



Московский институт электроники
и математики им. А.Н. Тихонова

Департамент электронной
инженерии

Москва
2025

Научно-учебная группа «Управление надёжностью на предприятиях»

Доклад подготовлен в ходе проведения исследования

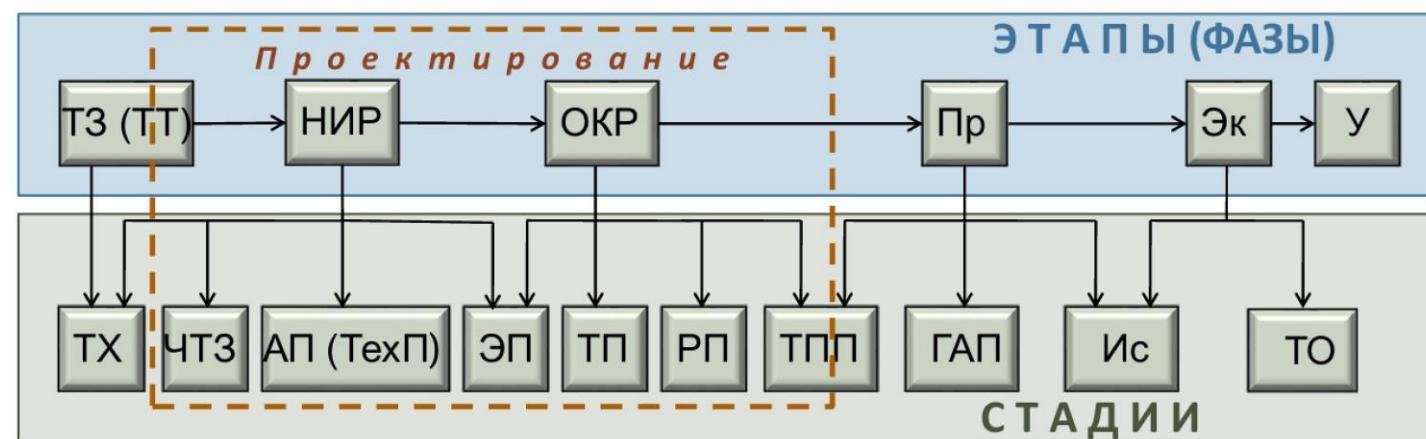
**Проект № 24-00-024 «Развитие методов
прогнозирования показателей надежности электронных
модулей» в рамках Программы «Научный фонд
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2025 г.**

Комплексный подход к оценке надёжности ЭМ ТС



Бузкий Дмитрий Олегович
Студент 3-его курса ОП ИТСС

Жизненный цикл ЭС



ЭТАПЫ жизненного цикла электронного средства (с т. зр. [содержания решаемых задач](#)):

ТЗ (ТТ) — техническое задание (технические требования);

НИР — научно-исследовательские работы; **ОКР** — опытно-конструкторские работы,

Пр — производство; **Эк** — эксплуатация; **У** — утилизация.

СТАДИИ жизненного цикла электронного средства (с т. зр. [последовательности выполнения](#)):

TX — технические характеристики; **ЧТЗ** — частное техническое задание;

АП (ТехП) — аванпроект (техническое предложение);

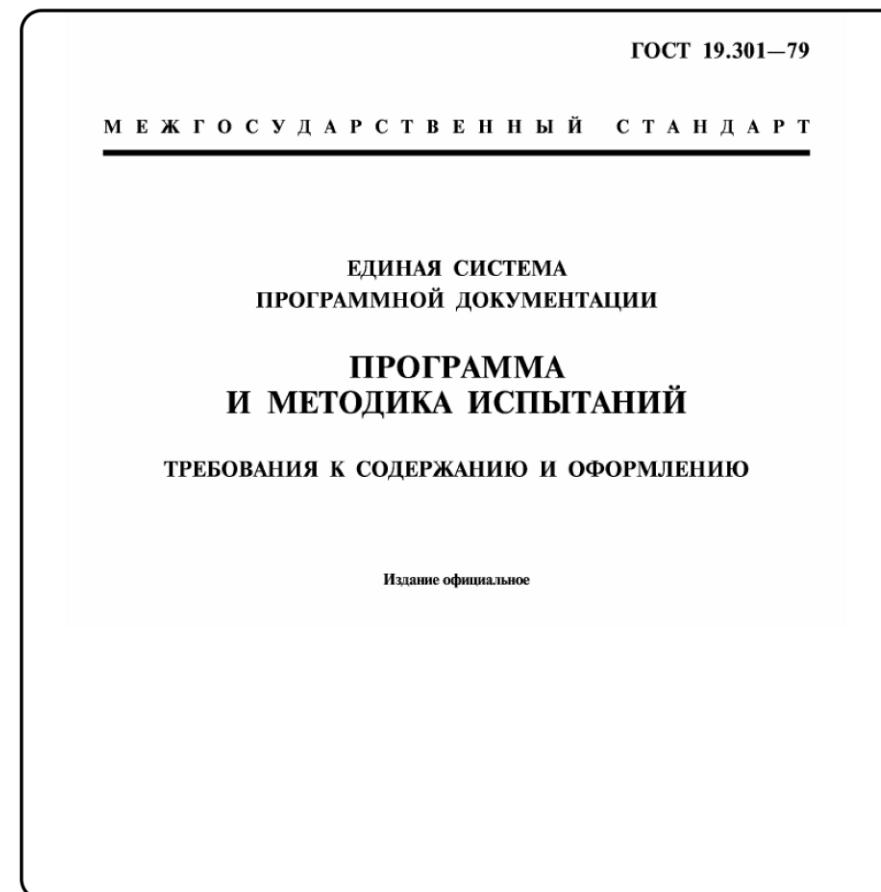
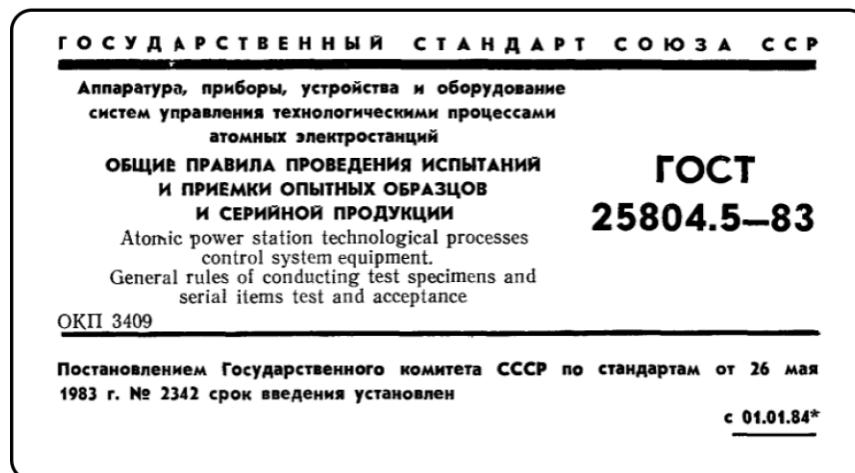
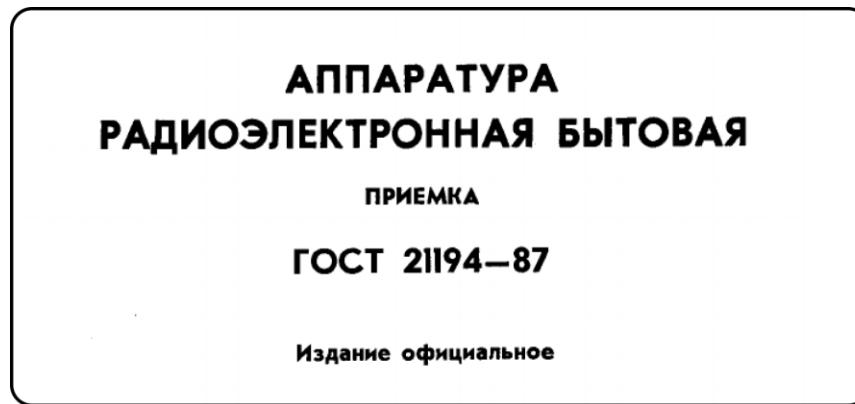
ЭП — эскизное проектирование; **ТП** — техническое проектирование; **РП** — рабочее проектирование;

ТПП — технологическая подготовка производства; **ГАП** — гибкое автоматизированное производство;

Ис — испытания; **ТО** — техническое обслуживание



Список испытаний по ГОСТ





Список испытаний по ГОСТ

K-1	Контроль внешнего вида, разборчивости и содержания маркировки	К-13 К-14 К-15 К-16 К-17 К-18 К-19 К-20 К-21 К-22 К-23
K-2	1 Контроль устойчивости к электрическим воздействиям для СВЧ диодов, если указано в ТУ. 2 Контроль важнейших электрических параметров при нормальных климатических условиях	
K-3	1 Контроль электрических параметров, не отнесенных к важнейшим или требующих осуществления сложных, трудоемких измерений при нормальных климатических условиях	
K-5	1 Вскрытие и внутренний визуальный контроль, если указано в ТУ 2 Контроль прочности внутренних проволочных соединений, если указано в ТУ 3 Контроль прочности присоединения кристалла, если указано в ТУ Кратковременное испытание на безотказность (96 ч) Испытание на воздействие изменения температуры среды	
K-6	Испытание на способность к пайке	
K-7	Кратковременное испытание на безотказность (1000 ч)	
K-8	1 Контроль электрических параметров отнесенных к категории П-2. 2 Испытание на воздействие изменения температуры среды 3 Испытание на воздействие ударов одиночного действия 4 Испытание на ударную устойчивость 5 Испытание на виброустойчивость 6 Испытание на герметичность 7 Контроль электропараметров, отнесенных к подгруппам К-2, К-3	
K-9	1 Испытание маркировки на прочность 2 Испытание на теплостойкость при пайке 3 Испытание наружных выводов на прочность 4 Испытание на герметичность	
K-10	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (длительное)	
K-11	Испытание на устойчивость к <u>энергозиклам</u>	
K-12	1 Контроль габаритных размеров тары 2 Испытание упаковки на прочность	



