

Однако, новый обменный курс призван стимулировать приток иностранных инвестиций партнеров PDVSA в Венесуэле вследствие того, что отсутствует государственное вмешательство в его регулирование. Такие иностранные компании, как CNPC, Chevron, Eni, Repsol, Total, "Газпром", "Роснефть" и Petrovietnam получили разрешение на продажу долларов на новой валютной бирже.

Целью новой системы становится прекращение «традиционного» неразвитого капитализма в Венесуэле, при котором доллар, поступающий через государство и продажу нефти через PDVSA, уходит в форме импорта или оттока капитала, не будучи повторно инвестированным в стране. Ожидается, что новая система SIMADI принесет пользу венесуэльской экономике, которая сильно пострадала от падения цен на нефть. Предполагается, что в долгосрочной перспективе будет положен конец дефициту и экономической войне, хотя в целом SIMADI не решит всех экономических проблем в стране.

#### **Литература**

1. Боливар подешевел к доллару сразу на 88% 25.03.2014 URL: <http://top.rbc.ru/economics/25/03/2014/913400.shtml>
2. Венесуэла разрешила партнёрам PDVSA продавать доллары на бирже URL: <http://www.nefttrans.ru/news/venezuela-razreshila-partnyeram-pdvsa-prodavay-dollary-na-birzhe.html>
3. Торгово-экономическое сотрудничество Соединенных Штатов Америки и Боливарианской Республики Венесуэла, Золотова Е. Электронный Научный Журнал "Россия и Америка в XXI веке" №2, 2015
4. A Marxist Analysis of the Currency Exchange Controls in Venezuela. DEIVI PEÑA – LUCHA DE CLASES, July 3rd 2015 - URL: <http://venezuelanalysis.com/analysis/11433>
5. The Impact Of Venezuela's Bolivar Exchange Rates. Prableen Bajpai, CFA (ICFAI) URL: <http://www.investopedia.com/articles/forex/022415/impact-venezuelas-bolivar-exchange-rates.asp>

## **ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПО УЧЕТУ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЯ**

Ветрова В.В., Гургов Б.Ш.  
*Москва, МИРЭА*

В статье показывается, что система по учету рабочего времени, по ограничению несанкционированного доступа в помещения, по охране и защите персонала и имущества является единой комплексной проблемой. Рассматривается техническая реализация системы.

### **Information and technical support for the system of the account of working hours of civil servants and restrictions of access to premises. Vetrova V.V., Gurgov B.Ch.**

It is shown that the system of accounting of working time limitation, unauthorized access to premises, for the protection of personnel and property of u is a single integrated problem. Discusses the technical implementation of the system.

Безопасность объектов федерального значения – неотъемлемое условие их эффективного функционирования. При растущих требованиях к безопасности объектов, а также способов незаконного проникновения на охраняемые объекты стоит задача разработки методического обеспечения систем безопасности и формирования технических требований к проектируемой инфраструктуре допуска и учета персонала.

Поэтому последние годы возникла и широко внедряется концепция распределенных систем управления, в которых предусматривается локальная, достаточно полная и в значительной мере законченная обработка информации на различных уровнях иерархии. В подобных системах организуется передача снизу вверх только той части информации, в которой имеется потребность на верхних уровнях управления. Очень важно, что значительная часть результатов обработки информации и исходные данные от этого должны храниться в локальных банках данных.

Вопросы разработки оперативной системы по учету рабочего времени профессорско-преподавательского, научного, учебно-вспомогательного персонала и контингента обучаемых в организациях подведомственных Министерству образования и науки имеют все большую актуальность. Совершенствование такой системы позволяет исключить срывы учебных занятий за счет оперативных действий по корректировке расписания, позволяет повысить эффективность работы сотрудников, улучшить успеваемость обучаемых за счет полного использования ресурса учебного времени. Кроме того, такая система позволяет повысить дисциплинированность всех участников учебного процесса.

С учетом большой численности сотрудников и обучаемых, гибких графиков работы, привязанных к недельному расписанию, наличию нескольких смен понятно, что решение задачи по учету рабочего времени практически невозможно без автоматизации процессов обработки информации и без многосторонней информационно-технической поддержки.

С рассматриваемой проблемой тесно взаимосвязаны вопросы ограничения несанкционированного доступа в помещения организаций, подведомственных Министерству образования и науки, лиц, не имеющих соответствующего допуска. Это относится как ко всем организациям в целом из-за опасности проведения террористических актов, как это было в Беслане, так и к отдельным корпусам, помещениям, лабораториям. Такой организации как Министерство образования и науки для выполнения работ по направлениям своей уставной деятельности используют ценное и уникальное оборудование как для решения учебных задач, так и для проведения научных исследований и экспериментов. Вмешательство неквалифицированных или случайных лиц может привести к существенным материальным потерям или к трагическим последствиям.

Отличительной особенностью этих задач является открытый, не режимный характер большинства организаций, подведомственных Министерству образования и науки, что требует решения перечисленных вопросов не только в дневное рабочее время, но и в период отсутствия на рабочих местах сотрудников. Это значительно усложняет ситуацию, особенно с учетом множества корпусов и помещений, которыми располагают большинство учебных и научных организаций.

В целом система по учету рабочего времени, по ограничению несанкционированного доступа в помещения, по охране и защите персонала и имущества является единой комплексной проблемой.

Информационно-техническое обеспечение решения этой проблемы основано на применении и стабильной работе корпоративной сети, ИТ-сервисов, вычислительной техники и программного обеспечения. Современная территориально распределенная ИТ-инфраструктура организаций с большим количеством телекоммуникационного оборудования, программного и аппаратного обеспечения требует профессионального сопровождения и технической поддержки с соблюдением определенных стандартов

качества обслуживания. Полный перечень задач, направленных на создание и информационно-техническую поддержку функционирования системы включает следующие разделы:

- структурированные кабельные системы;
- системы учета рабочего времени;
- системы контроля и управления доступом;
- системы информационной безопасности;
- системы видеонаблюдения;
- охранная и пожарная сигнализации;
- оповещение и трансляция;
- электронные проходные;
- электронные системы выдачи пропусков;
- информационно-технические системы;
- разработка программного обеспечения;
- системы управления предприятием.

Функционирование системы учета рабочего времени сотрудников организации и контроль доступа на проходных или в отдельные помещения основано на идентификации сотрудников, которая может выполняться по бесконтактным картам (проксимити карты) и паролю или биометрическими методами по отпечаткам пальцев. Одновременно с электронной проходной может использоваться фотофиксация (фиксирование изображения сотрудника с IP камер при регистрации прихода\ухода в момент идентификации), что позволяет выявить факты прохода по чужой карте.

Для обеспечения этого используется биометрическое и RFID оборудование, считывали бесконтактных карт и биометрические терминалы, автоматические турникеты, электромеханических замки. Обеспечение малого времени распознавания сотрудника, проходящего идентификацию, производится быстродействующей сетью, включающей структурированную сеть, содержащую локальные контроллеры, управляемую резервированным сервером.

Внедрение рассматриваемой системы обеспечивает автоматическое ведение графика работ сотрудников с возможностью регистрации больничных, отпусков, командировок и других событий, своевременную регистрацию опозданий, прогулов, ранних уходов, выполнения графика работ с помощью фактического расписания, мониторинг событий на контрольно-пропускных пунктах и на охраняемых периметрах в реальном времени.

Данные, получаемые при функционировании системы могут использоваться для расчета заработной платы на основе графика работ и фактически отработанного времени для определенных категорий работников за счет импорта файлов данных в 1С 7.7 и 1С 8.1 и 1С 8.2.

#### Литература

1. ГОСТ Р 51241-2008. Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. - М.: Национальный стандарт Российской Федерации.
2. Ветрова В.В., Гургов Б.Ш. Формирование единой инфраструктуры допуска и учета рабочего времени государственных служащих. Международная техническая конференция «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения» (INTERMATIC – 2014). Москва, МГТУ МИРЭА. 2014. С. 124-129.
3. Ветрова В.В., Гургов Б.Ш., Нефедов В.И. Информационное обеспечение деятельности при управлении недвижимым имуществом. Материалы международной научно-практической конференции ИНФО-1014. С. 609-620.
4. Дубина Н. Полиграфические методы защиты// КомпьюАрт. - 2002. - №1, <http://www.compuart.ru>.
5. Ворона В.А., Тихонов В.А. Системы контроля и управления доступом. - М.: Горячая линия-Телеком, 2010. 272 с.
6. Раков И., Шмелев П., Суконщиков Ю., Батманов О. Системы контроля и управления доступом: куда идем? //«Алгоритм безопасности» издание для профессионалов №4, 2011, [www.algoritm.org](http://www.algoritm.org).
7. Брага В.В., Бубнова Н.Г., Вдовенко Л.А. Автоматизированные информационные технологии. – М.: Компьютер: ЮНИТИ, 2013. – 260 с.

**ДЕТЕРМИНАНТЫ НЕЗАКОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ (СОЗДАНИЯ, РЕОРГАНИЗАЦИИ) ЮРИДИЧЕСКОГО ЛИЦА И НЕЗАКОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ (СОЗДАНИЯ, РЕОРГАНИЗАЦИИ) ЮРИДИЧЕСКОГО ЛИЦА**

Адухов М.Х.

*Дагестанский государственный университет*

В статье рассматриваются факторы, обуславливающие незаконное образование (создание, реорганизацию) юридического лица и незаконное использование документов для образования (создания, реорганизации) юридического лица. На основе обобщения детерминантов совершения данных преступлений, автор предлагает некоторые способы их минимизации на общероссийском и региональном уровнях.

**The determinants of illegal education (creation, reorganization) the legal entity and illegal use of documents for formation (creation, reorganization) of legal entity. Adukhov M.H., *Daghestan State University***

In this article are considered the reasons and conditions that are determining the illegal education (creation, reorganization) the legal entity and illegal use of documents for formation (creation, reorganization) of legal entity. On the basis of summarizing the determinants of the illegal education (creation, reorganization) the legal entity and illegal use of documents for formation of legal entity, the author suggests some methods of their minimization at the regional and All-Russian levels.

В Уголовном кодексе Российской Федерации предусмотрена уголовная ответственность за незаконное образование (создание, реорганизацию) юридического лица (статья 173.1) и за незаконное использование документов для образования (создания, реорганизации) юридического лица (статья 173.2). Указанные нормы направлены на противодействие фиктивной экономической деятельности, приносящей ущерб обществу, государству, экономике.

Уголовную ответственность за незаконное образование юридического лица законодатель установил в связи с ростом фирм «однодневок», направленных как на отмыwanie денег и неуплату налогов, так и для совершения иных преступных действий, а также из-за образования юридического лица через подставных лиц. Это означает, что уголовной ответственности привлекаются не только создатели компаний-однодневок, но и те, кто предоставляет свои, либо чужие, документы для создания фиктивных юридических лиц.

Уголовно-правовые меры лишь на половину решают проблемы, связанные с пресечением преступлений рассматриваемой категории. Важное значение имеет раскрытие факторов, детерминирующих совершение данных деяний. Как известно, экономические реформы в Российской Федерации легализовали частную собственность, заранее не создавая прочную систему развития и поддержания этого института экономики, не определив правовую базу.

