

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1152342	Проектирование радиоэлектронных устройств

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код ОП</b> 1. 11.03.03/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Конструирование и технология электронных средств	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.03.03

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проектирование радиоэлектронных устройств

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание дисциплин модуля позволит студентам изучить автоматизированное сквозное проектирование радиоэлектронных устройств, совершенствовать навыки разработки электрических схем с микроконтроллерами и проектирования печатных плат. В результате изучения модуля студент приобретает умение использовать системы автоматизированного проектирования для разработки проектной и технической документации, выполнения законченных конструкторских работ. В модуль входят дисциплины: Автоматизированное проектирование электронных средств, Проектирование микроконтроллерных устройств, Проектирование цифровых устройств на кристалле, Современные технологии моделирования электронных средств.

## 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	Современные технологии моделирования электронных средств	3
2	Автоматизированное проектирование электронных средств	4
3	Проектирование цифровых устройств на кристалле	3
4	Проектирование микроконтроллерных устройств	3
ИТОГО по модулю:		13

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Электроника и схемотехника
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Конструирование электронных средств 2. Методы и устройства испытаний электронных средств

## 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
Автоматизированное проектирование электронных средств	ПК-1 - Способен выполнять расчет и моделирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизированного проектирования	<p>З-3 - Объяснять возможности средств автоматизированного проектирования, моделирования и синтеза электронных устройств</p> <p>П-1 - Выполнять анализ готовых известных технических моделей компонентов, деталей и узлов</p> <p>П-2 - Выполнять разработку узлов, деталей и модулей электронных средств с учётом технических требований, используя оптимальные методы расчёта, моделирования и проектирования</p>
	ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования	<p>З-3 - Объяснять правила проектирования печатных плат и знать принципы использования средств компьютерного проектирования плат радиоэлектронных устройств</p> <p>У-3 - Добавлять в разрабатываемые электрические схемы и печатные платы защиту от помех и нештатных условий эксплуатации</p> <p>П-2 - Выполнять разработку средствами сквозного проектирования электрических схем и печатных плат</p>
Проектирование микроконтроллерных устройств	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	<p>З-1 - Изложить типовые схемы управления и измерения при помощи микроконтроллеров в электронной аппаратуре</p> <p>З-2 - Объяснять принципы построения программного обеспечения для микроконтроллеров и процессоров</p> <p>З-3 - Изложить методы тестирования программного обеспечения для цифро-аналоговых радиоэлектронных устройств</p> <p>У-1 - Выбирать оптимальные варианты построения разрабатываемого программного обеспечения и схем управления, обеспечивающие минимальное количество ошибок и максимальную надёжность</p>

		<p>У-2 - Систематизировать информацию для решения задач программирования на языках высокого уровня</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий для инициализации и тестирования основных периферийных блоков и интерфейсов микроконтроллеров</p> <p>П-1 - Использовать для отладки и тестирования программного обеспечения электронную измерительную аппаратуру</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт программирования и отладки микроконтроллеров</p>
Проектирование цифровых устройств на кристалле	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	<p>З-1 - Изложить типовые схемы управления и измерения при помощи микроконтроллеров в электронной аппаратуре</p> <p>З-2 - Объяснять принципы построения программного обеспечения для микроконтроллеров и процессоров</p> <p>З-3 - Изложить методы тестирования программного обеспечения для цифро-аналоговых радиоэлектронных устройств</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий для инициализации и тестирования основных периферийных блоков и интерфейсов микроконтроллеров</p> <p>П-1 - Использовать для отладки и тестирования программного обеспечения электронную измерительную аппаратуру</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт программирования и отладки микроконтроллеров</p>
Современные технологии моделирования электронных средств	ПК-1 - Способен выполнять расчет и моделирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизированного проектирования	<p>З-2 - Объяснять методы моделирования современных электронных средств и их узлов</p> <p>З-3 - Объяснять возможности средств автоматизированного проектирования, моделирования и синтеза электронных устройств</p> <p>У-2 - Выбирать оптимальные методы моделирования различных элементов электронных средств и интерпретировать полученные результаты</p>

		У-3 - Определять оптимальные методы моделирования и синтезирования электронных средств
--	--	--

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные технологии моделирования**  
**электронных средств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

## 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	Основные принципы моделирования	Как организуется и для чего применяется статистический эксперимент в моделировании. Постановка задачи, допущения моделирования, анализ полученных результатов. Различные виды моделирования, их достоинства и недостатки. Теорема Котельникова. Как применять её на практике при моделировании сигналов.
2	Моделирование сигналов	Для чего применяется модуляция сигналов. Основные виды модуляции. Виды аналоговой непрерывной модуляции, их свойства. Виды цифровой непрерывной модуляции, их свойства. Виды импульсной модуляции, их свойства. Затухание сигналов с увеличением расстояния между передатчиком и приёмником. По какому закону изменяется затухание и как зависит от частоты. Понятие спектра сигнала, какую информацию несёт в себе спектр сигнала. Что такое БПФ и ОПФ и для чего они применяются.
3	Моделирование электронных средств	Идеальные и реальные фильтры. Основные параметры, отличия. Адаптивные фильтры, принципы работы. Демодуляция сигналов, принципы работы. Линейные преобразования



