

Программа учебной дисциплины «Программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы»

Утверждена
Академическим руководителем
«26» июня 2018 г.

Автор	Восков Леонид Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: lvoskov@hse.ru
Число кредитов	6
Контактная работа (час.)	72
Самостоятельная работа (час.)	156
Курс	1
Формат изучения дисциплины	full time

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Цели освоения дисциплины «Программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы» (ПАП ИВ и ВС)

- дать студентам представление о принципах построения, проектирования, функционирования и использования ПАП ИВ и ВС
- привить студентам навыки исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение рабочей документации, специфических инструментов и программных средств, позволяющих проектировать ПАП ИВ и ВС или её частей.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- Основные понятия, технологии, стандарты, протоколы и платформы ПАП ИВ и ВС;
- Аппаратное обеспечение ПАП ИВ и ВС для различных технологий;
- Программное обеспечение, протоколы ПАП ИВ и ВС;
- Области применения, практическая реализация ПАП ИВ и ВС.

Студент должен уметь:

- Применять программно-аппаратные платформы и встраиваемые системы для технологии интернета вещей и систем беспроводной связи;
- ставить и решать задачи, связанные с выбором и разработкой программно-аппаратных платформ для встраиваемых инфокоммуникационных устройств и систем связи, а также оценивать эффективность применения альтернативных элементов и устройств в конкретных ситуациях;
- использовать и развивать передовые отечественные и зарубежные достижения в области инфокоммуникационных технологий и систем связи при проведении научных исследований и разработки проектов перспективных инфокоммуникационных технологий и систем связи на их основе.

Студент должен приобрести опыт разработки, моделирования и тестирования программно-аппаратных платформ и встраиваемых систем для устройств инфокоммуникационной техники, применяемых в различных системах связи.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- иметь навыки самостоятельной работы с литературой;
- владеть методами использования поисковых систем для поиска информации в сети Интернет.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение в программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы (ПАП ИВ и ВС)

Тема 1.

Содержание лекции:

Общая информация о курсе, объяснение формата работы. Формулировка задачи. Введение, области применения, практическая реализация, основные понятия, технологии, стандарты и протоколы. Приложения для современных программно-аппаратных платформ.

Конечное устройство “Интернета вещей”. Работа через проводное соединение. Команды в консоли устройства.

Самостоятельная работа: Изучение требований, UML-диаграмма, сравнительный анализ датчиков, подсчет стоимости решения, выбор технологии связи. Изучение существующих решений.

Раздел 2. Аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы

Тема 1.

Содержание лекции:

Аппаратное обеспечение ПАП ИВ и ВС для различных технологий. Аппаратные решения от Texas Instruments, Maxim, BlueGiga, RFID устройства. Беспроводные однокристалльные микроконтроллеры. Современные ПАП ИВ платформы. Изучение периферийных устройств. Реле, светодиодная RGB-лампочка, электронный ключ iButton. Входы и выходы устройства.

Практические занятия :

Беспроводная связь LoRa. Работа с базовой станцией. Получение данных с удалённых устройств. Основы работы с одноплатным компьютером Samsung Artik 7. Работа в консоли Artik. Перенос программы на Artik. Кейс №1 “Мониторинг влажности и температуры на фармацевтическом складе” Создание модели системы. Программа - тревожное оповещение оператора. Работа по итогам задачи кейса.

Самостоятельная работа: Решение кейса №1. Мониторинг влажности и температуры на фармацевтическом складе. Изучение существующих решений. Развитие пользовательского интерфейса. Отладка программы.

Раздел 3 Программные платформы Интернета вещей и встраиваемых систем

Тема 1.

Содержание лекции:

Программное обеспечение. Операционные системы, программные стеки и языки программирования. Программные стеки современных ПАП и ВС платформ. Протокол передачи данных MQTT. Программные платформы PTC ThingWorx, IBM Bluemix, Rightech IoT Cloud, Microsoft Azure, Artik Cloud. Tizen OS. Получение данных из облака. Квоты в "Облаке". Отображение меток на карте. Отправка данных в облако.

Практические занятия:

Протокол передачи данных MQTT. Основы, работа через графический клиент, качество обслуживания, подписка на топики. Работа с MQTT-клиентом. Библиотека Paho для

Python. Пример взаимодействия с сервером, разбор JSON-выражения. "Мигалка" на реле. Создание модели системы. Написание программы СКУД.
Самостоятельная работа: Решение кейса №2. Система контроля и управления доступом. Изучение существующих решений. Системы СКУД и их состав. Изучение класса задач СКУД. Блок-схема устройства.

Раздел 4. Протоколы программно-аппаратных платформ Интернета вещей и встраиваемых систем

Тема 1.

