

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 31.10.2023 16:53:05
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea887b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
И.Г.Игнатова
2023 г.



**ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
“ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ВЕРИФИКАЦИИ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ
СБИС И ПЛИС”**

Москва - 2021

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Цель: формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области использования программных средств верификации и прототипирования СБИС и ПЛИС и приобретения новой квалификации по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Программа разработана с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. №929.

Данное направление является смежным по отношению к направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» и позволяет закрыть недостающие компетенции в области специалиста по программным средствам верификации и прототипирования СБИС и ПЛИС в целом, по сравнению к специалистам в области проектирования приборов электроники и нанoeлектроники.

Целевые слушатели программы – студенты по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», а также иные слушатели, желающие приобрести компетенции в профессиональной области программы.

1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Наименование нового вида деятельности: функциональная верификация и разработка тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем (ИС); обеспечение качества и соответствия моделей всех уровней абстракции наноразмерной ИС заявленным спецификациям и характеристикам, подтверждение заявленных функциональных и электрических параметров изготовленных ИС

Область профессиональной деятельности: 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Объекты профессиональной деятельности: компоненты, электронные приборы, устройства, методы их исследования, проектирования и конструирования, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий микро - и нанoeлектроники.

Задачи профессиональной деятельности:

- разработка функциональных тестов для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратуры;
- разработка RTL описаний цифровой схемы;
- разработка и моделирование цифровой модели комбинационного устройства;
- разработка и моделирование цифровой модели последовательностного устройства;
- разработка и моделирование аналоговой модели устройства;
- реализация комбинационных схем на схемотехническом и функционально-логическом уровне.

Квалификация: Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем

Вид экономической деятельности: Деятельность в области информации и связи.

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи.

1.3. Требования к результатам освоения программы

Планируемые результаты освоения программы: выпускник должен обладать компетенциями в следующих областях использования программных средств для проектирования и верификации СФ-блоков:

- программные средства проектирования и верификации IP-блоков;
- разработка программных и физических прототипов цифровых и смешанных систем;
- программирование и моделирование цифровых устройств на ПЛИС.

Компетенции определены на основании профессиональных стандартов:

- 40.040 Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков
- 40.019 Функциональная верификация и разработка тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем (ИС)
- 06.004 Специалист по тестированию в области информационных технологий

Планируемые результаты освоения программы

Код и формулировка компетенции	Трудовые функции, в соответствии с ПС		Индикаторы достижения компетенций
	Наименование	Код	
Компетенция: Способен разрабатывать функциональные тесты для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратур (ПК-1)	Разработка документов для тестирования и анализ качества покрытия	06.004 С/03.6	Знания: Определение цели и объекта тестирования. Составление плана тестирования. Выбор видов тестирования и их применения по отношению к объекту тестирования Умения: формулировать и структурировать полученную информацию. Оценивать важность различных тестов Опыт деятельности: модели тестирования, планирование тестирования, техники тестирования
	Выполнение работ по созданию сред верификации моделей, сопровождению разработке прототипов ИС	40.019 D/01.7	Знания: Языки верификации аппаратур; возможности скриптовых языков; САПР и языки для описания и отладки алгоритмов Умения: составлять перечень тестовых окружений и их возможностей, необходимых для верификации СФ-блока или ИС; составлять список

	и составляющих ее блоков		необходимых верификационных компонентов и эталонных моделей блоков для реализации обозначенных тестовых окружений Опыт деятельности: по анализу сценариев верификации СнК и детализации требований к среде верификации; по разработке документации в соответствии со стандартом предприятия
Способен разрабатывать программные и физические прототипы цифровых и смешанных систем (ПК-2)	Разработка и моделирование цифровой модели комбинационного устройства	40.040 D/03.7	Знания: Основные принципы построения электрических схем простейших элементов, языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций Умения: Моделировать электрические схемы цифровых устройств, Опыт деятельности: Разработка необходимых наборов тестов для верификации СФ-блоков
	Разработка и моделирование цифровой модели последовательного устройства	40.040 D/03.7	Знания: Основные принципы построения электрических схем простейших элементов, языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций Умения: Моделировать электрические схемы цифровых устройств, Опыт деятельности: Разработка необходимых наборов тестов для верификации СФ-блоков
	Разработка и моделирование аналоговой модели устройства Проведение смешанного моделирования системы	40.040 D/04.7	Знания: Основные принципы построения электрических схем простейших элементов Основные принципы сквозного проектирования Умения: Владеть методами проведения статического временного анализа Проектировать электрические схемы тестирования логических элементов Опыт деятельности: Определение значений задержек сигналов Определение значений времен установления и удержания сигналов
Способен применять прикладное программное	Реализация комбинационных схем на схемотехнических	40.040	Знания: Основные принципы сквозного проектирования Классический маршрут разработки и верификации

