

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
1149326	Проектирование цифровых устройств на кристалле

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	Гусев Андрей Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Департамент радиоэлектроники и связи
2	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 цифровых устройств на кристалле

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Целью освоения дисциплины-модуля является изучение методов проектирования и моделирования работы цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики. Рассматриваются оптимальные структуры цифрового устройства для решения конкретной задачи, с минимальным энергопотреблением и требуемым быстродействием. Модуль базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: математика, физика, схемотехника цифровых устройств.

## 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 цифровых устройств на кристалле	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Цифровые устройства
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 цифровых устройств на кристалле	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	З-2 - Объяснять принципы построения программного обеспечения для микроконтроллеров и процессоров З-3 - Изложить методы тестирования программного обеспечения для цифро-аналоговых радиоэлектронных устройств

		<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-2 - Иметь практический опыт программирования и отладки микроконтроллеров</p>
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**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	Гусев Андрей Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	Департамент радиоэлектроники и связи
2	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:

## 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, Zinq.
2	Маршрут проектирования. Высокоуровневый синтез - HLS (High-Level Synthesis)	Создание проекта, управление проектом; схемный ввод; создание конечных автоматов; методология и правила проектирования на базе СБИС ПЛ; режимы компиляции; назначения и установки; назначение выводов СБИС; анализ результатов компиляции; моделирование средствами пакета Quartus II, программирование.
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	Оптимизация проектов	Оптимизация проектов под выбранное семейство микросхем. Рекомендации по синтезу проекта, анализ проекта,

		распределение проекта в кристалле, увеличение быстродействия с помощью Area Constraints и Pblock, отладка схемы с ChipScore Pro, сохранение результатов реализации проекта в кристалле с Partitions.
6	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). 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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3 - Способен разрабатывать и тестировать программное обеспечение для современных радиоэлектронных устройств	<p>З-2 - Объяснять принципы построения программного обеспечения для микроконтроллеров и процессоров</p> <p>З-3 - Изложить методы тестирования программного обеспечения для цифровых аналоговых радиоэлектронных устройств</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию для решения задач программирования на языках</p>

				<p>высокого уровня</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий для инициализации и тестирования основных периферийных блоков и интерфейсов микроконтроллеров</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт программирования и отладки микроконтроллеров</p>
--	--	--	--	---

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)
2. Перельройзен, Е. З.; Проектируем на VHDL; СОЛОН-Пресс, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/90308.html> (Электронное издание)
3. Бибило, П. Н.; VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/90406.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Соловьев, В. В.; Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog; Горячая линия - Телеком, Москва; 2015 (1 экз.)
2. Зотов, В. Ю.; Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX; Горячая линия - Телеком, Москва; 2006 (1 экз.)

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

По программе развития открытого образования проводится электронное и смешенное обучение студентов на базе ADOBE Connect - [learn.urfu.ru](http://learn.urfu.ru) - выложены электронные учебно-методические материалы

### **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

№ 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 Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
---	----------------------------------	---	---