Содержание лекции:

Протоколы. Сети ZigBee. Профили ZigBee, стандарт ZigBee Light Link, 6LoWPAN. Беспроводной стандарт Bluetooth Low Energy (BLE). Структура стека протоколов BLE, отличия от классического Bluetooth. Сетевая модель OSI. Программные стеки современных ПАП и ВС платформ.

Практические занятия:

Изучение периферийных устройств. Полевой транзистор. Управление лампой через ШИМ. Технологии связи Интернета вещей. 6LoWPAN. Работа с приемопередатчиком. Управление яркостью лампы. Пропорциональный регулятор (на Python). Работа с MQTT-библиотекой `Pubo` для C++. Изучение кода примера. Запуск примера и его модификация. Самостоятельная работа: Решение кейса №3. Адаптивное освещение офиса. Определение этапов работы. Схема управления кнопками (пользовательский интерфейс). Создание модели системы адаптивного освещения (на C++ или Python). Изучение существующего решения. Анализ экономической эффективности.

Раздел 5. Программирование программно-аппаратных платформ Интернета вещей и встраиваемых систем

Тема 1.

Содержание лекции:

Основы программирования современных микроконтроллеров. Линейки современных модулей Разработка приложений для модулей. Среда разработки. Дополнительные компоненты. Структура программы, основные функции для работы с периферией. Программирование микроконтроллеров: кнопки, светодиоды, таймеры, датчики. Отладка программ. Языки разметки данных. XML, YAML, JSON. Разбор JSON.

Практические занятия:

Программирование современных микроконтроллеров. Основы Artik Cloud. Создание виртуального устройства в облаке (GPS-трекер). Симуляция тестовых данных Основы Tizen. Создание веб-приложения для смартфона на базе Tizen OS. Работа в Tizen Studio. Обмен данными с облаком. Получение данных через REST API. Начало работы с Яндекс-картой. Нанесение меток из облака на карту. Отправка данных в облако. Изучение периферийных устройств. Использование GPS-трекера.

Самостоятельная работа): Решение кейса №4. Умный мусорный контейнер. Предварительная работа над задачей кейса. Интернет вещей в ЖКХ - изучение примеров. Добавление модуля к виртуальному устройству (ультразвуковой дальномер). Работа с метками карты. Отображение уровня наполненности контейнера. Построение модели системы. Соединение двух программ (отправка и получение данных) в одну. Отладка и тестирование системы. Энергопотребление системы. Выбор элемента питания.

Раздел 6. Разработка приложений программно-аппаратных платформ Интернета вещей и встраиваемых систем

Тема 1.

Содержание лекции:

Беспроводное взаимодействие на базе современных модулей. Стеки современных стандартов (типы устройств, алгоритм соединения в сеть, адресация). Программирование беспроводного взаимодействия для стеков современных стандартов на базе шаблона. Разработка веб-приложений для автоматизации взаимодействия устройств. Обеспечение соблюдения условий.

Практические занятия:

Составление ТЗ. Ролевая игра "Интервью с заказчиком". Совещание по итогам игры. Распределение обязанностей в команде. Изучение шаблона приложения для теплицы в OS Tizen. Групповая работа над индивидуальной задачей в рамках проекта.

Самостоятельная работа: Решение кейса №5. Автоматическая теплица. Взаимодействие модулей системы. Составление предложений об архитектуре приложения, общем формате коммуникации. Самостоятельная работа над индивидуальной задачей в рамках проекта. Реализация выбранного элемента функционала теплицы (график, логгирование, расписание дня, и прочее).

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Тип контроля	Форма контроля	1 курс 2 модуль	Параметры
Итоговый	Экзамен	*	Устный ответ, подготовка 60 минут

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Текущий контроль

Формы контроля:

Практические занятия на лабораторных стендах и защита результатов работы.

Критерии оценки:

«Отлично» (8-10 баллов) – вопрос полностью раскрыт;

«Хорошо» (6-7 баллов) – вопрос раскрыт с несущественными ошибками;

«Удовлетворительно» (4-5 баллов) – вопрос раскрыт с существенными ошибками;

«Неудовлетворительно» (0-3 балла) – вопрос не раскрыт.

Итоговый контроль представляет собой устный ответ на 2 теоретических вопроса.