Фактором роста преступлений, связанных с незаконным образованием (созданием, реорганизацией) юридического лица и незаконным использованием документов для образования юридического лица являются неоправданные надежды экономического развития теневым сектором российской экономики. Как отмечают ученые, это проблема всех стран с переходной экономикой и парадокс здесь заключается в том, что в течение периода реформ теневая экономика служит «точкой роста» экономики государства, выступая дополнительным, вспомогательным фактором его роста, катализатором увеличения ее массы. В то же время должна быть развитая экономическая система, способная удержать теневую сферу экономической деятельности в тех рамках, чтобы она не набрала критическую массу, и не стала угрозой экономической безопасности страны. К сожалению, в 90-х годах XX века российская экономика не была в состоянии противостоять негативным последствиям теневой экономики. Как правильно отмечает Э.М. Султанов, «приватизация на фоне дестабилизации экономики, роста инфляции и бюджетного дефицита привели не только к криминализации экономики, но и в значительной степени способствовали расширению социальной базы преступлений. Общая динамика социальных изменений; расширение частного сектора экономики, рост коммерческих и; банковских структур, сращивание государственной власти с криминалом в значительной степени усилили корыстную мотивацию криминального поведения и существенным образом изменили саму социальную направленность преступных посягательств»[1].

Совершению рассматриваемых преступлений способствует также сложная экономическая ситуация в стране, ставящая отечественного производителя порой в объективно невыносимые условия: отсутствие системы долгосрочного кредитования и высокий процент налогов, коррумпированность государственной службы. Именно «продажность» чиновников позволяет регистрировать коммерческие лжеорганизации, реорганизовывать их по подложным документам, паспортам подставных лиц,

предоставлять ложные сведения о юридических адресах, уставных фондах, учредителях и вкладчиках. Коррупция является одним из главных факторов распространения незаконного образования (создания, реорганизации) юридического лица и незаконного использования документов для образования (создания, реорганизации) юридического лица.

Коррупция в органах власти способствовала незаконной «перекачке» материальных средств из Российской Федерации в другие государства за счет создания фиктивных фирм, предприятий и организаций. Материальные ценности переводились в зарубежные страны через преступные организации под прикрытием легально созданных коммерческих организаций и фирм, занимающихся перекачиванием денег из воздуха. Как отмечает Ю.М. Антонян, «массовый характер приобрели хищения чужой собственности с использованием подложных документов, отмывание денег, перелив средств в теневую экономику и зарубежные фонды, что становится возможным при наличии высокого уровня коррупции и использовании компьютерной техники»[2].

Факторами, детерминирующими рост преступлений, связанных с незаконным образованием (созданием, реорганизацией) юридического лица и незаконным использованием документов для образования юридического лица, являются пробелы в уголовном и гражданском законодательстве. По мнению практиков, в судебной системе распространенным явлением являются «факты признания судами недействительной регистрации юридических лиц в связи с допущенными при их образовании нарушениями законодательства. В то же время в решениях судов или в предписаниях государственных органов по вопросам признания недействительной государственной регистрации юридических лиц наблюдается неоднозначность понимания недействительности регистрации образования юридического лица, а главное – отсутствуют указания на юридические последствия такого признания» [3]. Это связано с тем, что в действующем законодательстве Российской Федерации нет четкой регламентации признания судом недействительной регистрацией реорганизации юридического лица и юридических последствий такого признания.

Проведенный опрос среди различных категорий населения показал, что 69% практиков считают, что в Российской Федерации установлена ускоренная и недостоверная регистрация юридических лиц с последующим ненадлежащим контролем за их хозяйственной деятельностью. При открытии предприятий недостаточно изучается личность организаторов предприятий, организаций. Нередко ими оказываются лица, совершающие от имени организации административные правонарушения и преступления в сфере экономической деятельности.

В заключение следует отметить, что анализ факторов, детерминирующих рост преступлений, связанных с незаконным образованием (созданием, реорганизацией) юридического лица и незаконным использованием документов для образования юридического лица, показал, что кардинальных положительных изменений криминальной обстановки в сфере экономической в ближайшее время не произойдет.

#### Литература

1. Султанов Э.М. Социальные детерминанты преступности в современной России: Дис. ... канд. филос. наук. – Ставрополь, 2004. – С.4.
2. Антонян Ю.М. Причины корыстной преступности // Вестник Воронежского института МВД России. 2010. № 4.
3. Мамедов У.Ю. К вопросу о признании судом недействительной реорганизации юридического лица и применении последствий такого признания в российском корпоративном праве // Юрист. – 2002. – № 6.

УДК 621.396

### **РОССИЯ НА ПУТИ К ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ МАГИСТРАЛЯМ. РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ - АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ГЛОБАЛИЗАЦИИ**

Пестряева С.Ю.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет путей сообщения" МГУПС (МИИТ), ИПСС, кафедра Языкознание*

В статье дан обзор регионализации, как альтернативной модели глобализации в сфере перспектив развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения с использованием ИКТ.

Ключевые слова: высокоскоростное железнодорожное движение, регионализация, глобализация, транзит, ширина колеи, инвестиции в развитие инфраструктуры, ИКТ.

**Russia towards high-speed rail. regionalization is an alternative model of globalization. Pestyaeva Svetlana, Moscow State University of Railway Engineering**

The article gives an overview of regionalization as an alternative model of globalization in the field of development prospects of high-speed rail traffic using ICT.

Keywords: high-speed rail traffic, regionalization, globalization, transit, track width, infrastructure investment, ICT.

Утверждение государственной программы Российской Федерации "Информационное общество (2011 - 2020 годы) позволило внедрению ИКТ во все инфраструктуры взаимодействия « общество – государство». Электронное делопроизводство, электронное правительство, электронное судопроизводство и т.д. прочно входят в нашу жизнь. Обзор зарубежного законодательства подтверждает многоплановость использования ИКТ.

Таблица 1 [1, с.1]

Обзор изменений в зарубежном законодательстве Предлагаемый обзор подготовлен для РСПП компанией WBL Distribution (World Business Law), регулярно осуществляющей мониторинг законодательства 36 зарубежных юрисдикций.		
за период с 01.10.2013 по 31.10.2013 <i>Федеративная Республика Германия</i>  Немецким Бундестагом были приняты следующие нормативно-правовые акты:	Gesetz zur Förderung des elektronischen Rechtsverkehrs mit den Gerichten  -  Закон о стимулировании <u>электронного оформления</u> правоотношений с судами	Законом вносятся соответствующие изменения и дополнения в акты, содержащие нормы о процессуальных правоотношениях: Гражданский процессуальный кодекс (Zivilprozessordnung), Закон о патентах (Patentgesetz), Закон о товарных знаках (Markengesetz), Закон о судоустройстве (Gerichtsverfassungsgesetz) и некоторые другие акты.
за период с 01.10.2013 по 31.10.2013 <i>Европейский Союз</i>  Европейский Парламент и Совет Европейского Союза приняли следующий регламент:	Regulation (EU) No 952/2013 of the European Parliament and of the Council of 9 October 2013 laying down the Union Customs Code.  -  Регламент (EU) № 952/2013 Европейского парламента и Совета от 9 октября 2013 года о введении в действие Таможенного Кодекса Европейского Союза.	Цель нового Кодекса - упрощение отдельных положений таможенного регулирования, оптимизация структуры регламента, обновление некоторых статей с учетом развития электронных систем обмена информацией и соответствующего оборудования. Иницируется реформа, затрагивающая, в том числе, переход таможенных органов на безбумажное, полностью <u>электронное делопроизводство</u>
за период с 01.08.2013 по 31.08.2013 <i>Федеративная Республика Германия</i>	Gesetz zur Förderung der elektronischen Verwaltung sowie zur Änderung weiterer Vorschriften  -  Закон о стимулировании <u>электронного управления</u> , а также о внесении изменений и дополнение в другие акты	Федеральный закон содержит текст Закона об электронном управлении (электронном правительстве) и вносит в этой связи соответствующие изменения и дополнения, помимо прочего, в Налоговый кодекс (Abgabenordnung), Кодекс экономической деятельности (Gewerbeordnung)

Одна из основ функционирования глобальной экономики, межрегионального и межконтинентального торгового обмена - международный транспорт и транзит невозможна без взаимодействия с использованием ИКТ. Переход от глобализации к регионализации транспортно – транзитной системы РЖД требует развития инфраструктуры ИКТ во всех регионах РФ.

Таблица 1[2 с.1]

Экономическая глобализация	многоплановое и внутренне противоречивое явление с множеством прямых и обратных связей	
Участники экономической глобализация		
многонациональные, коммерческие структуры, национальные государства	региональные межгосударственные объединения	формальные и неформальные международные организации

фундаментальный риск от глобализации	ПОЛИТИЧЕСКИЙ проект, имеющий целью ослабление национального государства в пользу интересов одного лишь полюса <u>экономического</u> и <u>политического</u> могущества
Альтернативная модель глобализации - формирование регионального интеграционного объединения — (страны БРИКС, Греции, Сербии, Венесуэлы и др)	
- объединение государств в геостратегические союзы с соседями и в интеграционные проекты, в основе которых лежат экономические и культурные связи. - использование своего географического положения и транзитных возможностей	
МЕРОПРИЯТИЯ	организация транзита
ПРЕИМУЩЕСТВА:	
- прямые инвестиции в развитие инфраструктуры - внедрение современной транспортной техники и технологий - интеграция национальной транспортной системы в мировые транспортно-логистические коридоры	
ЦЕЛЬ создания международных транспортных коридоров (МТК)	
- оптимизация, ускорение, удешевление, обеспечение безопасности доставки грузов на транснациональном, трансконтинентальном уровне - снижение административных и инфраструктурных барьеров по взаимному повышению доступности	
БАРЬЕРЫ на пути развития международных транспортных коридоров стран МЕТР	
Middle East, Europe, Turkey, Russia — Ближний Восток, Европа, Турция, Россия	
различия в политических, эксплуатационных, нормативных, промышленных и технических требованиях традиционных железнодорожных сетей	
ТРЕБУЮТ ГАРМОНИЗАЦИИ	
- ширина колеи, - системы управления движением - специальные сигнальные системы, - различные стандарты электроснабжения, - специфические правила транспортной безопасности, - технологии эксплуатации и технического содержания подвижного состава. - унификация технических средств и нормативов в сфере организации движения. - формирование единых правовых норм в рамках МТК - партнерские отношения между всеми участниками транспортных коридоров - перевозчиками, логистическими операторами, собственниками инфраструктуры и подвижного состава.	
ПРЕИМУЩЕСТВО РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	
- транзитный потенциал - возможность осуществлять круглогодичное регулярное движение - возможность перевозить основную часть потоков массовых грузов	
ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	
- реконструкция действующей железнодорожной инфраструктуры в Сибирском и Дальневосточном федеральном округах. - развитие регионального стратегического сотрудничества с соседями — Китаем, Северной и Южной Кореями и Монголией.	
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ОАО РЖД	
- <u>Международный союз железных дорог (УИС)</u> - <u>ВСМ-2</u> - <u>компания Alstom Transport</u> - <u>Российско-Китайский проект</u> - <u>проект "Один пояс — один путь"</u>	

ВСМ в РФ станет принципиально новым видом транспортных услуг в 21 веке благодаря глобальному переходу на электронное управление и информатизации общества в РФ в ногу с изменениями в зарубежном законодательстве.