Список испытаний по ГОСТ



Статистика отказов RIAC

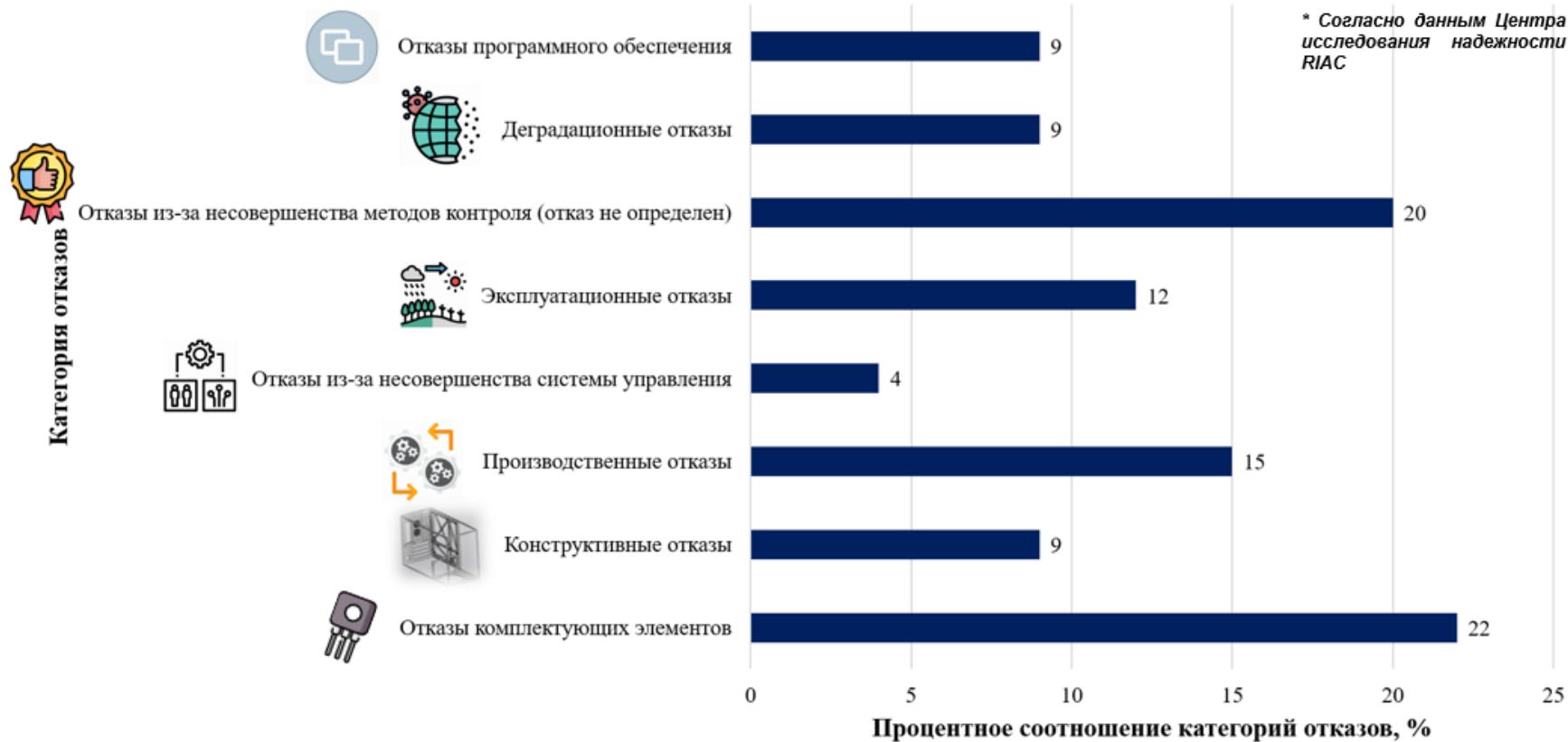




Схема исследования отказов

УДК 658.562

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Б. Афанасьев

В статье предложена идеология проектирования автоматизированной информационной системы для обеспечения результативности системы менеджмента качества оборонного предприятия. На основе онтологического подхода определены технические решения по разработке системы управления базы данных, а также осуществлён выбор программных решений. Представлен инновационный программный продукт на основе нереляционных документно-ориентированных разработок.

Ключевые слова: качество, надёжность, информационная среда процессов СМК, программный комплекс, анализ статистической информации.

