

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

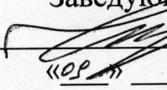

/ Н.М. Верещагин
«09» 06 2020 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор РОПиМД


/ А.В. Корячко
06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП


/ М.В. Чиркин
«09» 06 2020 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 «Сверхбольшие интегральные схемы»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

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»



Базылев В.К.

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



Серебряков А.Е.

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

Рабочая программа по дисциплине «Сверхбольшие интегральные схемы» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Цель освоения дисциплины – изучение современной электронной компонентной базы устройств сбора и обработки данных на основе заказных СБИС и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

Задачи дисциплины:

Задачи изучения дисциплины распределены между двумя ее модулями, изучаемыми в 7-м, 8-м семестрах, соответственно, по очной форме обучения.

Модуль 1

Подготовить студента к решению типовых задач, связанных с проектной деятельностью в области создания электронной компонентной базы, а именно, цифровых устройств на базе сверхбольших интегральных схем (СБИС) и, в частности, программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Ознакомить студентов с основными системными и прикладными (пакеты САПР) инструментами разработчика. Привить навыки проведения функционального моделирования проектируемых устройств и аппаратного конфигурирования их в ПЛИС в лабораторных условиях.

Модуль 2

- изучение основ функционирования и принципов работы микроконтроллера;
- приобретение практических навыков по программированию микроконтроллеров;
- приобретение навыков использования микроконтроллеров в задачах электроники.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	<u>Знать</u> : основные особенности проектирования цифровых устройств высокой степени сложности. <u>Уметь</u> : применять программные средства разработки для функционального моделирования микроконтроллеров и ПЛИС. <u>Владеть</u> : навыками аппаратной верификации сложных проектов на ПЛИС.

	ПК-5. Готов выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	<p><u>Знать</u>: основные технологии проектирования систем на кристалле.</p> <p><u>Уметь</u>: разрабатывать цифровые устройства средней степени сложности на базе библиотечных модулей САПР, конфигурировать ПЛИС типа CPLD и FPGA</p> <p><u>Владеть</u>: навыками проектирования, цифровых устройств средней степени сложности на базе ПЛИС.</p>
--	---	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина "Сверхбольшие интегральные схемы" (Б1.В.02) относится к вариативной части блока №1 ОПОП «Электронные приборы и устройства» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Пререквизиты дисциплины. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: "Основы проектирования электронной компонентной базы", "Информационные технологии", "Информатика".

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: основные используемые системы счисления, прямой двоичный, обратный и дополнительный коды, двоичная арифметика целых чисел, двоично-десятичный код, код ASCII, понятия логических переменных и функций, базовые функции булевой алгебры для двух переменных, законы булевой алгебры, основные синтаксические конструкции языка описания аппаратуры Verilog, логические и побитовые операции;

уметь: применять язык Verilog, как системное инструментальное средство для проектирования цифровых устройств средней степени сложности, применять стандартные САПР для функционального моделирования, синтеза и верификации цифровых устройств на базе ПЛИС, разрабатывать цифровые устройства средней степени сложности на базе библиотечных модулей САПР, конфигурировать ПЛИС типа CPLD и FPGA.

владеть: навыками проектирования, моделирования и экспериментального исследования цифровых устройств средней степени сложности на базе ПЛИС.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Курс «Сверхбольшие интегральные схемы» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: "Основы проектирования электронной компонентной базы", «Микропроцессорные системы сбора и обработки данных», «Микропроцессоры в электронных устройствах». Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетные единицы (ЗЕ), 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	216	-	-

Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	72	-	-
Лекции	40	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	16	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	144	-	-
Курсовой проект/ курсовая работа	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	40	-	-
Консультации в семестре	9	-	-
Иные виды самостоятельной работы	95	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	Модуль 1 – экзамен Модуль 2 - зачет	-	-

4. Содержание дисциплины **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

В структурном отношении программа представлена следующими модулями:

Модуль 1.

Тема 1. Основные классы СБИС. Алгоритм проектирования цифровых СБИС.

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. ПЛИС как компонентная база для разработки цифровых устройств.

Место ПЛИС среди компонентов для разработки цифровых устройств. Источники информации, необходимые разработчику цифровых устройств на ПЛИС. Средства аппаратной отладки разработанных устройств.

Тема 3. Основные варианты готовых модулей цифровых узлов.

Основные библиотеки САПР Quartus II. Примитивы логических функций. Примитивы триггеров. Примитивы входных, выходных и двунаправленных портов. Буфер с третьим состоянием `tri`. Применение буферов для конструирования двунаправленных шин. Модули микросхем 74 серии. Основные разделы библиотеки цифровых узлов мастера конфигурирования параметризованных модулей. Последовательность подготовки модуля с помощью мастера. Принципы функционирования регистра сдвига.