#### Литература

1. <http://www.rspp.ru/library/view/52?s=>
2. <http://www.rspp.ru/viewpoint/view/677/>
3. [http://rario.ru/page\\_1425129644\\_7559.php](http://rario.ru/page_1425129644_7559.php)//Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 313

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абалов Н.В.	128	Богодистова Е. С.	100
Абрамешин А.Е.	130,377	Бодин О.Н.	163,221,601
Абрамешин Д.А.	49	Болдарев Б.М.	536
Абрамов О.В.	132	Бондарев В.Г.	349
Авакян А.А.	134	Борель К.Н.	620
Авдеюк Д.Н.	9,10,11	Бродский Ю.И.	151
Авдеюк О.А.	9,14,16,10,11,118,120,122	Бростилов С.А.	284
Адухов М.Х.	634	Бростилова Т.Ю.	284
Алексеев А.А.	431	Буринов С.В.	490
Алексеев И.В.	386,319	Бурькин И.Г.	41
Аминев Д. А.	321	Бутенко Л.Н.	213
Амирханова Р.Г.	324	Буц В.П.	292
Андреев Г.И.	144,146,478,485	Бушмелев П.Е.	296,351,355
Андреева Д.В.	146,485	Бушмелева К.И.	351,355,384,426
Андрянчик Р.В.	621	Ваганова А.А.	153,437
Анофрикова Н.С.	35	Васильев В.А.	451,453,456
Апендин М.А.	545	Велингурский В.А.	560
Артюхова М.А.	326	Вертяков Д.Н.	32
Астафурова О.А.	596	Веселов М.В.	358
Ахмедьянова Г.Ф.	37	Ветрова В.В.	632
Ашарина И. В.	330	Викторов А.С.	271,276,278,540
Бабенко В.П.	338,340,342	Винокуров С.Н.	85
Бадеева Е.А.	460,332	Волкова Л.Л.	287
Баранов А.В.	621	Володина М.В.	368
Бардин В.А.	451	Ворошилов А.С.	580
Батура В.П.	39	Ворошилов С.П.	580
Бибенин В.Г.	431	Выскуб В.Г.	360
Бекбаулиев А.О.	284	Гараев Ю.Н.	195
Бекниязов Н.А.	304	Гарганеева А.А.	620
Белик Г.А.	130	Герасимов Е.М.	362
Белкин В.Ю.	74	Герасимов О.Н.	555
Белов А.А.	148	Главацкий С.Т.	41
Белов А.Г.	566	Глаголев В.А.	195
Белозубов Е.М.	453	Глухов П.А.	364
Белоусов А.В.	338	Говорухина К.С.	458
Бердичевский Е.Г.	558	Годунов А.И.	309
Берикашвили В.Ш.	540	Голдовский Я.М.	253
Беркетов Г.А.	204,201,248	Голушко Д. А.	548,306
Бершадский А.М.	463	Горшков П.С.	441
Битюков В.К.	338,340,342,344,347	Горюнова В.В.	280,282
Боброва Ю.В.	620	Горюнова Т.И.	280,282
Богачёв К.А.	364	Горячев Н.В.	542,545

Гостевская О.В.	14	Зиядова Д.З.	626
Грачев Н.Н.	607,43	Злодеев Г.Ю.	487
Гребеник А.Г.	338	Золотова Е.	630
Григорьев О.И.	416	Зубков А. В.	403
Гримов А.А.	410,414	Иванов А.А.	347
Гришко А.К.	301,304,299	Иванов А.В.	388
Гродзенский С.Я.	156,366	Иванов Д.А.	172
Гродзенский Я.С.	156,368	Иванов Е.Б.	161
Губанов Н.Г.	223	Иванов Е.Б.	528
Губарев В.В.	198,209	Иванов И.А.	317,391
Гулин А.С.	370	Иванов О.А.	269,391
Гургов Б.Ш.	632	Иванчуков А.Г.	221,163
Давидов А.О.	382	Ивашкевич Э.А.	526
Давыдов Н.Н.	586,370,370	Ивашов Е.Н.	165,394
Дандамаев А.У.	562	Игнатъева Э.А.	51
Дементьев А.Н.	269,271,278,540	Искандеров Г.А.,	483
Деренок А.Н.	483	Истомина Т.В.	424
Дианов В.Н.	158	Калаев М.П.	555
Добрынин В.Н.	613	Калачева Е.А.	366
Долгов К.О.	124,126	Калашников В.С.	294
Домрачева А.Б.	374	Каракулов Е.С.	301
Дрейзин В.Э.	410,412,414	Карминская Т.Д.	53
Дягилев В.И.	519	Карпов Д.С.	35
Дятлов М.Н.	124,126,312	Касьян К.Н.	396
Евдокимова Н.Е.	590	Касьян Н.Н.	396
Евсиков А.А.	62	Катасонова Г.Р.	56
Евчик Н.С.	45	Катуева Я.В.	167
Егоров А.М.	530	Кечиев Л.Н.	398
Егоров Н.Е.	563	Ким О.Х.	449
Ельмендеев А.П.	493	Кириченко А.А.	58
Ершов А.В.	508	Клевцов С.И.	169,495
Ершов В.Ю.	274	Клевцова А.Б.	172
Жаднов В.В.	377,380,513,533,553	Клочков Ю.С.	173
Жебсаин В.В.	563	Ключников А.В.	495
Желенков Б.В.	253	Князева М.С.	60
Жмуров Б.В.	382	Ковров Г.С.	563
Жуков А.А.	46	Козловский И.Б.	274
Жукова И.Г.	568	Кокин Н.Н.	520
Журков А. Р.	321	Коковин В.А.	62,519
Занин А.О.	384	Кокорев А. И.	604
Затылкин А.В.	292,296,550	Колганов А.А.	400
Захарова М.Н.	319,386	Колесников В.И.	444
Захарова Ю.Ю.	31	Колесников Д.В.	119
Звездов Д.С.	49	Колесников И.В.	444

Колесников М.Н.	74	Левицкий Б.Е.	74
Колесников С.М.	274,508	Левченко М.Н.	189
Комаров Ю.Я.	126,312	Лемешкина И.Г.	16,14
Конин Е.Н.	460	Летунов В.В.	478,144
Копнёнова М.В.	134	Лехин С.Н.	416
Копсяев Д.А.	271	Лисова Е.А.	76
Коробов А. В.	403	Лисовой А.А.	407
Королев П.С.	269,317,515	Литвинов А.Н.	469
Королева И.Ю.	314	Литовкин Р.В.	27,32
Коротаев А.Г.	46	Лифанова Е.В.	312
Косякин Ю.В.	64,67	Лобан А. В.	192
Котельникова И.А.	29	Лобанов А.В.	330
Кофанов Ю.Н.	176	Ловцов Д. А.	192,144
Кочегаров И.И.	299,301,304	Логвинов Д.И.	410,412,414
Кошевенко С.В.	82,69	Лондинов В.А.	416
Кошлич Ю.А.	335	Лонцов В.В.	582
Кравец А.Г.	566	Лопухов Н.В.	596
Кравченко В.А.	178	Лотоцкий А.Д.	419
Краснов А.Е.	179	Лоханин Е.К.	195
Кропотов Ю. А.	181,148	Лукьянов А.В.	319,386
Крохалев А.В.	473	Луппов В.В.	594
Крылов В.М.	91	Лушпа И.Л.	511,553
Крюков А.И.	431	Лысак В.И.	473
Крючков В.Г.	624	Лысенко А.В.	294,555
Крючков Н.М.	398	Лышов С.М.	269
Кудеров П.В.	374	Ляшев Б.В.	198
Кудрин Р.А.	312	Маерков А.О.	85
Кузина Е.А.	550	Мазнев В.А.	592
Кузнецов В.В.	398	Макарова Е.П.	571
Кузнецов П.С.	185	Максимов А.В.	437,405
Кузнецов С.И.	85,87	Мантуров Д.С.	444
Кузьменко Н.А.	405	Мастюгин М.Ю.	421
Кузьменков Д.А.	584	Мачульский Е.В.	317
Кузьмин А.В.	601	Медведев Г.Г.	628
Кузьмин С.В.	473	Медведева О.Н.	574
Куйшибаев Т.З.	542	Меденников В.И.	594
Кулабухов В.С.	161	Мельников Г.А.	199
Кулыгин В.Н.	511,513,553	Мерзликина Н.Е.	446
Кульцова М.Б.	568	Микрюков А.А.	201,204,206,248
Курапин А.В.	14	Микшина В.С.	495
Курбанмагомедов К.Д.	187	Минзов А.С.	576,578
Курганская Г.С.	71	Миронов А.В.	344
Лавренко К.В.	435	Михеев В.А.	233,235
Ланко А.А.	287	Михневич Н.Г.	347,344

Михнюк С.П.	269	Плетенев И.В.	495
Мищенко П.В.	209	Плюснин И.И.	351,355
Мкртчян В.С.	466	Пожидаева А.Е.	130
Молодцова Ю.В.	282	Полесский С.Н.	317,326,524
Монахова К.В.	506,507	Полосин В.Г.	163,221,601
Московченко С.И.	338	Потёмкин А.В.	441
Муад Х.М.	508	Приходько В.В.	358
Муравьев И.И.	217	Приходькова И.В.	16
Муратова Л.Г.	594	Прончев Г.Б.	582,584
Мурашкина Т.И.	424,46	Прончева Н.Г.	584
Муха Ю.П.	118,120,124,314	Проскуряков А.Ю.	148
Мырова Л.О.	499,501	Прошин А.А.	542,545
Надеждин Е.Н.	114	Пугачева О.В.	615
Невзоров Ю.В.	499	Пухов В.С.	169
Недопека А.С.	426	Рагузин А.С.	223
Немчинов П.Н.	428	Разумов Д.А.	586
Нефедов В.И.	508,54	Рахматулов Ф.К.	221
Нефедова И.С.	463	Рогозин К.И.	85,87
Никитин О.Р.	370	Рогозина И.В.	87
Никифоров А.С.	428	Романенко И.А.	590
Николаева В.А.	274	Романенко М. Д.	403
Новиков Н.Н.	580	Романенкова Д.Ф.	78
Новиков П.Г.	530	Романов А.А.	271,278
Носков А.Н.	386	Романов А.Ю.	49,97,80
Овчинников А.А.	211	Романов Ю. А.	80
Округин С.А.	620	Романова Т.Н.	259
Олейников Д.П.	213	Россовский Е.Л.	195
Ольхов Д.В.	548	Руднев Р.Ю.	568
Орлова О.Ю.	27	Савина Н.П.	592
Осипов А.Л.	215	Сайпулаева Г.А.	562
Острейковский В.А.	217	Сальников С.Г.	594
Оцоков Ш.А.	429,488	Сальникова Н.А.	596
Павлова Е.С.	9,10,16	Самойленко А.П.	226
Палагута К.А.	431,433	Самчук М.М.	89
Панасик Д.С.	266,504	Саушев А.В.	228
Панфилова Е.С.	394	Сафонова И.Е.	230,253,419,421,458
Панычев А.И.	153,435,437	Свабышев С.В.	274
Панычев С.А.	226	Сединин В.И.	538
Патрикеев А.П.	480	Седов Д.Д.	576
Пестряева С.Ю.	635	Секачѳв В. А.	120,124
Петров В.А.	344,347	Селезнева И.Г.	18,21
Пивкин А.В.	548	Семин В. Г.	235
Пименов П.Н.	501	Семин В.Г.	233
Пищухин А.М.	37,44	Сергеенков А.С.	221,163,601

