

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1160008	Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Инженерия радиоэлектронных средств и систем	Код ОП 1. 11.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Радиотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шабунин Сергей Николаевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	радиоэлектроники и телекоммуникаций

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей

1.1. Аннотация содержания модуля

Студенты приобретают навыки работы с операционными системами реального времени FreeRTOS, Zephyr и эмуляторами систем на кристалле (SoC). Рассматриваются сетевые протоколы интернета вещей (IoT). Изучаются особенности и работа на эмуляторе (MAC, сетевые, транспортные, прикладные и инфраструктурные протоколы IoT). Рассматривается иерархия протоколов. Рассматривается развёртывание систем на эмуляторах ARM в операционной системе Zephyr. Студенты знакомятся с современными высоко интегрированными SoC, приобретают опыт работы с периферийным оборудованием, знакомятся с технологией UWB (Ultra Wide Band), приобретают опыт создания собственной системы позиционирования в режиме реального времени.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной

	<p>деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>ПК-5 - Способен разрабатывать инновационные схемотехнические решения составных частей радиоэлектронных средств</p>	<p>З-3 - Сделать обзор достижений науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства оборудования радиоэлектронных средств</p> <p>З-5 - Изложить принципы функционирования и основы схемотехники радиоэлектронных средств</p> <p>У-2 - Выполнять технические расчеты с применением средств вычислительной техники</p> <p>П-2 - Иметь опыт разработки технических требований к составной части радиоэлектронных средств</p>
	<p>ПК-9 - Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований</p>	<p>З-1 - Классифицировать технические характеристики радиотехнических устройств и систем</p> <p>У-2 - Анализировать влияние параметров устройств на функционирование радиоэлектронной системы</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование компонентов и
инфраструктурных систем интернета вещей

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шабунин Сергей Николаевич	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	радиоэлектроники и телекоммуникаци й

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 11 от 07.11.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Шабунин Сергей Николаевич, Заведующий кафедрой, радиоэлектроники и телекоммуникаций

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Знакомство и работа с операционными системами реального времени FreeRTOS, Zephyr и эмуляторами SOC	<ul style="list-style-type: none">• Основные IDE, средства разработки и отладки, их отличия и особенности;• Cmake/make/ninja/Kconfig, консольные системы сборки;• Типы многозадачности Zephyr/FreeRTOS;• Создание многопоточных приложений;• Коммуникации между потоками Zephyr/FreeRTOS, shared-структуры, типы блокировок, очереди, мэйлбоксы;• Linux Device Tree vs Zephyr Device Tree;• Создание декларативного описания всей платформы (SOC+peripheral) в Zephyr;• Создание переносимых между архитектурами/SOC проектов в Zephyr;• Методики оптимизации ресурсов SOC;• Библиотеки основных математических алгоритмов для систем с ограниченными ресурсами и особенности их использования;• Обзор и использование тестовых фреймворков для встраиваемых систем, основы тестирования;

		<ul style="list-style-type: none"> • Особенности работы с периферией и сетевыми адаптерами Bluetooth, LTE-M, USB/Ethernet, USB/Serial, USB/HID, USB/Custom, Ethernet в этих OS; • Средства аппаратной отладки. Обзор, виды протоколов, особенности использования
2	Знакомство с сетевыми протоколами IoT. Обзор, особенности и работа на эмуляторе	<p>MAC, сетевые, транспортные, прикладные и инфраструктурные протоколы IoT. Иерархия протоколов.</p> <p>Практическая работа: Развёртывание систем на эмуляторах ARM в операционной системе Zephyr</p> <p>Знакомство с современными высокоинтегрированными SOC.</p> <p>Работа с периферией.</p>
3	Знакомство с технологией UWB (Ultra Wide Band), и продление знакомства с SOC в законченную систему	<ul style="list-style-type: none"> • Стандарт IEEE 802.15.4z; • Чипы и сборки компании Decawave: DW1000, DW3000, DWM1000x, DWM3000x; • Особенности импульсной модуляции BPM/BPSK. Почти как в радиолокаторах; • Особенности средств точного измерения относительного времени отправки/прихода пакета - Вплоть до 5 Пс; • Моделирование пары приёмник/передатчик BPM/BPSK + эфир в среде Matlab. Изучение помехоустойчивости и стойкости к интерференции; • Архитектура системы сверхточного позиционирования (< 8 см) внутри и вне зданий; • Основные топологии позиционирования: <ul style="list-style-type: none"> o TDoA (Time Difference of Arrival); o RTDoA (Reverse TDoA); o TWR (Two-Way Ranging); o Сравнение этих трёх технологий с точки зрения точности измерений, потребляемой автономным устройством мощности и нишам применения; • Отличие стандарта IEEE 802.15.4z от IEEE 802.15.4a. <ul style="list-style-type: none"> o Криптование временных показаний и данных в эфире; o Ограничения в диапазонах несущей частоты и полосах частот; • Знакомство с фильтрами Калмана и ковариационными матрицами; • Улучшение качества измерений: <ul style="list-style-type: none"> o Калмановская фильтрация. Исследование и подбор ковариационных матриц для метрик UWB;

		<ul style="list-style-type: none"> о Добавление относительных измерений датчиков 9DOF в абсолютную ковариационную матрицу метрик UWB; о Термостатированные локальные генераторы; о Применение дорогих и габаритных сборок IMU от Analog Devices; TODO названия сборок • Мероприятия по глобальной сверхточной синхронизации времени в системе.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей

Электронные ресурсы (издания)

1. Сузи, Р. А.; Язык программирования Python : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233288> (Электронное издание)
2. Северенс, Ч., Ч.; Введение в программирование на Python; Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429184> (Электронное издание)
3. Шелудько, В. М.; Основы программирования на языке высокого уровня Python : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500056> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бабич, М. В., Кубланов, В. С.; Встраиваемые информационно-измерительные системы для медицинских приборов : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2022 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://habr.com/ru/companies/rostelecom/articles/432166/>

<https://openweave.io/?hl=ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://habr.com/ru/companies/rostelecom/articles/432166/>

<https://openweave.io/?hl=ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Подключение к сети Интернет	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM