


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

«СОГЛАСОВАНО»


Декан ФЭ

 / Н.М. Верещагин
«08» 06 2020 г




«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко
06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП

 / М.В. Чиркин
«08» 06 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 «Основы проектирования электронной компонентной базы»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки

«Электронные приборы и устройства»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 №927

Разработчики
к.т.н., доцент кафедры «Электронные приборы»



В. К. Базылев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«09» 06 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор



М.В. Чиркин

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Цель освоения дисциплины – подготовка студентов к решению задач, связанных с проектной, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельностью в области создания электронной компонентной базы, а именно, цифровых устройств на базе сверхбольших интегральных схем (СБИС).

Задачи дисциплины:

- изучение основных классов СБИС и наиболее распространенных технологий реализации цифровых устройств;
- изучение основного алгоритма проектирования СБИС и его различий для классов заказных микросхем (ASIC) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- изучение языка описания аппаратуры Verilog и пакетов САПР ModelSim и Quartus;
- получение навыков практического использования базовых синтаксических конструкций языка Verilog для формирования типовых цифровых узлов и построения испытательных файлов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	<u>Знать:</u> способы представления материалов исследований в виде, удобном для анализа <u>Уметь:</u> анализировать и систематизировать результаты деятельности <u>Владеть:</u> методиками представления результатов экспериментальных (приборных) и компьютерных работ в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина "Основы проектирования электронной компонентной базы" Б1.О.22 относится к вариативной части блока 1 профессионального цикла дисциплин ОПОП «Электронные приборы и устройства» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 6 семестре.

Пререквизиты дисциплины. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: "Математика", "Информатика", "Твердотельная электроника", "Теоретические основы электротехники", "Пакеты прикладных программ", «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Физические основы электроники».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: общие разделы высшей математики (алгебра), разделы информатики (системы счисления, двоичная арифметика, Булева алгебра, логические элементы, язык программирования высокого уровня), разделы твердотельной электроники (полевые транзисторы с изолированным затвором, КМОП - технология, КМОП инвертор).

уметь: использовать двоичную арифметику и Булеву алгебру, программировать на языке высокого уровня (Си, Паскаль);

владеть: языком программирования высокого уровня (Си, Паскаль).

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» является основой для дальнейшего изучения дисциплин, «Основы технологии электронной компонентной базы», «Схемотехника», «Электронные цепи и сигналы», «Актуальные проблемы твердотельной электроники», «Актуальные проблемы микроэлектроники».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет зачетных единицы (4Е), 144 часов

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48	-	-
Лекции	32	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	0	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	96	-	-
Курсовой проект/ курсовая работа	16	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	40	-	-
Консультации в семестре	6	-	-
Иные виды самостоятельной работы	34	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	экзамен	-	-

4. Содержание дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Электронная компонентная база. Проектирование СБИС.

Понятие электронной компонентной базы. Электронные компоненты с наноразмерными структурами. Телекоммуникационные оптические приемники и передатчики, кремниевые СБИС (VLSI). Основные классы СБИС. Заказные ИС (ASIC), универсальные СБИС (MCU, DSP), ПЛИС (FPGA). Общий алгоритм проектирования СБИС. Особенности проектирования ASIC в отечественных условиях. Системные инструменты проектирования. Основные мировые производители САПР. Производители ПЛИС. Пакеты разработчика ModelSim и Quartus II.

Тема 2. Структура конструкторского файла. Испытательные файлы.

Языки описания цифровых устройств. Язык Verilog HDL. Уровни описания цифровых устройств: системный, поведенческий, структурный, уровень регистровых передач (RTL), вентильный. Тенденции развития языков описания аппаратуры. Пример конструкторского файла на языке Verilog. Модуль как основной компонент описания цифрового устройства. Основные синтаксические блоки описания модуля. Порты. Типы портов. Переменные для описания цепей. Переменные с памятью. Функциональное моделирование устройств. Назначение и структура испытательных файлов. Правила употребления типов портов. Простейшие средства управления временем. Системные задачи контроля над процессом моделирования.

Тема 3. Основные синтаксические конструкции комбинационных устройств.

Основные логические примитивы. Употребление примитивов в модуле. Значения логических переменных. Логические операции. Оператор непрерывного присваивания. Понятие шины. Многоуровневые порты и переменные. Побитовые операции. Унарные побитовые операции. Операции конкатенации и повторения. Понятие комбинационного цифрового устройства. Основные универсальные комбинационные узлы. Дешифратор, унитарный код, двоичные дешифраторы. Мультиплексор. Компаратор, операции сравнения и идентичности. Сумматор, многоуровневый сумматор, арифметические операции. Экспериментальное исследование цифровых узлов. Простейшее применение процедурных операторов.

Тема 4. Иерархическое построение проектов.

Построение сложного цифрового устройства из нескольких элементарных модулей. Описание модулей. Объявление экземпляров модулей. Порядковый способ подключения портов модуля. Поименный способ подключения портов. Область видимости переменных и пространства имен. Глобальные имена, локальные имена, иерархические (составные) имена. Употребление массивов примитивов и модулей. Особенности подключения портов для массивов примитивов и модулей.