Серебряков Д.И.	424	Тихонов Г.В.	607
Серов И. М.	403	Тодорев А.Н.	124,126
Сидашов А.В.	444	Торосян Ш.Г.	578
Сиделева Н.В.	410	Третьяк Л.Н.	362,61
Сидорин А.В.	239	Третьякова И.В.	582,584
Силаев В. М.	321	Трефилов Д.Н.	269,276,278
Сильченкова С.В.	69,82	Трефилов Н.А.	271,508
Синельников А.О.	446	Трушина В.П.	215
Ситников А.А.	85,87	Тупицин М.А.	473
Ситникова О.И.	89	Увайсов С.У.	62,351,449,519
Скоробогатов Р.Ю.	538	Удалов А.Ю.	424,46
Скуйбин Б.Г.	259	Усманов Т.А.	497
Смагина И.А.	91	Файнбург Г.З.	580
Смирнов В.М.	179	Федосеев С.В.	560,201,204,248
Соколова О.А.	95	Федотов К.Д.	185
Солдатенко И.С.	574	Филозова И.А.	613
Солдатов А.А.	449	Финогеев А.А.	463,466
Солдатов А.И.	449	Финогеев А.Г.	463,466
Соловьёв Д.Б.	93	Финогеев Е.А.	463
Соловьёва Т.И.	95	Фионова Л.Р.	466
Сорокин А.Б.	242	Фомина И.А.	499,501
Сорокин Д.С.	97	Хади О.Ш.	469
Сорокин П.В.	449	Хакимуллин Е.Р.	251,252
Сорокина Е.Н.	85	Халютин С.П.	472
Сотникова С.Ю.	176,244	Халютин О.С.	480
Софронова Н.В.	602	Харитонов И.А.	536
Спиридонов Р.С.	112	Харламов В.О.	473
Старусев А.В.	247	Харьков В.П.	475
Старых В.А.	211	Хворост Т.С.	11
Степанова Е.Г.	604	Хижняк И.А.	104
Столярчук А. С.	403	Хоменко И.И.	95
Судоргин С.А.	119	Христофорова А.Г.	428
Супонев Н.П.	574	Хунов Т.Х.	524
Сухова А. С.	18,21	Царенко А.В.	530
Сущик Д.М.	309	Цыганова Н.А.	253
Тагаев А.В.	621	Черемисина Е.Н.	576,578
Танатов М.К.	299	Чернов В.В.	478
Таньков Г.В.	294,306	Чернов П.С.	453,456
Тарасов П.С.	124	Чернодаров А.В.	480
Телегин А.М.	292	Чертков М.С.	495
Тельнов Г. Г.	100,458	Чесалин А.Н.	156
Тенсин В.Е.	355	Четвериков В.М.	615
Терешкова Л.К.	103	Чудинов И.Л.	620
Тетрашвили Е.В.	189	Чулков Н.А.	483

Чухров А.А.	578,578
Шабанов А.П.	256
Шагимуратов М.Д.	495
Шадрин А.С.	93
Шамец С.П.	60
Шахворостова Д.Н.	85
Шачнева Е.А.	424
Шашков Л.Э.	106
Шевляков А.С.	485
Шевченко Е.Н.	217
Ширапов Д.Ш.	178
Шпак А.В.	269,276,540
Шубин В.А.	278,276
Шубин И.И.	282
Шубникова И.С.	431,433
Щеглов Ю.А.	109
Щетинин Г.А.	259
Энатская Н.Ю.	251,252
Юрин А.И.	487
Юрков Н.К.	261,290,306,309
Юркова Е.М.	550
Юрова О.В.	424
Яговцев В.О.	165
Якимов А.Н.	290
Яковлев И.П.	530
Яньшев Д.Н.	85,87
Яшин Д.С.	296

ОГЛАВЛЕНИЕ

Симпозиум 1

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ОБРАЗОВАНИИ**

Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Авдеюк Д.Н. АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ С ОДАРЕННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....	9
Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Авдеюк Д.Н. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОДАРЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	10
Авдеюк О.А., Хворост Т.С., Авдеюк Д.Н. АКТУАЛЬНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ.....	11
Лемешкина И.Г., Гостевская О.В., Авдеюк О.А., Курапин А.В. РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ.....	14
Павлова Е.С., Авдеюк О.А., Лемешкина И.Г., Приходькова И.В. МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ....	16
Сухова А. С., Селезнева И.Г. УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ	18
Сухова А. С., Селезнева И.Г. КВЕСТ-ТЕХНОЛОГИИ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРАВОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	21
Литовкин Р.В., Орлова О.Ю. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ЧЕМПИОНАТОВ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МАСТЕРСТВУ WORLDSKILLS В ПРОВЕДЕНИИ ОЛИМПИАД И ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИТОГОВЫХ АТТЕСТАЦИЙ.....	27
Котельникова И.А. ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ .....	29
Захарова Ю.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ .....	31
Литовкин Р.В., Вертяков Д.Н. ИНФРАСТРУКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ МЕТАДАННЫХ С НОСИМЫХ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ .....	32
Анофрикова Н.С., Карпов Д.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ PIVIDEO В ОБРАЗОВАНИИ .....	35
Ахмедьянова Г.Ф., Пишухин А.М. ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОМЕРНОЙ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ .....	37
Батура В.П. ....	39
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПОДГОТОВКИ ТЕХНИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ.....	39

Главацкий С.Т., Бурыкин И.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NOSQL ПОДХОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	41
Грачев Н.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ И ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАНИЙ .....	43
Евчик Н.С. ВЕРБАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ НА РОДНОМ И ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКАХ ПРИ НАРУШЕННОЙ СЛУХОВОЙ ФУНКЦИИ – МИФЫ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ? .....	45
Жуков А.А., Коротаев А.Г. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА “ОСНОВЫ РАБОТЫ В СДО MOODLE” .....	46
Звездов Д.С., Романов А.Ю., Абрамешин Д.А. РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНЫХ СИСТЕМ КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ .....	49
Игнатъева Э.А. ПРОБЛЕМЫ НАРУШЕНИЯ СТИЛИСТИКИ И ГРАМОТНОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ МОЛОДЕЖИ .....	51
Карминская Т.Д. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ И РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ВЫПУСКНИКОВ С АКТИВНЫМ УЧАСТИЕМ РАБОТОДАТЕЛЕЙ .....	53
Катасонова Г.Р. К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ В РФ .....	56
Кириченко А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ SHARKY NEURAL NETWORK В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОСТИ ПЕРЦЕПТРОНА .....	58
Князева М.С., Шамец С.П. АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ – 2015: ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА .....	60
Коковин В.А., Евсиков А.А., Увайсов С.У. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ .....	62
Косякин Ю.В. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ	64
Косякин Ю.В. СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК СУБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ .....	67
Кошевенко С.В., Сильченкова С.В. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА .....	69
Курганская Г.С. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ОБЛАКАХ ИНТЕРНЕТ-ОБРАЗОВАНИЯ	71
Белкин В.Ю., Колесников М.Н., Левицкий Б.Е. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВУЗА .....	74

Лисова Е.А. ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ИНДУСТРИИ МОДЫ.....	76
Романенкова Д.Ф. К ВОПРОСУ О РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....	78
Romanov, Yu.A., Romanov, A.Yu. THE TRAINING COMPLEX FOR LEARNING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE (RFL) “V DOBRYI PUT’!” AND RFL COMPUTER-BASED TRAINING SYSTEM.....	80
Сильченкова С.В., Кошевенко С.В. ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА .....	82
Ситников А.А., Рогозин К.И., Винокуров С.Н., Сорокина Е.Н., Шахворостова Д.Н., Кузнецов С.И., Маерков А.О., Янышев Д.Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО АКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ОДНА ИЗ РЕАЛИЗАЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ ИКТ .....	85
Ситников А.А., Рогозин К.И., Рогозина И.В., Кузнецов С.И., Янышев Д.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ИКТ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	87
Ситникова О.И., Самчук М.М. СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) .....	89
Смагина И.А., Крылов В.М. НЕГОЭНТРОПИЙНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ .....	91
Соловьёв Д.Б., Шадрин А.С. ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС.....	93
Соловьева Т.И., Соколова О.А., Хоменко И.И. АКАДЕМИЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «ЛЕСТНИЦА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ» – ЭФФЕКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ .....	95
Сорокин Д.С., Романов А.Ю. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ПОВТОРЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ .....	97
Богодистова Е.С., Тельнов Г.Г. ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВИДЕОПОДСИСТЕМОЙ В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ .....	100
Терешкова Л.К. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА.....	103
Хижняк И.А. ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНЫЕ СРЕДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ЛИНГВОМЕТОДИКИ В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ.....	104
Шашков Л.Э. РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОДА СТУДЕНТОВ.....	106
Щеглов Ю.А. ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ОБУЧЕНИИ БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКЕ В СЕТЕВОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ШКОЛЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	109

Спиридонов Р.С.  
СИНТЕЗ УНИКАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КС-ГРАММАТИК В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ ..... 112

Наеждин Е.Н.  
СЕТЕВОЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ..... 114

Симпозиум 2

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ

Муха Ю.П., Авдеюк О.А.  
ОБЩИЙ ПОДХОД К БИМЕДИЦИНСКИМ ИЗМЕРЕНИЯМ ..... 118

Колесников Д.В., Судоргин С.А.  
ПРОВОДИМОСТЬ ИЗОГНУТЫХ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ПРИБЛИЖЕНИИ ДИРАКА ..... 119

Секачѳв В. А., Муха Ю.П., Авдеюк О.А.  
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ФРАГМЕНТА ИИС ..... 120

Секачѳв В. А., Муха Ю.П., Авдеюк О.А.  
ПРИМЕР РАБОТЫ АЛГОРИТМА БЛОЧНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФОРМУЛЫ, ЗАДАННОЙ В ВИДЕ СТРОКИ ..... 122

Тарасов П.С., Тодорев А.Н., Долгов К.О., Дятлов М.Н.  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ НА БАЗЕ САПР SOLIDWORKS ..... 124

Комаров Ю.Я., Долгов К.О., Тодорев А.Н., Дятлов М.Н.  
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЭТАПАХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ..... 126

Абалов Н.В.  
ОБ ОРГАНИЗАЦИИ И ФОРМАТЕ ХРАНЕНИЯ МОДЕЛТЕКИ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТ ВРЕМЕННОГО РЯДА ..... 128

Абрамешин А.Е., Белик Г.А., Пожидаева А.Е.  
НАНОПРОВОДЯЩИЕ ДИЭЛЕКТРИКИ. ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ТИПОВЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВАХ ..... 130

Абрамов О.В.  
ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ НАСТРОЙКИ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ..... 132

Авакян А.А., Копнѳнкова М.В.  
ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ СИСТЕМЫ АВИОНИКИ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ .... 134

Андреев Г.И., Летунов В.В., Ловцов Д.А.  
ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ..... 144

Андреева Д.В., Андреев Г.И.  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. .... 146

Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю., Белов А.А.  
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПЕРИОДА ДИСКРЕТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ФУНКЦИИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ..... 148

Бродский Ю.И. ПРОБЛЕМА ОПИСАНИЯ И СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ .....	151
Ваганова А.А., Паньчев А.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ СИГНАЛА БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ В ПОМЕЩЕНИИ.....	153
Гродзенский С.Я., Гродзенский Я.С., Чесалин А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ РАЗЛИЧЕНИЯ ГИПОТЕЗ О ПАРАМЕТРЕ ФОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА .....	156
Дианов В.Н. ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДОМИНАНТНЫХ СБОЕВ В ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ .....	158
Иванов Е.Б., Кулабухов В.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ.....	161
Бодин О.Н., Полосин В.Г., Иванчуков А.Г., Сергеенков А.С. СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СЕРДЦА В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ .....	163
Ивашов Е.Н., Яговцев В.О. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ .....	165
Катуева Я.В. ВЫБОР НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЛАСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ .....	167
Клевцов С.И., Пухов В.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ СГЛАЖИВАЮЩЕГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ .....	169
Клевцова А.Б., Иванов Д.А. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ .....	172
Клочков Ю.С. АНАЛИЗ КРИТЕРИЯ МОЩНОСТИ НАБЛЮДАЕМОСТИ УЧАСТНИКОВ В МЕТОДЕ «ЦЕНТР ОЦЕНКИ».....	173
Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ .....	176
Кравченко В.А., Ширапов Д.Ш. СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРАММАТИК.....	178
Краснов А.Е., Смирнов В.М. ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ МЕР СХОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ЗНАКОВ ПО ИХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ СПЕКТРАМ .....	179
Кропотов Ю. А. ЛОКАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АУДИООБМЕНА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	181
Кузнецов П.С., Федотов К.Д. МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	185