		<p>сигналов в электронике. Нелинейные преобразования сигналов в электронике, их свойства. Основные параметры сигналов.</p> <p>Зачем применяются шумы и случайные процессы в моделировании. Измерение параметров сигналов.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология создания коллектива	ПК-1 - Способен выполнять расчет и моделирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизированного проектирования	У-2 - Выбирать оптимальные методы моделирования различных элементов электронных средств и интерпретировать полученные результаты

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные технологии моделирования электронных средств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Бонч-Бруевич, А. М.; Анализ результатов схемотехнического моделирования в пакетах Multisim 10 и MATLAB: методические указания : методическое пособие.; МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258534> (Электронное издание)
2. ; Практическая электротехника: основы электротехники с использованием MATLAB/Simulink : учебное пособие.; Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), Архангельск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436403> (Электронное издание)
3. ; Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781> (Электронное издание)
4. , Лучинин, А. С., Трухин, М. П.; Обработка сигналов в типовых радиотехнических звеньях : Метод. указания к курсовой работе по дисциплине "Радиотехн. сигналы и цепи" для студентов оч.-заоч. формы обучения специальностей: 200700-Радиотехника; 200800-Проектирование радиоэлектрон. средств.;

### **Печатные издания**

1. Тарануха, В. П.; Компьютерное моделирование при анализе сигналов и устройств электронных средств : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств".; Издательство ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск; 2015 (1 экз.)
2. Трухин, М. П., Поршневу, С. В.; Моделирование сигналов и систем : учебное пособие. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (41 экз.)
3. Трухин, М. П., Поршневу, С. В.; Моделирование сигналов и систем : учебное пособие. Ч. 2. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (29 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть \_Лань\_ <http://e.lanbook.com>

Портал информационно\_образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.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**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Современные технологии моделирования электронных средств**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</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
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Автоматизированное проектирование**  
**электронных средств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

## 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	Altium Designer. Графический интерфейс и параметры проекта	Графическая зона интерфейс системы автоматизированного проектирования Altium Designer, область проекта, настройка рабочих параметров проекта. Единицы измерения. Шаговая привязка, привязка к прямоугольной координатной сетке.
2	Создание условно-графических обозначений компонента	Настройка параметров чертежа. Создание условно-графического обозначения компонентов в соответствии с требованиями ГОСТ.
3	Создание посадочных мест	Создание посадочных мест компонентов с учетом технологических требований производства печатных плат.
4	Создание электрических принципиальных схем	Настройка параметров: подключение библиотеки, выбор привязки и координатной сетки, подключение и автоматическое заполнение штампа чертежа. Создание схемы электрической принципиальной с учетом требований ГОСТ.
5	Создание печатных плат	Настройка параметров: выбор количества слоев, создания правил и требований к печатной плате. Создание печатных плат электронных средств с учетом технологических требований производства печатных плат.
6	Правила проектирования печатных плат	Правила размещения компонентов на печатных платах. Правила трассировки печатных плат. Практические задачи по трассировке печатных плат.

## 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология образования в сотрудничестве	ПК-2 - Способен разрабатывать электрические принципиальные схемы и печатные платы радиоэлектронных устройств с использованием средств компьютерного проектирования	П-2 - Выполнять разработку средствами сквозного проектирования электрических схем и печатных плат

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Автоматизированное проектирование электронных средств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Яцук, А. Н.; Система автоматизированного проектирования Altium Designer: практикум : учебное пособие.; РИПО, Минск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497532> (Электронное издание)
2. Лопаткин, А., А.; Проектирование печатных плат в Altium Designer : монография.; ДМК Пресс, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565235> (Электронное издание)
3. Девятков, Г. Н.; Проектирование печатных узлов в ALTIUM DESIGNER : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576185> (Электронное издание)
4. Соседко, В. В.; Система автоматизированного проектирования печатных плат - Altium Designer : учебное пособие.; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/90599.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Сабунин, А. Е.; Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2010 (1 экз.)
2. Суходольский, В. Ю.; Altium Designer. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2014 (1 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть \_Лань\_ <http://e.lanbook.com>

Портал информационно\_образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.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**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Автоматизированное проектирование электронных средств**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

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



		<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>	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование цифровых устройств на**  
**кристалле**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