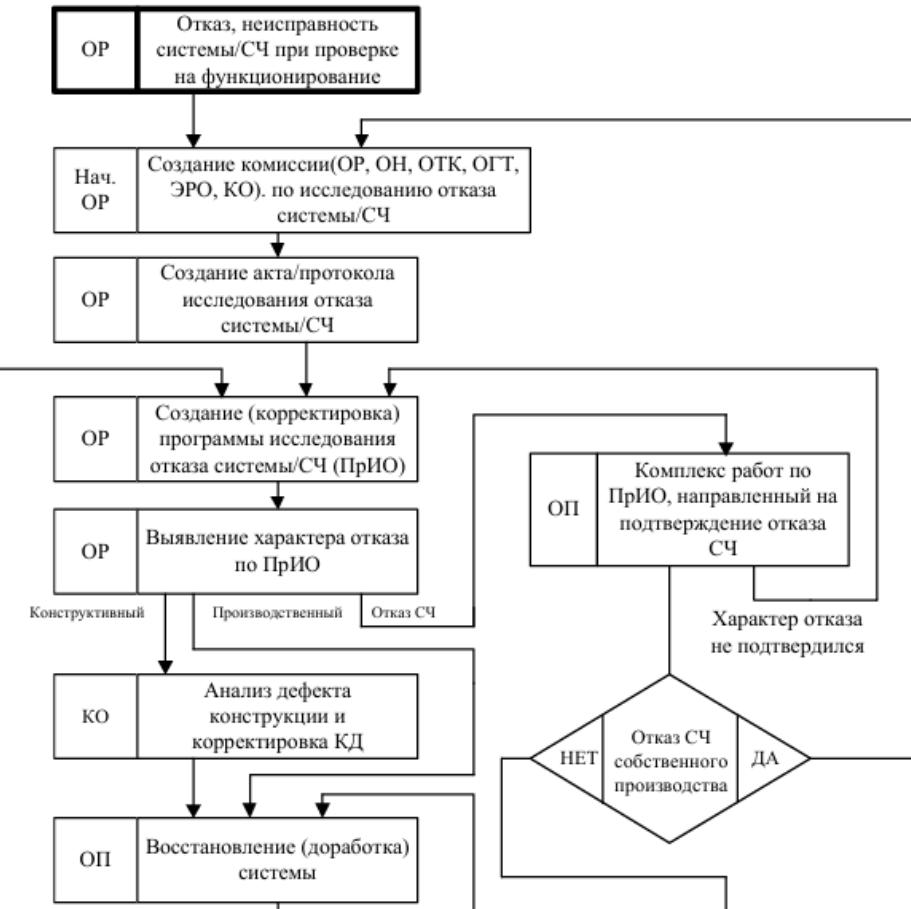




Схема исследования отказов

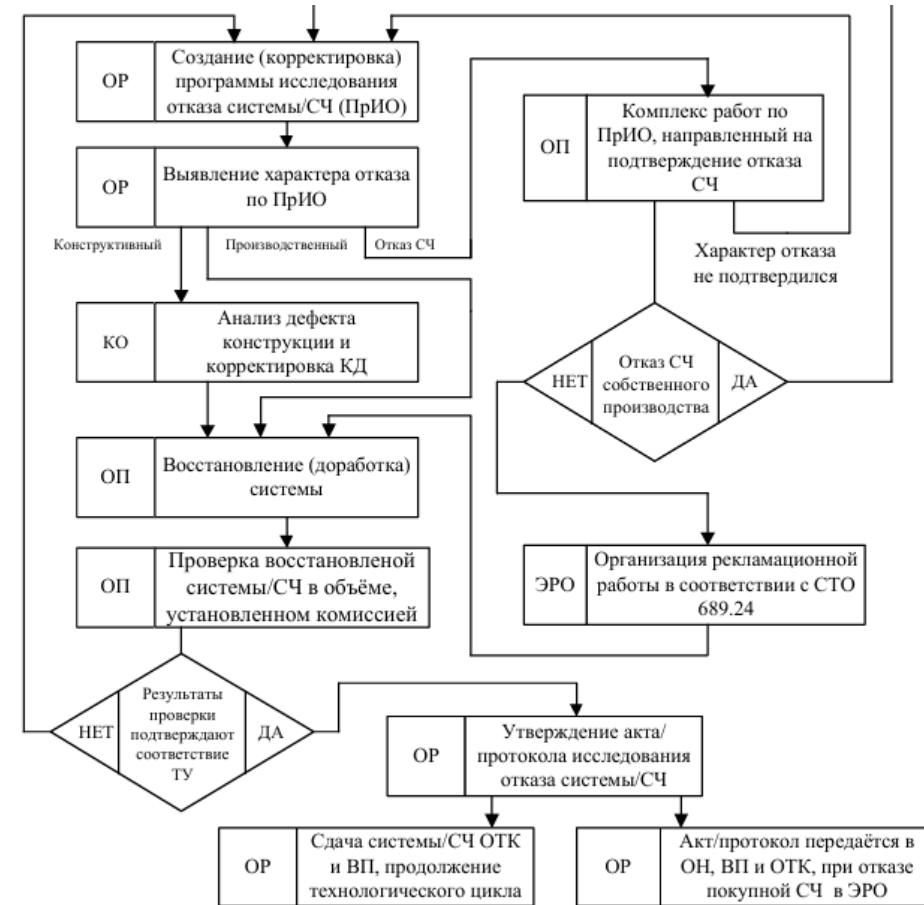
УДК 658.562

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

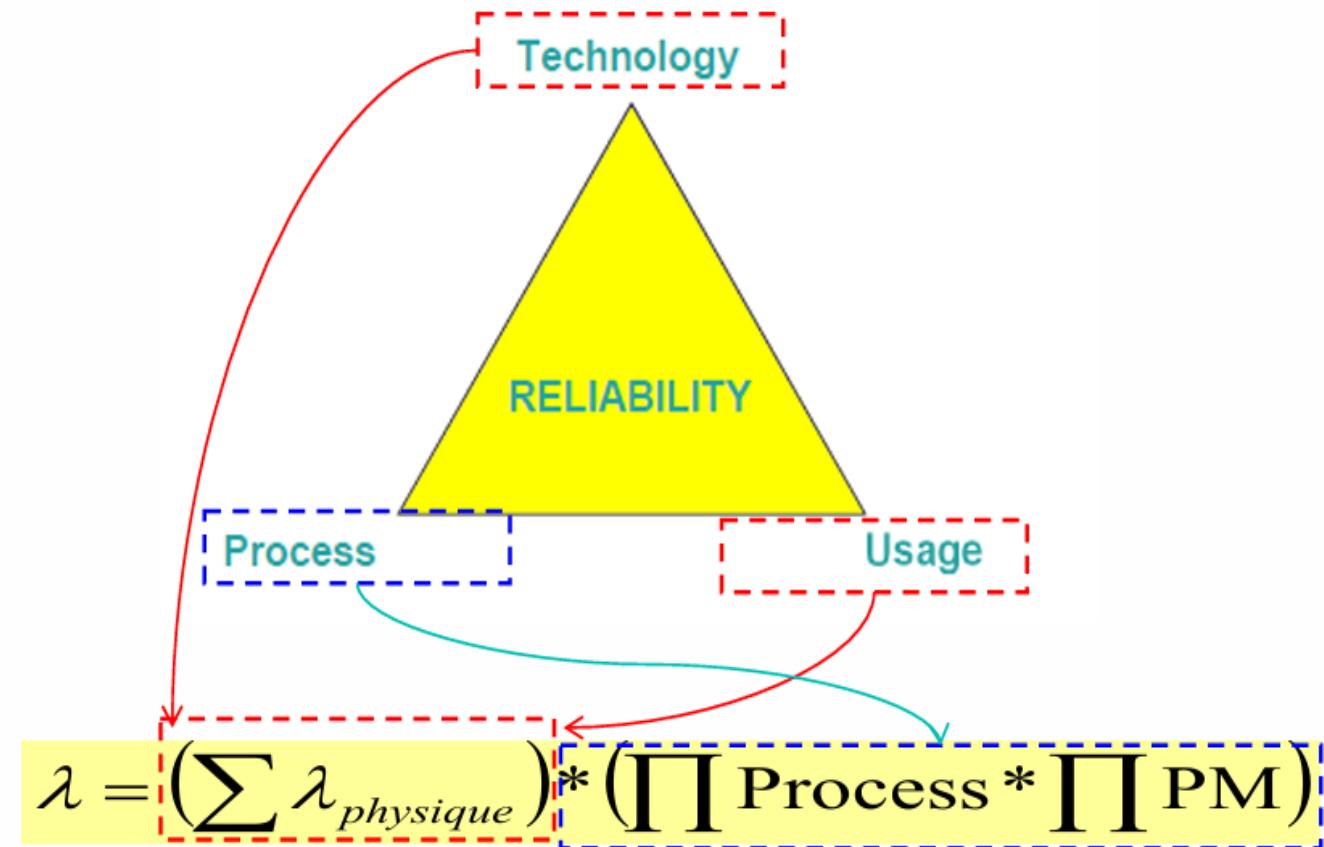
В.Б. Афанасьев

В статье предложена идеология проектирования автоматизированной информационной системы для обеспечения результативности системы менеджмента качества оборонного предприятия. На основе онтологического подхода определены технические решения по разработке системы управления базы данных, а также осуществлён выбор программных решений. Представлен инновационный программный продукт на основе нереляционных документно-ориентированных разработок.