Курбанмагомедов К.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ С РАЗРЯДНО-МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ .....	187
Левченко М.Н. Тетруашвили Е.В. МЕТОД СУММАРНОЙ АПРОКСИМАЦИИ РЕШЕНИЯ СЕТОЧНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ.....	189
Ловцов Д.А., Лобан А.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ТЕЛЕКОНТРОЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ .....	192
Лоханин Е.К., Гараев Ю.Н., Россовский Е.Л., Глаголев В.А. К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ СИНХРОННЫХ МАШИН ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ.....	195
Губарев В.В., Ляшев Б.В. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАЧАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ НЕЧЕТКИХ С-СРЕДНИХ ....	198
Мельников Г.А. ОБ ИТЕРАТИВНОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ ДЕРЕВЬЕВ РЕГРЕССИИ .....	199
Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. ЗАДАЧА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ОПЕРАЦИЙ И АЛГОРИТМ ЕЕ РЕШЕНИЯ .....	201
Микрюков А.А., Беркетов Г.А., Федосеев С.В. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТЯХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ.....	204
Мачульский Е.В. Микрюков А.А. ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	206
Губарев В.В., Мищенко П.В. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	209
Овчинников А.А., Старых В.А. МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ ЗАДАЧ НА ОСНОВАНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	211
Олейников Д.П., Бутенко Л.Н.....	213
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭВРИСИН ДЛЯ СИНТЕЗА МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ .....	213
Осипов А.Л., Трушина В.П. КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	215
Острейковский В.А., Муравьев И.И., Шевченко Е.Н. ВРЕМЯ КАК ФАКТОР В ТЕОРИИ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА .....	217
Бодин О.Н., Полосин В.Г., Рахматулов Ф.К., Сергеев А.С., Иванчуков А.Г. МЕТОДЫ НЕИНВАЗИВНОЙ КАРДИОДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ .....	221

Рагузин А.С., Губанов Н.Г. ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ.....	223
Самойленко А.П., Паньчев С.А. МОДЕЛЬ КОММУТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БОРТОВОЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ...	226
Саушев А.В. МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	228
Сафонова И.Е. О ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ИНФОРМАЦИИ.....	230
Михеев В.А., Семин В.Г. МЕТОД АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	233
Михеев В.А., Семин В.Г. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕТОДА АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КЛАССЕ СИСТЕМ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ..	235
Сидорин А.В. МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА МЕЖПРОЦЕДУРНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗЮМЕ ДЛЯ МЕТОДА СИМВОЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ.....	239
Сорокин А.Б. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ АКТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	242
Сотникова С.Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	244
Старусев А.В. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ МЕТОД К ОЦЕНКЕ АДЕКВАТНОСАТИ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ.....	247
Федосеев С.В., Микрюков А.А., Беркетов Г.А. ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КАК К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ.....	248
Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПЕРЕЧИСЛИТЕЛЬНОЙ КОМБИНАТОРИКИ.....	251
Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. КОМБИНАТОРНЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПОДСТАНОВОК ЗАДАННЫХ ЦИКЛОВЫХ СТРУКТУР.....	252
Сафонова И.Е., Желенков Б.В., Голдовский Я.М., Цыганова Н.А. ПОДСИСТЕМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК КОРПОРАТИВНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ.....	253
Шабанов А.П. ПРЕВЕНТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	256
Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г., Щетинин Г.А. ШИФРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ТАЛБОТА.....	259

Юрков Н.К. МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКА ОТКАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ.....	261
Лышов С.М., Королев П.С., Иванов О.А., Панасик Д.С. СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	266
Шпак А.В., Дементьев А.Н., Трефилов Д.Н., Михнюк С.П. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПЛОСКИХ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕНН.....	269
Романов А.А., Дементьев А.Н., Трефилов Н.А., Викторов А.С., Копсяев Д.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМЕР МИКРОВОЛНОВОГО НАГРЕВА.....	271
Козловский И.Б., Свабышев С.В., Николаева В.А., Колесников С.М., Ершов В.Ю. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОПОЛОСКОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ В СРЕДЕ CSTMWS .	274
Шпак А.В., Викторов А.С., Трефилов Д.Н., Шубин В.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ РАДИОВОЛН ОТ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	276
Викторов А.С., Трефилов Д.Н., Дементьев А.Н., Шубин В.А., Романов А.А. ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	278
Горюнова В.В., Горюнова Т.И. МЕТОДЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И АГРЕГИРОВАНИЯ КОНТЕНТА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	280
Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Молодцова Ю.В., Шубин И.И. ПРОФИЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СТРУКТУРЕ КОНТЕНТ-ЗАПРОСОВ.....	282
Бростилов С.А., Бростилова Т.Ю., Бекбаулиев А.О. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОТРАЖЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ТОНКОЙ ГРАДИЕНТНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЕ.....	284
Волкова Л.Л., Ланко А.А. МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ СТИЛЮ.....	287
Юрков Н.К., Якимов А.Н. МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	290
Телегин А.М., Буц В.П., Затылкин А.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОД ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕЙ.....	292
Таньков Г.В., Калашников В.С., Лысенко А.В. ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С НАВЕСНЫМИ ЭРЭ.....	294
Затылкин А.В., Бушмелев П.Е., Яшин Д.С. ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО МЕТОДА К АНАЛИЗУ ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ УПРУГИХ ОДНОРОДНЫХ ПЛАСТИН.....	296
Гришко А.К., Кочегаров И.И., Танатов М.К. СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЕТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ РАЗНОТИПНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	299

Гришко А.К., Кочегаров И.И., Каракулов Е.С. АЛГОРИТМ ВЕРИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ.....	301
Гришко А.К., Кочегаров И.И., Бекниязов Н.А. ЭКСПЕРТНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	304
Голушко Д.А., Таньков Г.В., Юрков Н.К. СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ АМПЛИТУДОЙ РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БРЭА.....	306
Годунов А.И., Сущик Д.М., Юрков Н.К. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧ ОЦЕНИВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЛЁТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	309
Комаров Ю.Я., Кудрин Р.А., Лифанова Е.В., Дятлов М.Н. ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ВОДИТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКОГО АВТОТРАНСПОРТА .	312
Муха Ю.П., Королева И.Ю. ПРИНЦИП ВЫБОРА СТРУКТУРНО - АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПТИМУМА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	314
Иванов И.А., Королев П.С., Полесский С.Н. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА РЕСУРС ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ	317

Симпозиум 3  
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Алексеев И.В., Лукьянов А.В., Захарова М.Н. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХЗВЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ОБЛАЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ .....	319
Aminev D.A., Zhurkov A.P., Silaev V.M. OVERVIEW OF U.S. PATENTS FOR RADIO DIRECTION FINDING.....	321
Амирханова Р.Г. ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ДАННЫХ В ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД.....	324
Артюхова М.А., Полесский С.Н. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАДИАЦИИ .....	326
Ашарина И. В., Лобанов А.В. РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ СИСТЕМНОГО СОГЛАСОВАНИЯ В МНОГОКОМПЛЕКСНЫХ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	330
Бадеева Е.А. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ.....	332
Белоусов А.В., Московченко С.И., Гребеник А.Г., Кошлич Ю.А. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	335

Бабенко В.П., Битюков В.К. СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРАЙВЕРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ EWB ..	338
Бабенко В.П., Битюков В.К. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПО ЕГО СПРАВОЧНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ В СИСТЕМЕ EWB.....	340
Бабенко В.П., Битюков В.К. СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРОВ В СИСТЕМЕ EWB.....	342
Битюков В.К., Миронов А.В., Михневич Н.Г., Петров В.А. АЛГОРИТМ РАБОТЫ МИКРОСХЕМЫ РЕГУЛИРУЕМОГО СТАБИЛИЗАТОРА МАХ1759 В РЕЖИМЕ ПОНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ.....	344
Битюков В.К., Иванов А.А., Михневич Н.Г., Петров В.А. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОДАВЛЕНИЯ ПУЛЬСАЦИЙ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ МИКРОСХЕМАМИ ЛИНЕЙНЫХ ПОНИЖАЮЩИХ СТАБИЛИЗАТОРОВ .....	347
Бондарев В.Г. ПОСАДКА ВЕРТОЛЕТА НА НЕПОДГОТОВЛЕННУЮ ПЛОЩАДКУ .....	349
Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Бушмелева К.И., Плюснин И.И. МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГАЗОПРОВОДОВ .....	351
Бушмелева К.И., Тенсин В.Е., Бушмелев П.Е., Плюснин И.И. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕДЯНОЙ ПРОБКИ В ПРОЦЕССЕ ИСТЕЧЕНИИ ГАЗА ИЗ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА.....	355
Веселов М.В., Приходько В.В. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАРТФОНА В КАЧЕСТВЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРА ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ .....	358
Выскуб В.Г. ОСОБЕННОСТИ МНОГОРЕЖИМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНЫМ СКАНАТОРОМ .....	360
Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. НОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	362
Богачёв К.А., Глухов П.А. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОБЛАСТИ ЗА ВИДЕОМОНИТОРОМ.....	364
Гродзенский С.Я., Калачева Е.А. УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ – МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ.....	366
Володина М.В. Гродзенский Я.С. ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОСТАВЩИКОВ .....	368
Давыдов Н.Н., Гулин А.С., Давыдов Н.Н., Никитин О.Р. СРЕДСТВА ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ СОСТАВОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕГОНЕ.....	370
Домрачева А.Б., Кудеров П.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТРЕХМЕРНОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОНОКУЛЯРНОЙ КАМЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЧЕК СХОЖДЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ .....	374

Абрамешин А.Е., Жаднов В.В. ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ .....	377
Жаднов В.В. АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ .....	380
Давидов А.О., Жмуров Б.В. ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ .....	382
Занин А.О., Бушмелева К.И. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОВЫМИ ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЕЛЬНЫМИ .....	384
Алексеев И.В., Захарова М.Н., Носков А.Н., Лукьянов А.В. ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ.....	386
Иванов А.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ МАЛЫХ АНТЕНН.....	388
Иванов И.А., Иванов О.А. АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ ЭЛЕМЕНТА СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	391
Ивашов Е.Н., Панфилова Е.С. ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКРАНОВ ЦВЕТНЫХ КИНЕСКОПОВ .....	394
Касьян К.Н., Касьян Н.Н. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ .....	396
Кечиев Л.Н., Крючков Н.М., Кузнецов В.В. СИМУЛЯТОР QUCS: ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ .....	398
Колганов А.А. ОБЗОР ПАТЕНТОВ США ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ РАДИООХРАННЫМ СИСТЕМАМ .....	400
Столярчук А. С., Коробов А. В., Серов И. М., Зубков А. В., Романенко М. Д. МЕТОДИКА КОСВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕЗЕРВА ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ.....	403
Кузьменко Н.А., Максимов А.В. МОДУЛЬ СЪЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФА.....	405
Лисовой А.А. ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ SAP HANA.....	407
Дрейзин В.Э., Логвинов Д.И., Сиделева Н.В., Гримов А.А. КОНТРОЛЬ КОНТЕЙНЕРОВ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПО ИЗМЕРЕННОМУ СПЕКТРУ ВЫХОДЯЩЕГО ЗА ПРЕДЕЛЫ ОБОЛОЧКИ КОНТЕЙНЕРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЮ .....	410
Логвинов Д.И., Дрейзин В.Э. СОЗДАНИЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ .....	412