Тема 4. Реализация в САПР простейших устройств.

Принципы функционирования регистра сдвига. Основные конфигурируемые параметры регистра сдвига `lpm_shiftreg`. Конструкция, варианты функционирования и конфигурируемые параметры двоичного счетчика. Последовательное соединение (каскадирование) двоичных счетчиков. Назначение и возможности параметризованного модуля параллельного регистра `lpm_ff`.

Тема 5. Устройства синхронизации

Принципы функционирования устройств формирования синхроимпульсов `pll`. Основные параметры входных сигналов модуля `alt_pll`. Основные режимы работы модуля `alt_pll`: нормальный, режим синхронизации с источником и режим нулевой задержки. Дополнительные управляющие входы модуля `alt_pll`. Настройка параметров выходных синхросигналов модуля `alt_pll`.

Основные возможности модуля altclkctrl. Пример организации средств синхронизации с проекте. Двухфазная синхронизация.

Тема 6. Устройства памяти

Принципы функционирования устройств памяти. Виды памяти в цифровых устройствах. Однопортовая память ROM и ее конфигурирование. Побайтовый доступ к данным. Методика и средства инициализации памяти. Двухпортовая память ROM, особенности. Организация процессов чтения памяти ROM. Память RAM, принципиальные отличия от конфигурирования памяти ROM. Память с заранее предусмотренным способом доступа (LIFO и FIFO). Схема функционирования буфера FIFO с разными скоростями записи и чтения. Конфигурирование модуля буфера FIFO с двухчастотной синхронизацией

Тема 7. Архитектура типичных микросхем FPGA.

Основные компоненты микросхем семейства Cyclone IV. Функциональная схема логического элемента микросхем семейства Cyclone IV. Арифметический режим работы логического элемента. Нормальный режим работы логического элемента. Основные виды сигнальных связей в логическом блоке. Система синхронизации логических элементов логического блока. Система горизонтальных межблочных соединительных линий. Система вертикальных межблочных соединительных линий. Взаимодействие различных уровней иерархии сигнальных связей. Параметры аппаратных модулей памяти микросхем семейства Cyclone IV. Встроенные блоки умножителей микросхем семейства Cyclone IV.

Тема 8. Конфигурирование микросхем.

Способы конфигурирования микросхем ПЛИС фирмы Altera. Преимущества и недостатки технологии конфигурирования микросхем FPGA в сравнении с микросхемами CPLD. Микросхемы памяти с последовательной загрузкой фирмы Altera. Электрическая схема для конфигурирования микросхем FPGA в системе.

Тема 9. Конструктивные и технологические аспекты применения современных ПЛИС.

Технология установки микросхем в корпусах типа BGA на печатных платах. Методы контроля качества монтажа современных печатных плат. Стандарт JTAG. Разводка линий для передачи дифференциальных цифровых сигналов. Защита от случайных сбоев в микросхемах с нанометровым технологическим уровнем.

Модуль 2

Тема 1. Введение. Основные сведения по физике полупроводников.

Тема 2. Электрические переходы.

Тема 3. Полупроводниковые диоды.

Тема 4. Биполярные транзисторы.

Тема 5. Полевые транзисторы, IGBT транзисторы.

Тема 6. Тиристоры.

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

Модуль 1

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

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
2	ПЛИС как компонентная база для разработки цифровых устройств	Самостоятельная работа обучающегося	Средства аппаратной отладки разработанных устройств. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Изучение конспекта лекций.	6
		Практическая работа	Схемный способ описания проектов в САПР Quartus II	2
		Лабораторная работа	Проектирование конечных автоматов	4
3	Основные варианты готовых модулей цифровых узлов	Лабораторная работа	Синхронизация комбинационных устройств,	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Триггеры и буферы. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Изучение конспекта лекций	7
		Практическая работа	Проектирование простейших комбинационных устройств	2
4	Реализация в САПР простейших последовательностных устройств	Самостоятельная работа обучающегося	Двоичные счетчики. Изучение конспекта лекций	7
		Практическая работа	Проектирование дешифратора	4
5	Устройства синхронизации	Самостоятельная работа обучающегося	Устройство и принципы функционирования ФАПЧ. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Изучение конспекта лекций	6
		Практическая работа	Синхронизация работы компонентов дешифратора	4
		Лабораторная работа	Модули синхронизации пакета Quartus II	4
6	Устройства памяти	Самостоятельная работа обучающегося	Принципы функционирования устройств памяти. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Изучение конспекта лекций	8
		Лабораторная работа	Модули памяти RAM пакета Quartus II	4
		Практическая работа	Модули памяти ROM пакета Quartus II	2
7	Архитектура типичных микросхем FPGA	Самостоятельная работа обучающегося	Семейство ПЛИС фирмы Altera. Изучение конспекта лекций	5
		Практическая работа	Проектирование конечных автоматов	2
8	Конфигурирование микросхем	Самостоятельная работа обучающегося	Способы конфигурирования микросхем ПЛИС. Изучение конспекта лекций	5