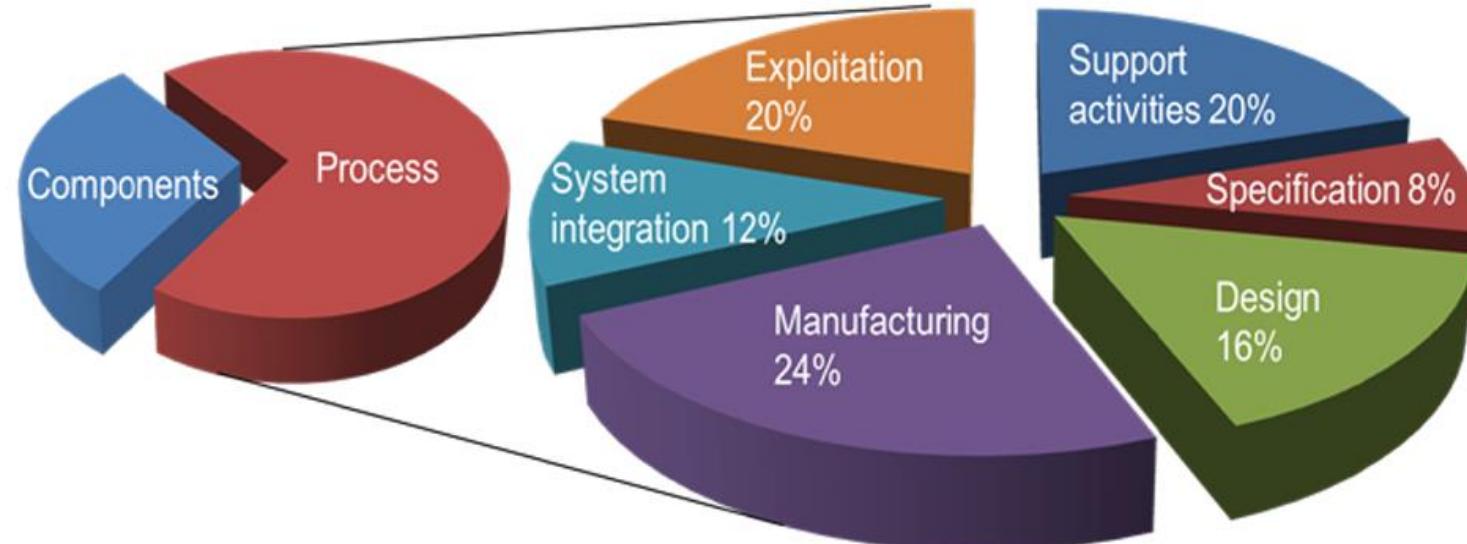
Ключевые слова: качество, надёжность, информационная среда процессов СМК, программный комплекс, анализ статистической информации.



Анализ справочника FIDES



Статистика отказов согласно FIDES





Анализ справочника FIDES





Оценка надёжности при помощи FIDES

Level	Process	Π_{Process}	Process grade
Very high reliability	Process almost free of weaknesses	<1.7	> 75%
High reliability	Controlled process; reliability engineering	1.7 to 2.8	50% to 75%
Standard	Usual quality procedures e.g. ISO 9001 version 2000	2.8 to 4.8	25% to 50%
Low reliability	Reliability issues not taken into account	>4.8	<25%



Российский подход к оценке надёжности

СПРАВОЧНИК

Надёжность ЭРИ ИП



Редакция 2006 года

Группа изделий	Вид математической модели
Микросхемы цифровые	
Микросхемы аналоговые	
Микросхемы памяти	$\lambda_{\Theta} = (\lambda_{kp} \cdot K_t + \lambda_{korp} \cdot K_{\Theta}) \cdot K_{pr}$
Программируемые логические интегральные схемы	
Микропроцессоры	
Микросхемы GaAs СВЧ (GaAs MMIC)	$\lambda_{\Theta} = (\lambda_{kp} \cdot K_t \cdot K_{\phi} + \lambda_{korp} \cdot K_{\Theta}) \cdot K_{pr}$
Микросхемы ПАВ	$\lambda_{\Theta} = 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot K_{\Theta} \cdot K_{pr}$



Российский подход к оценке надёжности

Уровень качества ИС	$K_{пр}$
Протестированные 10 температурными циклами (от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$) при электрической нагрузке	0,1
Более низкий уровень качества	1,0