Дрейзин В.Э., Гримов А.А., Логвинов Д.И. РАЗРАБОТКА НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	414
Григорьев О.И., Лехин С.Н., Лондиков В.А. СИНХРОНИЗИРУЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....	416
Лотоцкий А.Д., Сафонова И.Е. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СЕТИ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	419
Мастюгин М.Ю., Сафонова И.Е. ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАННЫХ В КЭШ-ПАМЯТИ ПОЛНОСТЬЮ АССОЦИАТИВНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ .....	421
Мурашкина Т.И., Истомина Т.В., Серебряков Д.И., Юрова О.В., Удалов А.Ю., Шачнева Е.А. УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОПТИКО- МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УГЛОВ И РАСХОДА ЖИДКОСТИ.....	424
Недопека А.С., Бушмелева К.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DLP СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК .....	426
Никифоров А.С., Христофорова А.Г., Немчинов П.Н. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	428
Оцоков Ш.А. О СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	429
Алексеев А.А., Бебенин В.Г., Крюков А.И., Палагута К.А., Шубникова И.С. ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ РОБОТОТЕЛЕЖКИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В НЕДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ СРЕДЕ.....	431
Палагута К.А., Шубникова И.С. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЯ И ЗДАНИЯ КЛАССА «УМНЫЙ ДОМ» .....	433
Панычев А.И., Лавренко К.В. ОБУЧАЮЩАЯ ДИАГРАММА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ СПУТНИКОВОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ..	435
Панычев А.И., Максимов А.В., Ваганова А.А. АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ МОБИЛЬНОГО РАДИОПЕЛЕНГАТОРА.....	437
Пищухин А.М. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА С РАЗНОВРАЩАЮЩИМИСЯ КОРОНКАМИ С ЗАБОЕМ.....	440
Потёмкин А.В., Горшков П.С. ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ...	441
Колесников И.В., Сидашов А.В., Колесников В.И., Мантуров Д.С. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА КОНТАКТЕ .....	444
Мерзликина Н.Е., Синельников А.О. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЧАСТКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	446

Солдатов А.И., Солдатов А.А., Сорокин П.В., Ким О.Х., Увайсов С.У. КОМПЛЕКС ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ .....	449
Бардин В.А., Васильев В.А. МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПЬЕЗОАКТЮАТОРА.....	451
Белозубов Е.М., Васильев В.А., Чернов П.С. ПРИМЕНЕНИЕ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ .....	453
Васильев В.А., Чернов П.С. СТОХАСТИЧЕСКАЯ СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ .....	456
Сафонова И.Е., Тельнов Г.Г., Говорухина К.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАНИЯ КЭШ-ПАМЯТИ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MESI .....	458
Удалов А.Ю., Мурашкина Т.И., Бадеева Е.А., Конин Е.Н. НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УГЛОВ .....	460
Бершадский А.М., Нефедова И.С., Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Финогеев Е.А. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИЩЕННОГО СБОРА, ОБРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В SCADA СИСТЕМАХ.....	463
Мкртчян В.С., Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Фионова Л.Р. МОНИТОРИНГ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ В СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ОБЛАЧНО-ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	466
Хади О.Ш., Литвинов А.Н. КОНСТРУКТОРСКО -ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСБОРОК ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....	469
Халютин С.П. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ САМОЛЁТ: ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ .....	472
Харламов В.О., Крохалев А.В., Тупицин М.А., Кузьмин С.В., Лысак В.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ПОЛУЧЕННЫХ ВЗРЫВНЫМ ПРЕССОВАНИЕМ ПОРОШКОВ КАРБИДА ХРОМА С ТИТАНОМ.....	473
Харьков В.П. МЕТОД КООРДИНАТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ.....	475
Чернов В.В., Летунов В.В., Андреев Г.И. АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ БОРТОВОГО АНТЕННОГО КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ ПРИ КОСМИЧЕСКОЙ РЕТРАНСЛЯЦИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В АСУ ОК СДО .....	478
Чернодаров А.В., Патрикеев А.П., Халютин О.С. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ .....	480
Искандеров Г.А., Чулков Н.А., Деренок А.Н. ОРГАНИЗАЦИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ.....	483

Шевляков А.С., Андреева Д.В., Андреев Г.И. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПОТОКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ВНУТРИ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА.....	485
Юрин А.И., Злодеев Г.Ю. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ БЕСКОНТАКТНОГО ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА.....	487
Оцоков Ш.А. О СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	488
Клевцов С.И., Буринов С.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГРУЗОВ НА СКЛАДЕ .....	490
Микшина В.С., Ельмендеев А.П. СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С ПРИЕМА ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ.....	493
Ключников А.В., Плетенев И.В., Чертков М.С., Шагимурастов М.Д. ПОРТАТИВНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОТЛАДКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С НОСИТЕЛЕМ .....	495
Усманов Т.А. АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ.....	497
Мырова Л.О., Невзоров Ю.В., Фомина И.А. ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМОМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЯ .....	499
Мырова Л.О., Пименов П.Н., Фомина И.А. СРЕДСТВО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХКОРОТКОИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ, И УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ .....	501
Панасик Д.С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРИЖАТИЯ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ К ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТУ .....	504
Монахова К.В. СОГЛАСОВАНИЕ УРОВНЕЙ В УСТРОЙСТВАХ РОБОТОТЕХНИКИ.....	506
Монахова К.В. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА .....	507
Трефилов Н.А., Нефедов В.И., Ершов А.В., Колесников С.М., Муад Х.М. МАЛОГАБАРИТНЫЕ АНТЕННЫ В УСТРОЙСТВАХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ.....	508
Лушпа И.Л., Кулыгин В.Н. УТОЧНЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРУБОК ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ.....	511
Кулыгин В.Н., Жаднов В.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ФАЙЛА ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ПРОЕКТА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ДОЛГОВЕЧНОСТИ.....	513
Королев П.С. ПРОТОТИП УСТРОЙСТВА КОММУТАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА И NI MYRIO .....	515

Коковин В.А., Дягилев В.И., Увайсов С.У. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	519
Кокин Н.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ КОМПОНЕНТОВ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСКОНТАКТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	520
Хунов Т.Х., Полесский С.Н. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	524
Ивашкевич Э.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	526
Иванов Е.Б. АЛГОРИТМЫ РЕКОНФИГУРАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ L-NET.....	528
Егоров А.М., Новиков П.Г., Царенко А.В., Яковлев И.П. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ПОДДЕРЖКОЙ С ПОДДЕРЖКОЙ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА .....	530
Жаднов В.В. ОЦЕНКА ПЕРВИЧНЫХ МЕЖПОВЕРОЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	533
Болдарев Б.М., Харитонов И.А. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ТЕПЛОВИДЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛА МОЩНОГО МОП-ТРАНЗИСТОРА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЕГО ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ..	536
Сединин В.И., Скоробогатов Р.Ю. ВНЕДРЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО АВАТАРА В СРЕДУ ВИРТУАЛЬНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СТУДИИ ...	538
Шпак А.В., Берикашвили В.Ш., Нефедов В.И., Дементьев А.Н., Викторов А.С. ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ И ТОЧНОСТИ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В СПУТНИКО-КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЗОНДИРОВАНИЯ И СВЯЗИ.....	540
Прошин А.А., Куйшибаев Т.З., Горячев Н.В. СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ .....	542
Прошин А.А., Апендин М.А., Горячев Н.В. ЗАЩИТА КАБИНЫ ПИЛОТА САМОЛЕТА AIRBUS A320 .....	545
Ольхов Д.В., Пивкин А.В., Голушко Д. А. ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ЦИФРОВЫХ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ И НЕПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.....	548
Затылкин А.В., Кузина Е.А., Юркова Е.М. К ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРУЖИННОГО ПОДВЕСА .....	550
Жаднов В.В., Кулыгин В.Н., Лушпа И.Л. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ....	553
Калаев М.П., Герасимов О.Н., Лысенко А.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИИ.....	555

Симпозиум 4

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

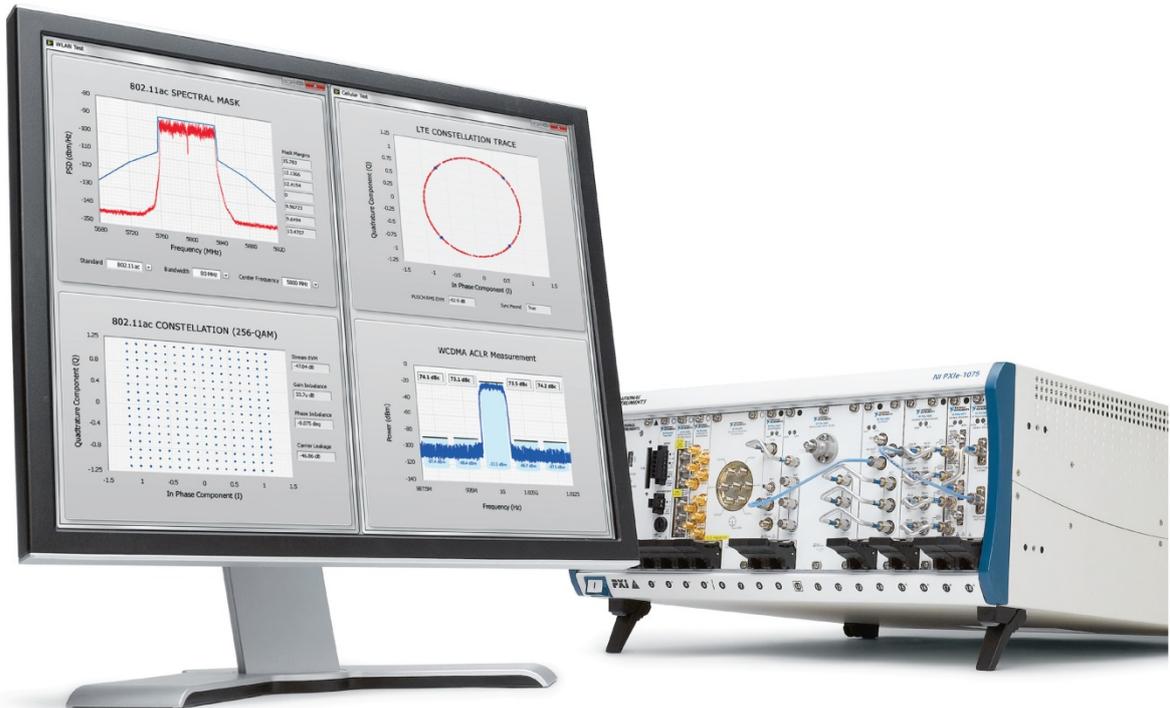
Бердичевский Е.Г. КОМПЬЮТЕРНАЯ АНИМАЦИЯ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКЛАМЫ.....	558
Велингурский В.А., Федосеев С.В. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	560
Дандамаев А.У., Сайпулаева Г.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АПРИОРНОЙ И АПОСТЕРИОРНОЙ ОЦЕНКИ ТРУДОЗАТРАТ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА .....	562
Егоров Н.Е., Жебсаин В.В., Ковров Г.С. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ.....	563
Кравец А.Г., Белов А.Г. РАСШИРЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БИЗНЕСА: СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ .....	566
Руднев Р.Ю., Кульцова М.Б., Жукова И.Г. ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ОТХОДАМИ НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	568
Макарова Е.П.....	571
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В ИННОВАЦИОННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ .....	571
Солдатенко И.С., Супонев Н.П., Медведева О.Н. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ПО НАУКЕ.....	574
Минзов А.С., Седов Д.Д., Черемисина Е.Н., Чухров А.А. МЕХАНИЗМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ .....	576
Минзов А.С., Торосян Ш.Г., Черемисина Е.Н., Чухров А.А. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ .....	578
Ворошилов С.П., Ворошилов А.С., Новиков Н.Н., Файнбург Г.З. ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА .....	580
Прончев Г.Б., Лонцов В.В., Третьякова И.В. СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ ИНТЕРНЕТА КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ МОЛОДЕЖИ.....	582
Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А., Прончева Н.Г., Третьякова И.В. НОВАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ .....	584
Разумов Д.А., Давыдов Н.Н. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ВЕБ-РЕСУРСА КОМПАНИИ .....	586
Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. НАЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛЕЙ AGLINK-COSIMO.....	590