Тема 5. Универсальные параметризованные модули.

Литеральные и именованные константы. Типы литеральных констант. Особенности употребления констант. Знаковые и беззнаковые константы. Параметры, назначение, объявление, переопределение. Пример описания универсального параметризованного модуля. Настройка экземпляра параметризованного модуля.

Тема 6. Основные синтаксические конструкции последовательностных устройств.

Понятие синхронизации. Синхронные и асинхронные цифровые устройства. Синхроимпульсы. Процедурные операторы, применение в конструкторском файле. Процедурное управление временем. Список реагирования процедурного оператора. Реагирование на фронты синхроимпульсов. Управляющие процедурные операторы. Условный оператор. Простой синхронный D-триггер. Двоичный счетчик. Счетчик по указанному модулю. Оператор варианта. Регистр сдвига. Комбинационные устройства на базе процедурных операторов, специфические дешифраторы. Циклические операторы. Процедурные операторы присваивания. Моделирование синхронных цифровых устройств. Задание синхроимпульсов в испытательном файле. Инициализирующие значения сигналов. Функции в языке Verilog.

Тема 7. Архитектура ПЛИС типа CPLD и FPGA.

Основные архитектурные отличия ПЛИС типа CPLD и FPGA. Преимущества и недостатки архитектуры FPGA. Основные компоненты микросхем FPGA. Структурная схема логического элемента. Блоки памяти. Аппаратные умножители. Структура межсоединений. Система синхронизации. Блоки ввода/вывода. Простейшие интерфейсные стандарты.

Тема 8. Способы конфигурирования ПЛИС.

Системы хранения конфигурационных данных ПЛИС типа CPLD и FPGA. Интерфейс JTAG. Конфигурирование в системе. Аппаратное обеспечение процесса конфигурирования.

Тема 9. Синтезируемые и не синтезируемые конструкции.

Синтезируемые и не синтезируемые конструкции языка Verilog. Блок generate. Сущность и назначение не синтезируемых элементов. Директивы компилятора. Системные задачи. Масочные варианты реализации проектов цифровых устройств на ПЛИС, преимущества и недостатки.

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем	Самостоятельная работа обучающихся
-------	------	--------------------------------	--	------------------------------------

			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Введение. Электронная компонентная база. Проектирование СБИС	4	2	2	-	-	2
2	Структура конструкторского файла. Испытательные файлы	12	8	4	-	4	4
3	Основные синтаксические конструкции комбинационных устройств	16	12	8	-	4	4
4	Иерархическое построение проектов	6	2	2	-	-	4
5	Универсальные параметризованные модули	6	2	2	-	-	4
6	Основные синтаксические конструкции последовательностных устройств	18	10	6	-	4	8
7	Архитектура ПЛИС типа CPLD и FPGA	4	4	4	-	-	-
8	Способы конфигурирования ПЛИС	14	6	2	-	4	8
9	Синтезируемые и не синтезируемые конструкции	2	2	2	-	-	-
10	Курсовой проект	16					16
11	Консультации в семестре	6					6
12	Экзамен	40					40
	Всего:	144	48	32	-	16	96

4.3 Виды практических и лабораторных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение. Электронная компонентная база. Проектирование СБИС	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	2
2	Структура конструкторского файла. Испытательные файлы	Самостоятельная работа обучающегося	Использование совершенной дизъюнктивной нормальной формы для формирования логической функции из таблицы истинности. Использование совершенной конъюнктивной нормальной формы для формирования логической функции из таблицы истинности	4
		Лабораторная работа	Подготовка модулей на языке Verilog	4
3	Основные синтаксические конструкции комбинационных устройств	Лабораторная работа	Иерархический проект	4

		Самостоятельная работа обучающегося	Дешифратор семисегментного индикатора с 3-х разрядным входом. Разработка параметризованного модуля. Подготовка к лабораторным работам.	4
4	Иерархическое построение проектов	Самостоятельная работа обучающегося	Массивы примитивов. Компаратор равенства двоичных чисел с входом разрешения работы.	4
5	Универсальные параметризованные модули	Самостоятельная работа обучающегося	Универсальный параметризуемый модуль. Четырёхразрядный сумматор.	4
6	Основные синтаксические конструкции последовательностных устройств	Самостоятельная работа обучающегося	Понятие синхронизации. Синхронные и асинхронные цифровые устройства. Синхроимпульсы. Процедурные операторы, применение в конструкторском файле. Простой синхронный D-триггер. Двоичный счетчик. Счетчик по указанному модулю. Оператор варианта. Регистр сдвига. Комбинационные устройства на базе процедурных операторов, специфические дешифраторы.	8
		Лабораторная работа	Проектирование последовательностных устройств	4
7	Способы конфигурирования ПЛИС	Самостоятельная работа обучающегося	Системы хранения конфигурационных данных ПЛИС типа CPLD и FPGA. Интерфейс JTAG. Конфигурирование в системе. Аппаратное обеспечение процесса конфигурирования.	8
		Лабораторная работа	Применение процедурных операторов	4
8	Курсовой проект	Самостоятельная работа обучающегося	Проектирование генератора периодических импульсов специальной формы (курсовой проект).	16
9	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	6
10	Экзамен	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	40

4.4. Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

1. Основы проектирования электронной компонентной базы (часть 1): методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. н-т; сост. А. С. Ашихмин.– Рязань: РГРТУ, 2012. – 36 с.