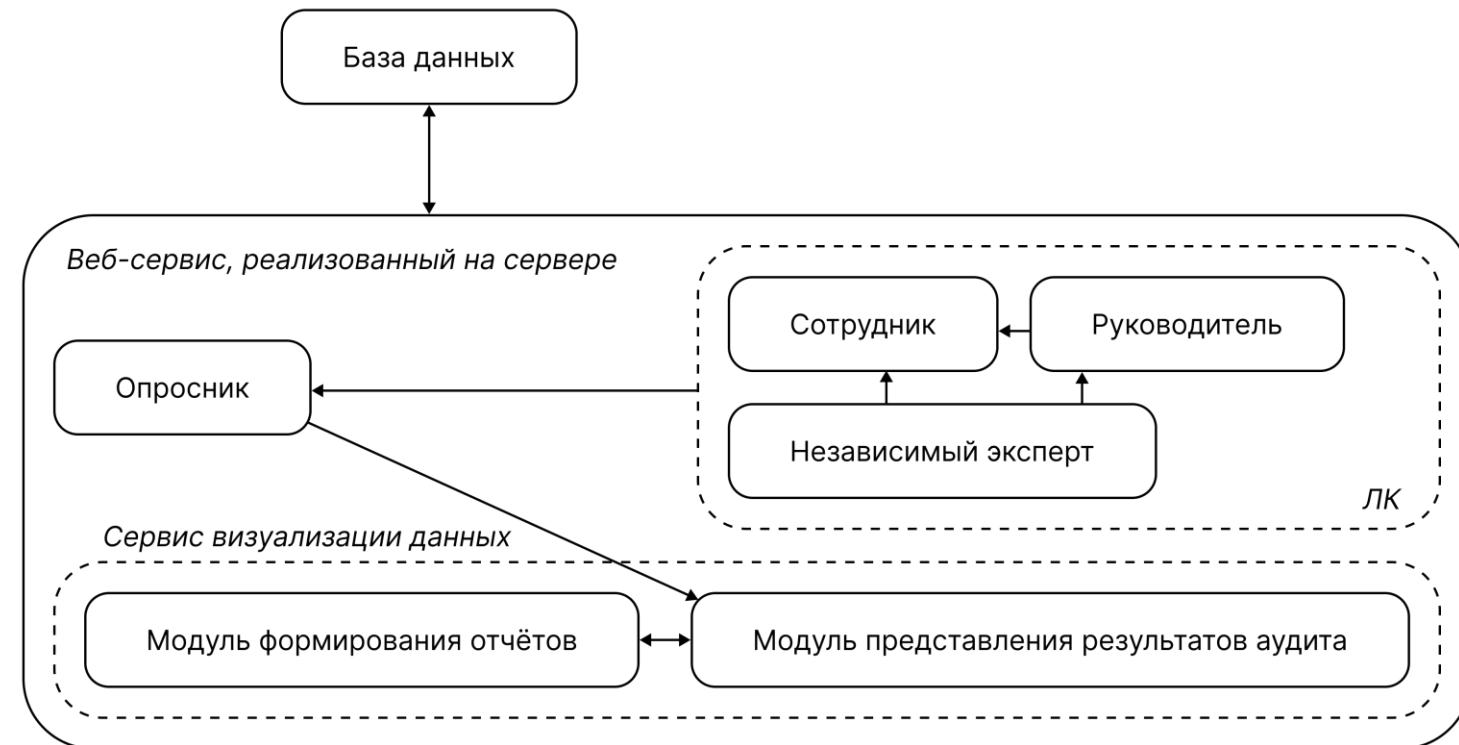


Коэффициент качества технологического процесса

Level	Process	Π_{Process}	Process grade
Very high reliability	Process almost free of weaknesses	<1.7	> 75%
High reliability	Controlled process; reliability engineering	1.7 to 2.8	50% to 75%
Standard	Usual quality procedures e.g. ISO 9001 version 2000	2.8 to 4.8	25% to 50%
Low reliability	Reliability issues not taken into account	>4.8	<25%