Савина Н.П., Мазнев В.А. РОЛЬ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТАНОВЛЕНИИ ГРАНТ-МЕНЕДЖМЕНТА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ МЕДИЦИНСКОГО ПРОФИЛЯ .....	592
Меденников В.И., Луппов В.В., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ .....	594
Астафурова О.А., Сальникова Н.А., Лопухов Н.В. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ .....	596
Бодин О.Н., Полосин В.Г., Кузьмин А.В., Сергеевков А.С. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ .....	601
Софронова Н.В. НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИТ-ОТРАСЛИ В РЕГИОНЕ .....	602
Кокорев А. И., Степанова Е.Г. ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА РЫНОК ТРУДА ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	604
Тихонов Г.В., Грачев Н.Н. ЭКОНОМИКА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ И ИНОСТРАННЫЕ ИНВЕСТИЦИИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ .....	607
Третьяк Л.Н. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИВА С ЗАДАННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ .....	610
Добрынин В.Н., Филозова И.А. АДАПТИВНЫЕ ЛОГИКО-СЕМАНТИЧЕСКИЕ СЕТИ «ВОПРОС-ОТВЕТ-РЕАКЦИЯ» — МЕХАНИЗМ РАСШИРЕНИЯ И УГЛУБЛЕНИЯ ЗНАНИЙ .....	613
Четвериков В.М., Пугачева О.В. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО САЛЬДО СЧЕТА ТЕКУЩИХ ОПЕРАЦИЙ ПЛАТЕЖНОГО БАЛАНСА В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ.....	615
Чудинов И.Л., Гарганеева А.А., Округин С.А., Боброва Ю.В., Борель К.Н. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОГО ОСТРОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА .....	620
Баранов А.В., Андриянчик Р.В., Тагаев А.В. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ (МУНИЦИПАЛЬНЫХ) УСЛУГ ПО «ЖИЗНЕННЫМ СИТУАЦИЯМ»: ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ.....	621
Крючков В.Г. ЖЕНСКИЙ ЭКСТРЕМИЗМ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ КАК ПОСЛЕДСТВИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ЭКСТРЕМИЗМА.....	624
Зиядова Д.З. ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ЭКСТРЕМИЗМА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.	626
Медведев Г.Г. ВЛИЯНИЕ ЭКО-ТЕНДЕНЦИЙ БУДУЩЕГО НА РАЗВИТИЕ EVENT-ДИЗАЙНА .....	628

Золотова Е. МАРЖИНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВАЛЮТ ВЕНЕСУЭЛЫ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ .....	630
Ветрова В.В., Гургов Б.Ш. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПО УЧЕТУ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЯ .....	632
Адухов М.Х. ДЕТЕРМИНАНТЫ НЕЗАКОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ (СОЗДАНИЯ, РЕОРГАНИЗАЦИИ) ЮРИДИЧЕСКОГО ЛИЦА И НЕЗАКОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ (СОЗДАНИЯ, РЕОРГАНИЗАЦИИ) ЮРИДИЧЕСКОГО ЛИЦА .....	634
Пестряева С.Ю. РОССИЯ НА ПУТИ К ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ МАГИСТРАЛЯМ. РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ - АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ГЛОБАЛИЗАЦИИ .....	635

# Новый подход к СВЧ измерительной технике

на базе открытого ПО и модульных приборов



Увеличьте скорость, точность и гибкость Вашего СВЧ приложения с помощью открытого программного обеспечения и модульного оборудования National Instruments. В отличие от традиционных приборов, быстро устаревающих с приходом новых технологий, разработка систем с ПО NI LabVIEW вместе с оборудованием NI PXI предоставляет новейшие достижения компьютерных шин, процессоров и ПЛИС к Вашим услугам.

## « БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ »

National Instruments поддерживает множество беспроводных стандартов, включая:

802.11a/b/g/n/ac	LTE
CDMA2000/EV-DO	GSM/EDGE
WCDMA/HSPA/HSPA+	Bluetooth

>> Подробнее на [ni.com/define](http://ni.com/define)

+7 (495) 7836851



# Стандарт 5G ждёт своих первооткрывателей.

Мы поможем вам стать ими.

В самом ближайшем будущем 5-е поколение беспроводной связи станет реальностью. Этот прорыв в технологии позволит передавать данные со скоростью в 100 раз выше, чем сегодня это возможно в сетях 4G. Добиться таких скоростей, однако, будет не так-то просто. Понадобятся новые идеи, гениальные открытия и инновации, чтобы решить грандиозные технические задачи. Мы поможем! Компания Keysight первая на рынке разработала наиболее полную библиотеку 5G-сигналов, которая позволяет значительно упростить разработку стандарта за счёт итеративного процесса, задействующего измерительное оборудование Keysight.



## HARDWARE + SOFTWARE + PEOPLE = 5G INSIGHTS

- Тестирование и верификация сигналов 5G
- Программные платформы и приложения для всего спектра приборов 5G
- Комбинация программных решений и приборов для всех стадий разработки устройств и сетей 5G
- Первая в отрасли, самая обширная библиотека 5G-сигналов

Библиотека Keysight 5G Baseband Exploration для CAPE SystemVue  
Первая в отрасли библиотека 5G для разработчиков



ПО для создания сигналов Keysight N7608B Signal Studio для нестандартной модуляции



Анализатор сигналов Keysight N9040B серии LXA с ПО векторного анализа сигналов 89600 и интеллектуальным смесителем M1971E



ПО векторного анализа сигналов Keysight 89600 VSA

Осциллограф Keysight Infinium DSOZ634A с ПО векторного анализа сигналов 89600



Векторный генератор сигналов Keysight E8267D серии PSG



Генератор сигналов произвольной формы Keysight M8190A

Высокоскоростной дигитайзер/ широкополосный цифровой приемник Keysight M9703A



Решение Keysight в формате PXI для тестирования MIMO  
Векторный генератор сигналов M9381A и векторный анализатор сигналов M9391A в формате PXI для 8x8 фазо-когерентных измерений MIMO

СВЧ-анализатор цепей Keysight N5247A серии PNA-X, 67 ГГц

Повышающий преобразователь частоты Keysight N5152A 5 ГГц/60 ГГц  
Понижающий преобразователь частоты Keysight N1999A 60 ГГц/5 ГГц

Загрузите нашу брошюру «Генерация и анализ сигналов 5G» по ссылке:  
[www.keysight.com/find/5G-Insight](http://www.keysight.com/find/5G-Insight)



8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

© Keysight Technologies, Inc. 2015



Unlocking Measurement Insights



Российское Агентство  
развития информационного общества

Российское Агентство развития информационного общества создано в 2008 году по инициативе членов и постоянных экспертов Рабочей группы Общественной палаты РФ по развитию информационного общества.

Цель организации - содействие развитию информационного общества и гражданских инициатив в среде пользователей информационных услуг, распространение «лучших практик» создания элементов информационного общества, повышение информационной грамотности и формирование информационной культуры в обществе.

Основные проекты РАРИО:

Международный Фестиваль «ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ!»

[www.mfeb.ru](http://www.mfeb.ru)

Всероссийское детско-юношеское и молодежное тимуровское (добровольческое) движение. Направление – «Тимуровцы информационного общества»

[www.TimurInform.ru](http://www.TimurInform.ru)

Всероссийская программа обучения компьютерной грамотности «КиберЛИКБЕЗ»

[www.KiberLikbez.ru](http://www.KiberLikbez.ru)

Ежегодный международный конкурс интернет-проектов «Золотая паутина»

[www.goldweb.tv](http://www.goldweb.tv)

Проект «ИнформАнализ». Исследование готовности граждан к активной жизни в информационном обществе (совместно с РАН)

[www.rario.ru](http://www.rario.ru)

Национальная премия за вклад в развитие информационного общества в Российской Федерации

[www.RioPremia.ru](http://www.RioPremia.ru)

Приглашаем к сотрудничеству государственные структуры, коммерческие и общественные организации, заинтересованные в проведении мероприятий и реализации совместных проектов.

Подробная информация на сайте: [www.rario.ru](http://www.rario.ru)

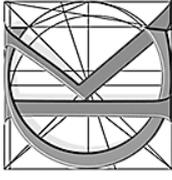
**Адрес РАРИО:** 125009, Москва, Тверская ул., д. 12, стр. 8

**Адрес для корреспонденции:** 125009, Москва, Газетный пер. 1/12, стр. 6, оф. 59

**Электронный адрес приемной:** [info@rario.ru](mailto:info@rario.ru)

**Телефон/факс:** +7 (495) 995 9106

# Для тех, кто сделал ставку на качество!



РИА  
СТАНДАРТЫ  
И КАЧЕСТВО

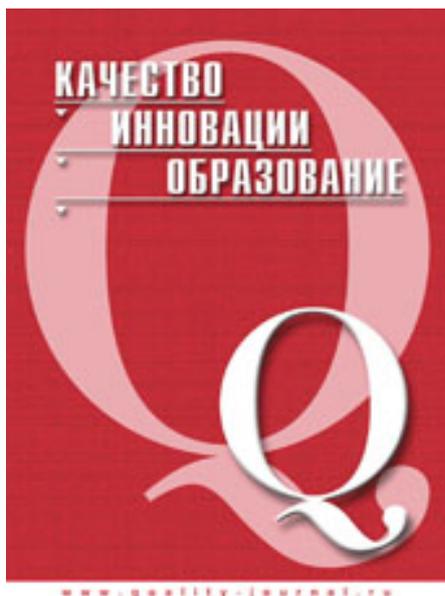
- **Техническое регулирование**
- **Стандартизация**
- **Метрология**
- **Сертификация**
- **Управление качеством**
- **Экология**

Книги, журналы, справочники, директивы ЕС, классификаторы, учебные пособия, нормативные документы, информационные продукты и услуги



РИА «СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО»

Адрес для переписки: а/я 21, Москва, 115114  
Адрес: 2-я ул. Машиностроения, д. 17а, стр. 1, Москва, 115088  
Тел.: (095) 506 8029, 177 8768, 771 6652. Факс: (095) 177 8467, 771 6653  
Интернет-магазин: [www.mirq.ru](http://www.mirq.ru), [www.stq.ru](http://www.stq.ru) E-mail: [podpiska@mirq.ru](mailto:podpiska@mirq.ru)



#### Тематика журнала

- Подготовка специалистов в области менеджмента качества.
- Инновационный менеджмент.
- Менеджмент и системы качества образовательных учреждений.
- Контроль качества образовательного процесса.
- Интеллектуальная собственность и защита информации.
- Информационные технологии в менеджменте качества и инновационном менеджменте.
- Хроника (конференции, семинары, симпозиумы, анонсирование предстоящих мероприятий).

Журнал включен в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

---

#### АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ

109028, Москва, Большой Трехсвятительский пер., д. 3.

Тел/факс: (495) 917-18-13

E-mail: [nii@miem.edu.ru](mailto:nii@miem.edu.ru)

<http://www.quality-journal.ru>



---

#### Тематика журнала

- Качество: руководство, управление, обеспечение
- Комплексные проблемы качества: опыт передовых предприятий
- Качество окружающей среды
- Теория и практика контроля, измерений, испытаний и диагностики
- Приборы, методы и технологии
- Технический контроль на предприятиях
- Информационная интеграция жизненного цикла изделий и модели продукции
- Технология управления данными об изделии
- Интегрированная логистическая поддержка
- Интерактивные электронные технические руководства
- Внедрение ИПИ (CALS)-технологий
- Экономика и управление
- Нормативные и методические материалы
- Информация и хроника

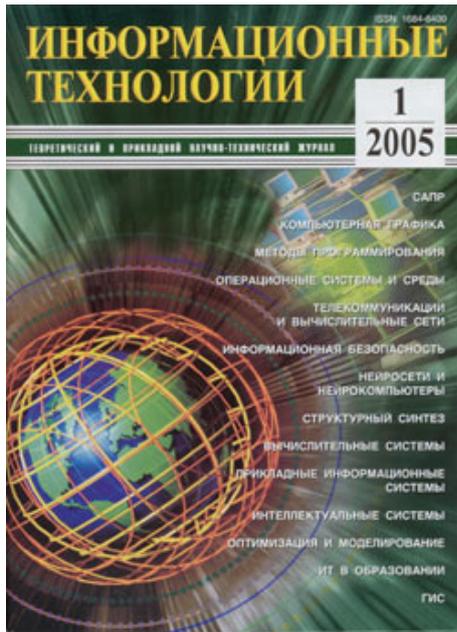
#### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

109028, РФ, Москва, Большой Трехсвятительский пер., д. 3.