2. Основы проектирования электронной компонентной базы (часть 2): методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. н-т; сост. А. С. Ашихмин.–Рязань: РГРТУ, 2014. – 44 с.

3. Ашихмин А. С. Цифровая схемотехника. Шаг за шагом. – М.: Издательство "Диалог-МИФИ", 2008. – 304 с.

4. Свободно распространяемое программное обеспечение для функционального моделирования цифровых устройств фирмы Mentor Graphics - ModelSim® 6.5a.

5. Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на ПЛИС фирмы Altera Corporation - Quartus II 10.0

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы проектирования электронной компонентной базы», содержат необходимый теоретический материал для выполнения курсового проекта, а также материалы для усвоения тем самостоятельной работы и на предмет оценки формирования контролируемых компетенций (п.1).

1. Ашихмин А. С. Цифровая схемотехника. Шаг за шагом. – М.: Издательство "Диалог-МИФИ", 2008. – 304 с.

2. Ашихмин А.С. Программируемые логические интегральные схемы (часть I). Учебное пособие. – Рязань: РГРТА, 2005. – 88 с.

3. Основы проектирования электронной компонентной базы: методические указания к курсовому проекту./ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. В. К. Базылев– Рязань: РГРТУ, 2017. – 40 с. *(в печати)*

4. Кондратенко Ю.П., Мохор В.В., Сидоренко С.А. Verilog-HDL для моделирования и синтеза цифровых электронных схем: Учебное пособие под ред. Ю.П. Кондратенко. - Николаев: "Издательство НГГУ им. Петра Могилы", 2002.- 222 с.

5. Свободно распространяемое программное обеспечение для функционального моделирования цифровых устройств фирмы Mentor Graphics - ModelSim® 6.5a.

6. Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на ПЛИС фирмы Altera Corporation - Quartus II 10.0.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «основы проектирования электронной компонентной базы»).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная учебная литература:

1) Кондратенко Ю. П., Мохор В. В., Сидоренко С. А. Verilog-HDL для моделирования и синтеза цифровых электронных схем. Учебное пособие. Николаев, Издательство НГГУ, 2002.

2) Ашихмин А. С. Цифровая схемотехника. Шаг за шагом. – М.: Издательство "Диалог-МИФИ", 2008. – 304 с.

3) . Ашихмин А.С. Программируемые логические интегральные схемы (часть I). Учебное пособие. – Рязань: РГРТА, 2005. – 88 с.

4) Стешенко В. Б. EDA. Практика автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Издательство Нолидж, 2002. – 768 с.

5) Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. –

М.: "СОЛОН-Пресс", 2003. – 320с.

6) Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2004. – 528с.

7) Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. Второе издание. Издательство Morgan Kaufman. 2013. – 1662 с.

7.1 Дополнительная учебная литература:

1) Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. - СПб.: "БХВ-Петербург", 2007. - 560 с.

2) Организация ЭВМ, 5-е изд. / К. Хамахер, З. Вранешич, С. Заки. – СПб.: Питер ВХВ, 2003. – 848 с.

3) Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. М.: "Техносфера", 2004. – 216 с.

4. Wolf Wayne. Modern VLSI Design. System-on-Chip Design. Third Edition. Prentice Hall PTR, 2002. - 618 с.

5. ModelSim® User's Manual. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 580 p.

6. ModelSim® Reference Manual. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 356 p.

7. ModelSim® Tutorial. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 88 p.

8. Quartus II Verion 10.0 Handbook. Altera Corporation, 2010. - 2728 p.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели). Расписание консультаций вывешивается на весь семестр на доске объявлений лаборатории по дисциплине. В конце консультации проводится тест по теме, при успешном прохождении которого тема считается изученной.

К каждой лабораторной работе надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

9. Перечень информационных и образовательных технологий

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», при изучении студентами дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся..

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

– доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;

– необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

Необходимое программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Пакет Microsoft Office или иное свободно распространяемое программное обеспечение.
3. Свободно распространяемое программное обеспечение для функционального моделирования цифровых устройств фирмы Mentor Graphics - ModelSim® 6.5a.
4. Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на ПЛИС фирмы Altera Corporation - Quartus II 10.0.

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходима следующая материально-техническая база.

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

2. Лабораторные работы:


- Компьютерный класс
- Образцы отчетов по лабораторным работам.

3. Курсовая работа

- Компьютерный класс для проведения расчёта курсового проекта.
- Отладочные комплекты цифровых устройств на ПЛИС семейства Cyclone IV - 5 шт., цифровые осциллографы – 5 шт;

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (квалификация выпускника – бакалавр, форма обучения – очная).

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры
«Электронные приборы»



В. К. Базылев