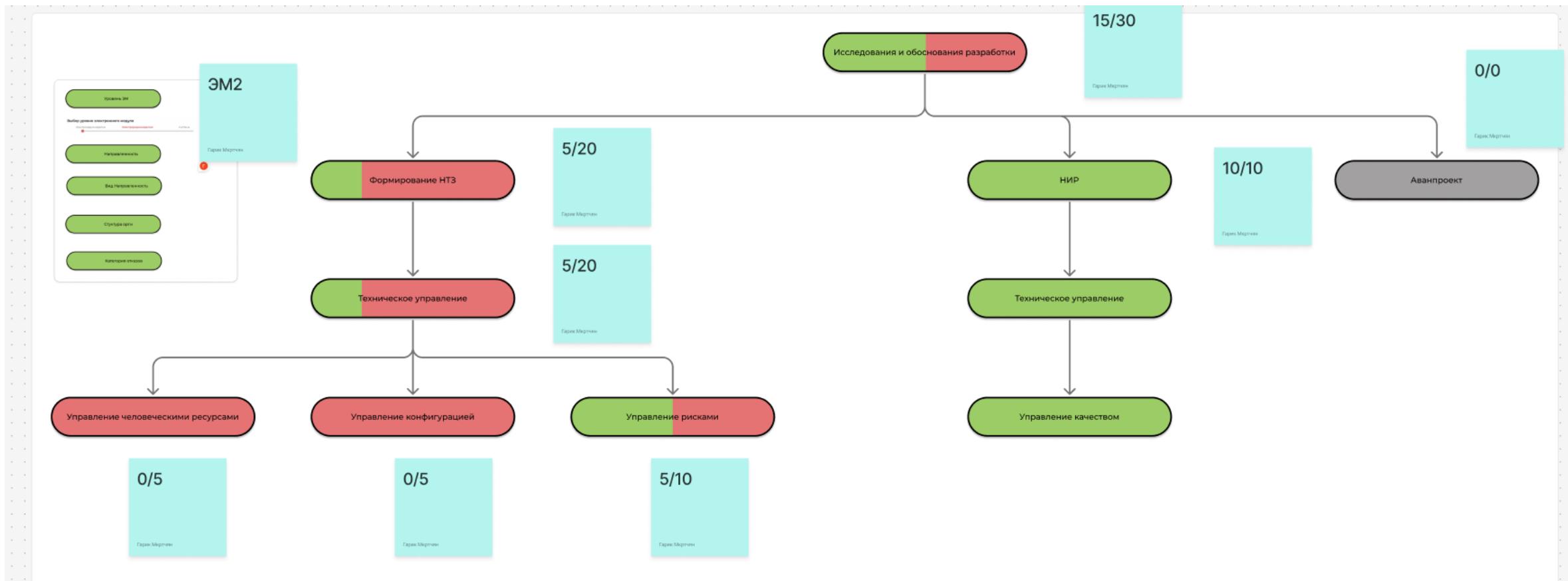


Структура экспертной системы





Опросник



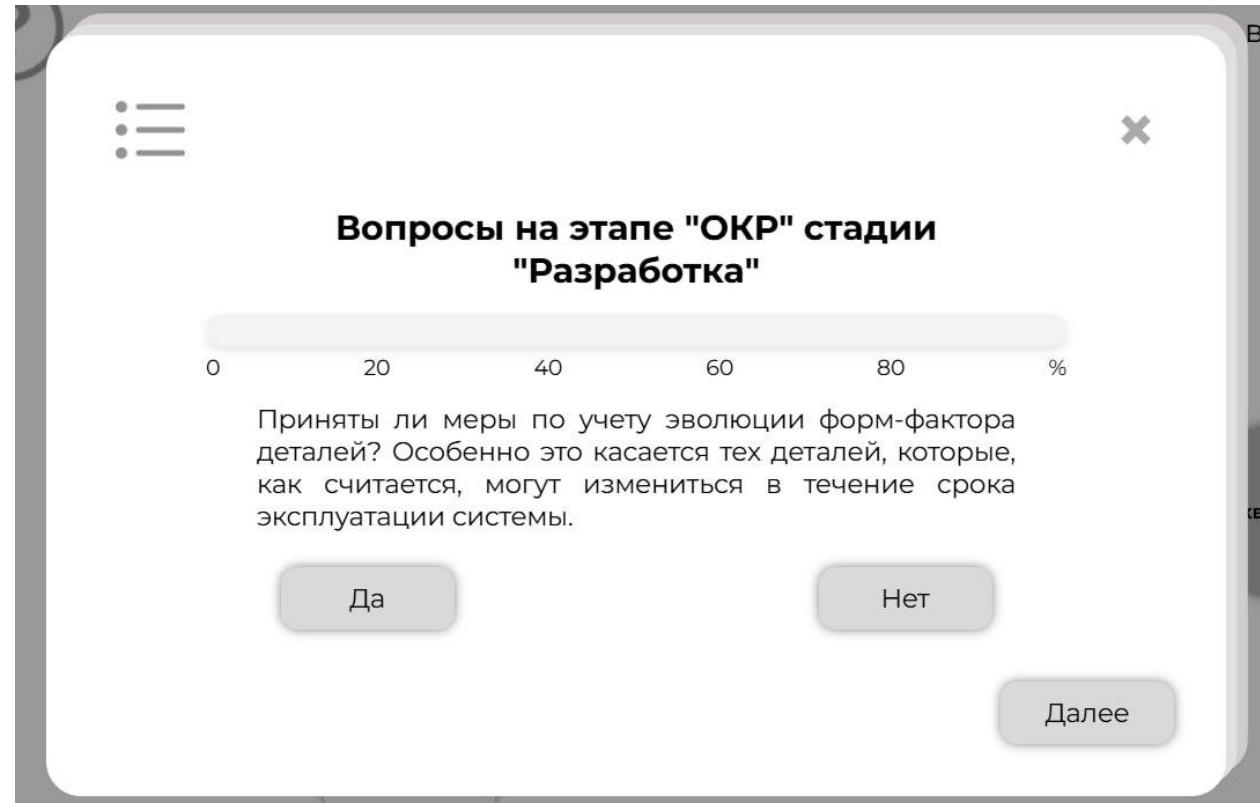


Обзор экспертной системы





Обзор экспертной системы





Обзор экспертной системы

Категории отказов на предприятии для проекта "Ядро"

От 26.02.2025



★ Для подробной информации нажмите на диаграммы

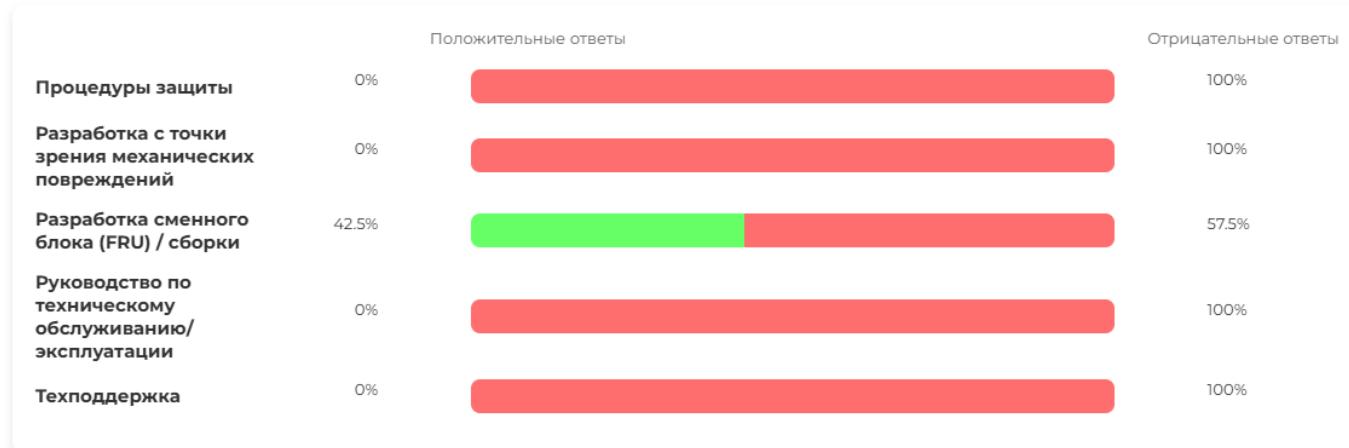
Назад

Получить отчет файлом



Обзор экспертной системы

Производственные отказы



▶ Процедуры защиты

▶ Разработка с точки зрения механических повреждений

▶ Разработка сменного блока (FRU) / сборки



Обзор экспертной системы

▼ Разработка сменного блока (FRU) / сборки

▼ Положительные характеристики организации по данному направлению

Печатные платы (PWB) имеют конформное покрытие.

Печатная плата (PWB) имеет менее 6 слоев.

Печатная плата (PWB) достаточно маленькая, чтобы она не могла изгибаться или деформироваться при обращении и использовании.

Если это печатная плата (PWB), большинство компонентов крепятся с использованием методов, отличных от технологии поверхностного монтажа (SMT).

Интервал между паяными соединениями определен в мм.

▼ Отрицательные характеристики организации по данному направлению

Более жесткие допуски, чем 0.01 мм, для автоматизированных операций сборки не существуют.

Не проводится испытание на горение сменных блоков (FRU) в течение не менее 24 часов.

Это не односторонняя или двусторонняя плата.