Критерии оценки:

«Отлично» (8-10 баллов) – вопрос полностью раскрыт;

«Хорошо» (6-7 баллов) – вопрос раскрыт с несущественными ошибками;

«Удовлетворительно» (4-5 баллов) – вопрос раскрыт с существенными ошибками;

«Неудовлетворительно» (0-3 балла) – вопрос не раскрыт.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу и работу студентов на практических занятиях по результатам выполнения лабораторной работы и результатам решения задач. Оценки за самостоятельную работу и работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Текущая оценка рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{текущий}} = 0,2 \cdot O_{\text{пр/занятия}} + 0,8 \cdot O_{\text{с/р}}$$

Накопленная оценка равна оценке за текущий контроль:

$$O_{\text{накопленная}} = O_{\text{текущий}}$$

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

$$O_{\text{результ}} = 0,5 \cdot O_{\text{накопленная}} + 0,5 \cdot O_{\text{итоговая}}$$

Для округления всех типов оценок используется арифметический способ (до ближайшего целого числа).

В диплом выставляется результирующая оценка за дисциплину.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. ПАП ИВ и ВС. Области применения, практическая реализация.
2. ПАП ИВ и ВС. Основные понятия, технологии.
3. ПАП ИВ и ВС. Стандарты и протоколы. Приложения на современных платформах.
4. Аппаратные решения ПАП ИВ и ВС от Texas Instruments.
5. Аппаратные решения от ПАП ИВ и ВС Maxim.
6. Аппаратные решения ПАП ИВ и ВС от BlueGiga.
7. Беспроводные однокристалльные микроконтроллеры.
8. Современные ПАП ИВ и ВС. PTC ThingWorx, IBM Bluemix, Rightech IoT Cloud, Microsoft Azure, Artik Cloud.
9. Программное обеспечение ПАП ИВ и ВС. Операционные системы.
10. Программное обеспечение ПАП ИВ и ВС. Программные стеки и языки программирования.
11. Программное обеспечение ПАП ИВ и ВС. Современные программные стеки
12. Программные платформы ПАП ИВ и ВС.
13. Протоколы ПАП ИВ и ВС. Сети ZigBee. Профили ZigBee, стандарт ZigBee Light Link, 6LoWPAN
14. Беспроводной стандарт Bluetooth Low Energy (BLE).
15. Структура стека протоколов BLE, отличия от классического BlueTooth.
16. Современные стеки протоколов.
17. Программирование ПАП ИВ и ВС. Основы программирования современных микроконтроллеров. Линейки современных модулей.
18. Разработка приложений для современных модулей. Среды разработки.

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

1. Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учеб. пособие для вузов / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко; Под ред. А. П. Пятибратова. – М.: КноРус, 2017. – 372 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Embedded Sensor Systems 1st ed. by Dharma Prakash Agrawal, 2017.
2. А.В. Калачев. Аппаратные и программные решения для беспроводных сенсорных сетей. Учебный курс. 2014 http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/9711
3. The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective/ Honbo Zhou, 2012.

4. The Internet of Things: Key Applications and Protocols, 2nd Edition, Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi, 2012.
5. Hu Fei. Wireless sensor networks : principles and practice / Fei Hu, Xiaojun Cao. - Boca Raton, FL [etc.]: CRC press, cop. 2010. - xxvii, 503 с. : ил.
6. Учебные кейсы IoT академии Самсунг
<https://www.samsung.com/ru/iotacademy/programm/>
7. Getting Started with Intel Edison: Sensors, Actuators, Bluetooth, and Wi-Fi on the Tiny Atom-Powered Linux Module by Stephanie Moyerman, 2015.
8. Building the Web of Things With examples in Node.js and Raspberry Pi - Dominique D. Guinard and Vlad M. Trifa, June 2016 ISBN 9781617292682, 344 pages.
9. Building Internet of Things with the Arduino by Charalampos Doukas, 2012
10. Environmental Monitoring with Arduino: Building Simple Devices to Collect Data About the World Around Us by Emily Gertz, Patrick Di Justo, 2012
11. Wiring the IoT, Connecting Hardware with Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT by Dr. Lucy Rogers, Dr. Andy Stanford-Clark, 2017.
12. Learning IBM Bluemix by Sreelatha Sankaranarayanan, 2016.
13. Embedded Systems: Real-Time Interfacing to Arm Cortex-M Microcontrollers 2nd ed. Edition by Jonathan W. Valvano, 2016.
14. The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems (Wireless Networks and Mobile Communications) 1st Edition by Lu Yan, Yan Zhang, Laurence T. Yang, Huansheng Ning, 2008.
15. RFID and the Internet of Things (Iste) 1st Edition by Harvé Chabanne, Pascal Urien, Jean-Ferdinand Susini, 2011.
16. Beginning NFC: Near Field Communication with Arduino, Android, and PhoneGap 1st Edition by Tom Igoe, Don Coleman, Brian Jepson, 2014.

5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

5.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы,

антивирусные программы);

- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Практические занятия в данной программе предусмотрены и выполняются в форме лабораторных работ.