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
9	Конструктивные и технологические аспекты применения современных ПЛИС	Самостоятельная работа обучающегося	Проектирование цепей питания ПЛИС. Изучение конспекта лекций	5
10	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к теоретическому зачету	5
11	Экзамен и консультации	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	40
Модуль 2				
	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к теоретическому зачету	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Модуль 1.

1. Книшев, Д.А. ПЛИС фирмы "Xilinx": описание структуры основных семейств [Электронный ресурс] / Д.А. Книшев, М.О. Кузелин. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 230 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60951>. — Загл. с экрана.

2. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. — М.: "СОЛОН-Пресс", 2003. — 320с.

3. Stuart Sutherland. Verilog® HDL Quick Reference Guide. Sutherland HDL, Inc. 2007. - 50 p. - http://sutherland-hdl.com/pdfs/verilog_2001_ref_guide.pdf

Модуль 2.

Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

Модуль 1.

1. Ашихмин А.С. Цифровая схемотехника. Современный подход. — М.: "ТехБук", 2007. — 288 с.

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

Модуль 2

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 «Сверхбольшие интегральные схемы»).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освое-

ния дисциплины

Основная учебная литература:

Модуль 1.

1. Максфилд, К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Максфилд. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 407 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60987>. — Загл. с экрана. 2. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: "СОЛОН-Пресс", 2003. – 320с.

2. Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС [Электронный ресурс] / З. Наваби ; пер. с англ. Соловьева В.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73058>. — Загл. с экрана.

3. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры [Электронный ресурс] / В.Б. Стешенко. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 573 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60976>. — Загл. с экрана.

Модуль 2.

Дополнительная учебная литература:

Модуль 1.

1. ModelSim® User's Manual. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 580 p. - https://www.microsemi.com/document-portal/doc_view/131619-modelsim-user

2. ModelSim® Reference Manual. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 356 p. - https://www.microsemi.com/document-portal/doc_view/136364-modelsim-me-10-4c-command-reference-manual-for-libero-soc-v11-7

3. ModelSim® Tutorial. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 88 p. - https://www.microsemi.com/document-portal/doc_view/131618-modelsim-tutorial

4. Quartus II Version 10.0 Handbook. Altera Corporation, 2010. - 2728 p. - <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.207.58>

Модуль 2.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Электронные образовательные ресурсы:

- 1) Сайт журнала «Электроника» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.electronics>.
- 2) Электронно-библиотечная система «IPRBook». ЭБС издательства «IPRBook» [Электронный ресурс]. – URL: <http://iprbookshop.ru/>
- 3) Электронно-библиотечная система «Лань». ЭБС издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

- 1) Профессиональная база данных, информационно-справочная система технического описания, паспортов и листов спецификаций полупроводниковых приборов (онлайн справочник) [Электронный ресурс]. – URL: www.alldatasheet.com

9. 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 уточ-

нения 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).

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.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- электрическая схема или программный код, выполненные по заданию;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

При выполнении лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Практическая работа студента заключается в решении или выполнении типовых задач и заданий. Каждое решение должно быть оформлено в виде отчета и должно содержать следующие элементы:

- титульный лист;
- начальное данные;
- решение задачи или результат выполненного задания.

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.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов по темам самостоятельных работ (п.4.3);
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.
- подготовка к защите лабораторных работ, оформление отчета.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», при изучении студентами дисциплины реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе ак-

тивных 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;

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
- 2) Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice (лицензия LGPL-3.0+)
- 3) (Модуль 1) Свободно распространяемое программное обеспечение для функционального моделирования цифровых устройств фирмы Mentor Graphics - ModelSim® 6.5a.
- 4) (Модуль 1) Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на ПЛИС фирмы Altera Corporation - Quartus II 10.0.

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

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения лабораторного практикума необходим компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением в соответствии с перечнем лицензионного программного обеспечения (см. п.10);

3) образцы отчетов по лабораторным работам;

4) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составили
к.т.н., доц. кафедры ЭП
к.т.н., доц. кафедры ЭП



Базылев В.К.
Серебряков А.Е.