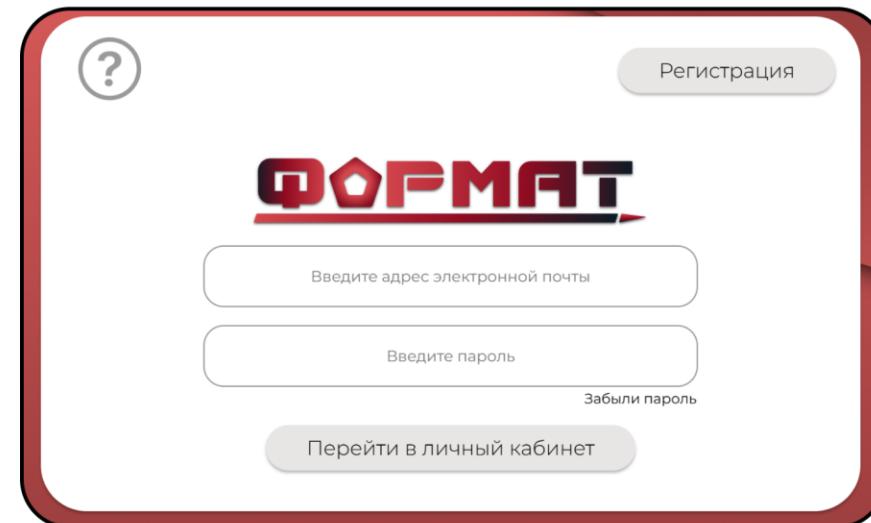
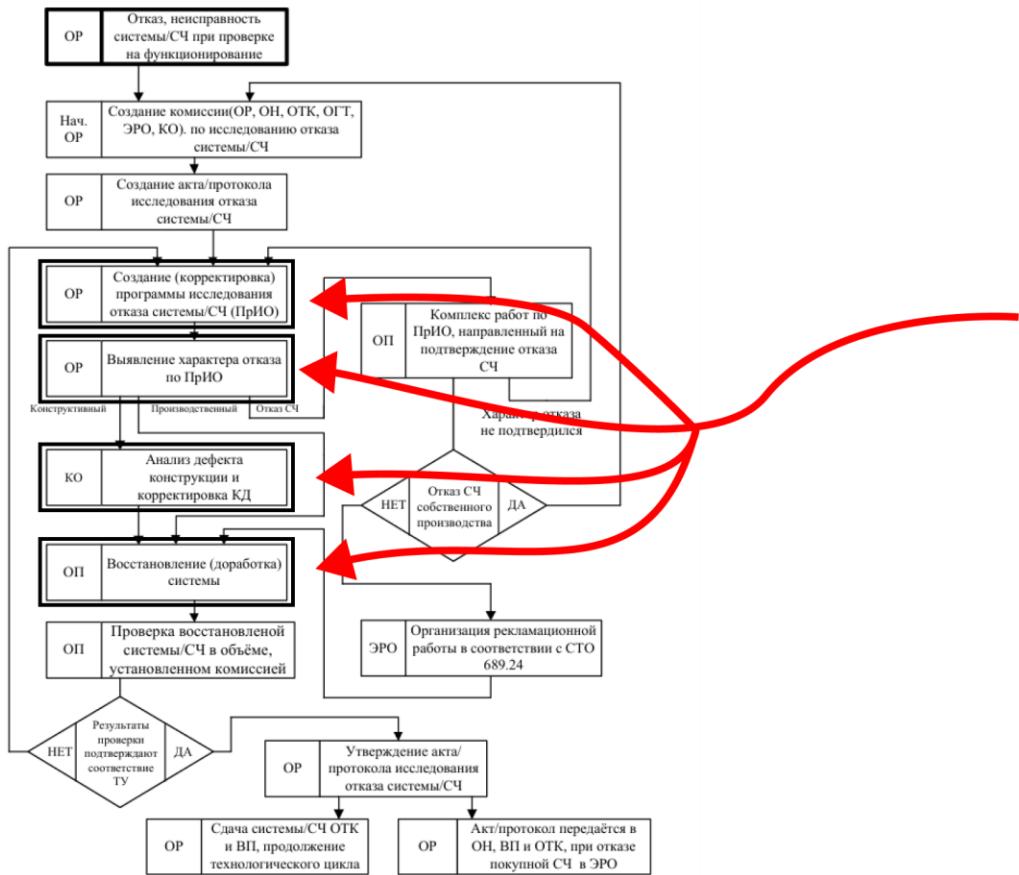
Технология BGA не исключается из этой конструкции.

Ваша организация ранее не внедряла технологию массива шариков (BGA) в конструкции.

При проектировании не использовались направляющие (стойки) для вставки карточек (печатных плат и т.д.).

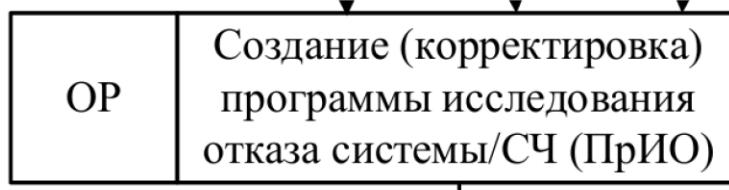


Обзор экспертной системы

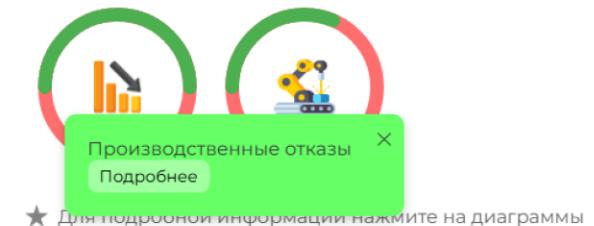




Обзор экспертной системы



Результаты этапа "Постановка изделия на производство" стадии "Производство"





Московский институт электроники
и математики им. А.Н. Тихонова

Департамент электронной
инженерии

Москва
2025

Научно-учебная группа «Управление надёжностью на предприятиях»

Доклад подготовлен в ходе проведения исследования

**Проект № 24-00-024 «Развитие методов
прогнозирования показателей надежности электронных
модулей» в рамках Программы «Научный фонд
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2025 г.**

Комплексный подход к оценке надёжности ЭМ ТС



Бузкий Дмитрий Олегович
Студент 3-его курса ОП ИТСС