по вопросам подписки обращаться по телефонам: (495) 917-18-13, 916-88-04

E-mail: [nii@miem.edu.ru](mailto:nii@miem.edu.ru); [editor-office@mtu-net.ru](mailto:editor-office@mtu-net.ru)

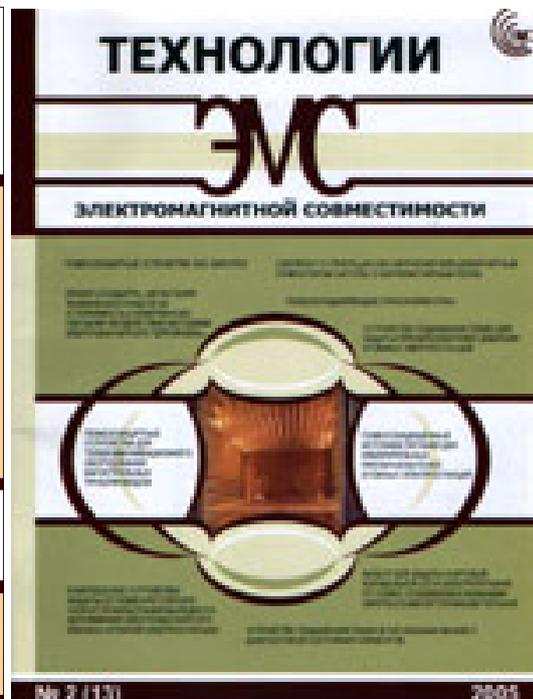
<http://www.quality-journal.ru>



АДРЕС РЕДАКЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ И ПОДПИСЧИКОВ  
107076, г. Москва, Стромьинский пер., 4  
Телефоны: (495) 269-53-97, 269-55-10  
Факс: (495) 269-55-10  
E-mail: it@novtex.ru

Журнал «Информационные технологии» является одним из основных отечественных периодических научно-технических изданий в области информационных технологий, автоматизированных систем и использования информатики в различных приложениях.

Журнал включен в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.



АДРЕС РЕДАКЦИИ  
ООО Издательский Дом «Технологии»  
123060, Москва, ул. Расплетина, д.5, НИЦ «СНИИП»  
Телефон: (495) 946-9888, 748-5072. E-mail: techno@sniip.ru; stas@sniip.ru

Журналы включены в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.



**«Тяжелое машиностроение»** ([www.tiajmash.ru](http://www.tiajmash.ru)) – ежемесячный научно-технический и производственный журнал, ведущий печатный орган отраслей тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения. Журнал входит в Перечень ВАК научных периодических изданий и включен в систему Российского индекса научного цитирования.

Подписные индексы:  
по каталогу агентства

"Роспечать" – **71109**;

по объединенному каталогу  
«Пресса России» – **46326**

**ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ**  
см. в Научной электронной  
библиотеке [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)



# Системный администратор

ежемесячный журнал [www.samag.ru](http://www.samag.ru)

**Справка о журнале «Системный администратор» + бизнес-приложение «БИТ»**

**Отрасль: Информационные технологии**

Журнал «Системный администратор» – издание, цель которого – предоставление максимально полной и объективной информации о решениях, продуктах и технологиях современной ИТ-отрасли.

Издается с октября 2002 года.

Включен в Российский индекс научного цитирования - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Главная задача издания – популяризация лучших разработок ИТ-специалистов разных стран. Девяносто процентов статей в журнале носят прикладной характер, снабжены примерами, таблицами, графическим материалом. Информация, опубликованная в издании, остается актуальной в течение нескольких лет. Именно поэтому журнал «Системный администратор» является настоящим пособием для ИТ-отдела, отвечающего за развитие и функционирование ИТ-системы в компании.

**«БИТ. Бизнес & Информационные технологии»** – бизнес-приложение для руководителей и топ-менеджеров компаний, предприятий и организаций различных видов собственности. Выходит вместе с каждым номером журнала «Системный администратор», начиная с октября 2010 года. Объем – 32 журнальные полосы.

Тематика статей – экономика и инвестиции в ИТ, анализ и обзор корпоративных решений, услуг и бизнес-технологий, предлагаемых зарубежными и отечественными системными интеграторами и вендорами на российском ИТ-рынке.

Каждый выпуск «БИТа» имеет основную тему. Кроме обзорных и аналитических статей номер содержит материалы прикладного характера, которые описывают технологию и экономический эффект от внедрения различных ИТ-продуктов.

Аудитория наших изданий – предприятия и организации всех направлений деятельности. Это промышленность, крупный, средний и малый бизнес, банки и страховые компании, государственные организации, телекоммуникации, здравоохранение, образование, туризм и спорт.

Издания распространяются по подписке, как в России, так и в странах ближнего зарубежья. Есть электронная версия, которая доступна всем желающим в любой точке мира. Также «Системный администратор» + «БИТ» можно приобрести в розницу и на ИТ-мероприятиях в России. Для тех, кто хочет читать издания на планшете, есть приложения под все мобильные платформы.

## Распространение

### По миру:

Россия – 86% . СНГ – 13%. Остальные страны – 1%

### По округам РФ:

Северо-Западный – 15%  
Центральный – 25%  
Южный – 10%  
Северо-Кавказский – 5%  
Приволжский – 20%  
Уральский – 10%  
Сибирский – 15%

## Паспорт издания

Регистрационное свидетельство Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций ПИ № 77-12542 от 24 апреля 2002 г.

### Издатель

Общество с ограниченной ответственностью «Синдикат 13»

### Выходит

С октября 2002 г.

### Тираж

17000 экз.

### Периодичность

10 раз в год. Два номера сдвоенные (объем номера 144 полосы): №1-2 - январь-февраль и №7-8 -июль-август.

### Объем стандартного номера

96 полос + 32 полосы (бизнес-приложение «БИТ»)

### Язык издания

Русский

### Контакты

129075, Россия, г. Москва, ул. Шереметьевская, д. 85, строение 2, офис 405. Телефон: +7 (499) 277-12-41.  
Факс: +7 (499) 277-12-45.

### Журнал «Измерительная техника»

Журнал посвящен проблемам обеспечения единства и точности измерений, проводимых во всех областях науки, техники и производства.

#### Основная тематика:

- Фундаментальные проблемы метрологии
- Общие вопросы метрологии и измерительной техники
- Терминология
- Линейные и угловые измерения
- Измерения массы
- Оптико-физические измерения
- Измерения времени и частоты
- Механические измерения
- Теплофизические измерения
- Электромагнитные измерения
- Радиотехнические измерения
- Измерения ионизирующих излучений
- Акустические измерения
- Физико-химические измерения
- Медицинские и биологические измерения
- Экономические проблемы метрологии
- Метрологическая служба
- Международное сотрудничество
- Мир измерений
- Консультации
- Информация

Журнал входит в Указатель цитируемой литературы – Science Citation Index (SCI), выпускаемый американским Институтом научной информации.

**Адрес редакции:** 105062, Москва, Лялин пер., 6

**Тел.** (495)917-27-76,

**E-mail:** izmt@standards.ru.

**Адрес для переписки:** 107076, Москва, Колодезный пер., 14, ИПК Издательство стандартов, редакция журнала «Измерительная техника».



Журнал вошел в перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

В журнале публикуется разносторонняя информация о датчиках, приборах и системах измерения, контроля, управления, а также: результаты исследований и разработок отечественных и зарубежных ученых; статьи о новых методах и принципах построения и проектирования; сведения о новейшей продукции отечественных и зарубежных фирм; технологические процессы производства; метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация; экономика и управление; особенности современной организации производства и бизнес процессов; хроника; научно-техническая публицистика.

Журнал адресован специалистам и руководителям промышленных предприятий и фирм-потребителей, изготовителям, проектировщикам датчиковой аппаратуры, приборов и систем автоматизации, ученым и разработчикам названных технических средств на основе новых физических эффектов и принципов, специалистам технологам, занимающимся их изготовлением и эксплуатацией

**Адрес:** 117997, ГСП-7, г. Москва ул. Профсоюзная д.65, ИПУ РАН, офис 104.

**Телефон и факс** - (495)330-42-66.

**Телефон** - (495)334-92-00.

**Электронная почта** - [datchik@ipu.rssi.ru](mailto:datchik@ipu.rssi.ru).



Экспериментальная мастерская

НаукаСофт

«Экспериментальная мастерская НаукаСофт» представляет собой научно-производственное предприятие, которое объединяет потенциал научных школ ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, развивает следующие направления:

- **электроэнергетика автономных объектов;**
- **управление и навигация;**
- **инженерия информационно-аналитических систем**

и обеспечивает создание наукоемкой, конкурентоспособной продукции с использованием современных достижений в области науки, технологий и производства.

**В направлении электроэнергетики:**

- системы электроснабжения автономных объектов на основе высокоскоростных электрогенерирующих турбин;
- системы распределения и управления электроэнергией на основе сетцентрической топологии;
- системы управления физико-химическими процессами в электрохимических накопителях энергии.

**В направлении управления и навигации:**

- комплексные системы управления полетом воздушных судов;
- информационное и алгоритмическое обеспечение сложных робототехнических автоматов и систем;
- бесплатформенные инерциальные навигационные системы.

**В направлении информационно-аналитических систем:**

- открытые информационные системы;
- архитектура сервисно-ориентированных программных комплексов;
- инструментальные средства автоматизации научно-технологических процессов в области электроэнергетики, управления и навигации.

Сотрудники ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт» являются членами докторских диссертационных советов, редколлегии общероссийских журналов, входящих в перечень ВАК РФ, являются авторами более 500 научных статей, 7 монографий, 17 учебников и учебных пособий. В настоящее время в организации трудятся 5 докторов технических наук, 7 кандидатов технических наук, аспиранты и студенты выпускных курсов ведущих ВУЗов г. Москвы, а также высококвалифицированный инженерно-технический персонал, имеющий большой опыт в решении прикладных проблем и задач.

125167, Россия, г. Москва,	+7 (499) 558-00-49	contacts@xlab-ns.ru	http://xlab-ns.ru
ул. 4-я 8 марта, д. 6А	+7 (965) 183-27-08	contacts@xlabns.ru	http://xlabns.ru

**Материалы  
XII Международной научно-практической конференции  
ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Materials of  
XII International Scientific and Practical Conference  
INNOVATIONS BASED ON  
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Науч. ред. А.Н.Тихонов  
Гл. ред. С. У. Увайсов  
Отв. ред. И. А. Иванов

Печатается в авторской редакции

Составители: С. М. Лышов,  
Д.С. Панасик, С.С. Увайсова,  
Н.Л.Литвинова А.С. Увайсова,  
Дизайн обложки: И.А. Иванов

Подписано в печать 21.09.2015.  
Формат 60×84/8. Бумага «Pioneer»  
Усл. печ. л. 78,12 Тираж 500 экз. Заказ 97

Типография НИУ ВШЭ  
Москва, Кочновский проезд, 3