## 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	Введение	Задачи курса, его содержание и объем. АРХИТЕКТУРА ПЛИС. Семейство микросхем Spartan-6, Virtex-6, Kintex-7, Zynq.
2	Маршрут проектирования. Высокоуровневый синтез - HLS (High-Level Synthesis)	Особенности среды, маршрут проектирования, временные ограничения и временные отчеты. Техника создания синхронных схем на FPGA, использование ресурсов кристалла, корректное описание схемы на HDL, размещение контактов, глобальные временные ограничения в XDC (Xilinx Design Constraint). Использование среды для создания, синтеза и имплементации проекта. Оптимизация кода для высокоскоростных схем. Использование языка C. Примеры использования HLS, методология, различные методики для моделирования, синтеза и верификации.
3	Основы временного анализа	Задание временных требований; анализ результатов, оптимизация временных характеристик, анализаторы Design Rule Check (DRC) и Simultaneous Switching Noise (SSO), анализ структуры проекта и временных параметров, создание ядер, синтез, имплементация. Наложение временных ограничений на source-synchronous и system-synchronous интерфейсы. Использование Floorplanning для повышения быстродействия. Создание и использование скриптов Tcl.
4	Анализ и отладка проектов	Методика оценки потребляемой мощности; отладка в составе системы: основы работы с логическим анализатором ChipScope Pro; средство задания тестовых выводов SignalProbe; редактор

		In-System Memory Content Editor, создание контрольных сигналов внутри СБИС ПЛ; редакторы PlanAhead и Resource Property Editor.
5	Разработка систем на кристалле	<p>методика и принципы создания проектов; компоненты, интерфейсы, иерархическое проектирование; особенности использования и моделирования. Архитектура и эффективное использование модуля Agile Mixed Signal (AMS). Параметры и преимущества SoC Zynq. Архитектура процессорной системы ARM® Cortex™-A9 и интегрированной программируемой логики.</p> <p>Разработка, расширение и изменение встроенной микропроцессорной системы на базе Zynq в среде Embedded Development Kit (EDK).</p> <p>Разработка программного обеспечения для процессорной системы на базе Zynq в среде Software Development Kit (SDK) и в среде Embedded Development Kit (EDK). Разработка приложений для процессоров ARM® Cortex™-A9 и MicroBlaze™.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология образования в сотрудничестве	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	П-1 - Использовать для отладки и тестирования программного обеспечения электронную измерительную аппаратуру

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование цифровых устройств на кристалле

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Наваби, З.; Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС : монография.; ДМК Пресс, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565713> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Соловьев, В. В., Климович, Климович А.; Логическое проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем; Горячая линия - Телеком, Москва; 2008 (5 экз.)

2. Соловьев, В. В.; Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog; Горячая линия - Телеком, Москва; 2015 (1 экз.)
3. Амосов, В. В.; Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. 220100 "Систем. анализ и упр." и 230100 "Информатика и вычисл. техника".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2007 (4 экз.)
4. Суворова, Е. А., Шейнин, Ю. Е.; Проектирование цифровых систем на VHDL; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2003 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть \_Лань\_ <http://e.lanbook.com>

Портал информационно\_образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.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**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Проектирование цифровых устройств на кристалле**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</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
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование микроконтроллерных**  
**устройств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

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

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

## 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	Схемотехника микроконтроллеров	Схемы на микроконтроллерах. Принципы управления различными устройствами с помощью микроконтроллера. Генерирование сигналов с различными видами модуляции.
2	Периферия микроконтроллеров	Регистры общего назначения. Регистры ввода-вывода. Применение булевой алгебры для обращения к регистрам. Память. Счётчики команд и стековая память. Система прерываний. Таймеры счётчики. Интерфейс USART. Интерфейс SPI. Интерфейс USB. Аналого-цифровые преобразователи микроконтроллеров. Цифроаналоговые преобразователи микроконтроллеров.
3	Техника программирования микроконтроллеров	Простейшие программы. Использование флагов. Использование прерываний. Использование буферов FIFO и LIFO. Использование операционных систем реального

		времени. Техника отладки программ. Тестирование программного обеспечения.
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология образования в сотрудничестве	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	У-1 - Выбирать оптимальные варианты построения разрабатываемого программного обеспечения и схем управления, обеспечивающие минимальное количество ошибок и максимальную надёжность

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование микроконтроллерных устройств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Водовозов, А. М.; Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444183> (Электронное издание)
2. Фрунзе, А. В.; Микроконтроллеры? Это же просто! : учебное пособие.; Додэка XXI, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578142> (Электронное издание)
3. Болл, С. Р.; Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров : практическое пособие.; ДМК Пресс|Додэка-XXI, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578099> (Электронное издание)
4. Алиев, М. Т.; Интерфейсы микроконтроллеров : учебное пособие.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612571> (Электронное издание)
5. Балдин, К. В.; Математическое программирование : учебник.; Дашков и К°, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112201> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Дурнаков, А. А., Добряк, В. А.; Программирование микроконтроллеров АТМЕL на языке ассемблера : метод. указания к лаб. работе N 3 по курсу "Электроника и схемотехника" для студентов всех форм обучения специальностей 075600 - Информ. безопасность телекоммуникац. систем ; 200700 - Радиотехника.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (5 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть \_Лань\_ <http://e.lanbook.com>

Портал информационно\_образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.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**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Проектирование микроконтроллерных устройств**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</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
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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