обеспечение для разработки и тестирования алгоритмов работы цифровых схем с использованием ПЛИС (ПК-3)	ком и функционально-логическом уровне		Умения: Использовать техническую документацию и современные информационные технологии для решения поставленных задач Работать с программными продуктами - текстовыми редакторами Опыт деятельности: Разработка технического описания на СФ-блок. Исследование области применения СФ-блока
	Реализация конечных автоматов	40.040 G/02.7	Знания: Маршрут разработки и верификации цифровых устройств Основы принципов сквозного проектирования. Языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций Умения: Проводить полный цикл автоматического проектирования цифровых схем. Проводить написание скриптов Опыт деятельности: Разработка тестов для моделирования цифрового устройства. Моделирование с применением систем автоматизированного проектирования

1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь высшее техническое образование по направлению подготовки 09.03.01, 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». 11.03.04, 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»; 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника»; 11.03.02, 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; 11.03.03, 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» и обладать квалификацией — бакалавр или магистр. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

1.5. Трудоемкость обучения

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 254 часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

1.6 Форма обучения

Форма обучения – заочная, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Окончательная форма обучения может устанавливаться при наборе группы слушателей и фиксируется в договорах с заказчиками на оказание образовательных услуг.

1.7 Режим занятий

Занятия проводятся без отрыва от работы.

При любой форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более 54 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя. Продолжительность одного часа занятий 45 минут.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

программы профессиональной переподготовки «Программные средства верификации и прототипирования СБИС и ПЛИС»

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	Общ.тр-емк., ч	ДОТ				СРС, час	Промеж. аттестация	
			всего	Лекции	Лаб. раб.	Практ. зан.			
1	Программные средства проектирования и верификации IP-блоков	54	24	8	16	-	30	зачет	
2	Разработка программных и физических прототипов цифровых и смешанных систем	90	40	8	32	-	50	зачет	
3	Программирование и моделирование цифровых устройств на ПЛИС	50	24	8	16	-	26	зачет	
4	Практика	56	-	-	-	-	56	зачет	
5	Итоговая аттестация	4	защита итоговой аттестационной работы (ИАР)						
	Итого	254	88	24	64	-	162		

2.2. Календарный учебный график

Учебная программа переподготовки включает в себя 4 дисциплины

Мес	Сентябрь				Октябрь				Ноябрь				Декабрь				Январь				Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь									
	1-5	6-12	13-19	20-26	27-3	4-10	11-17	18-24	25-31	1-7	8-14	15-21	22-28	29-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30	31-6	7-13	14-20	21-27	28-3	4-10	11-17	18-24	25-1	2-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-30						
Д1																			6	6			6				6					6	6	2												
Д2																							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8												
Д3																			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	4											

3. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ), ПРАКТИК И СТАЖИРОВОК

3.1. Рабочая программа учебной дисциплины «Программные средства проектирования и верификации IP-блоков»

3.1.1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины - Освоение компетенций специфичных для процесса разработки цифровых СБИС и СФ-блоков, в частности умение разрабатывать функциональные тесты для моделей СФ, блоков на языках описания и верификации аппаратуры.

3.1.2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Планируемые результаты обучения дисциплины (модуля):

Дисциплина (модуль) участвует в формировании компетенции: Способен разрабатывать функциональные тесты для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратур (ПК-1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь:

Знания: маршрут разработки и верификации СнК, состав и архитектуру СнК, методы и средства верификации СнК и СФ блоков.

Умения: разрабатывать тесты с использованием современных языков САПР и методик верификации.

Опыт деятельности: по разработке RTL описания цифровой схемы, разработке и отладке функциональных тестов и RTL описания цифровой схемы.

3.1.3. Учебно-тематический план дисциплины

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	ЭО или ДОТ, час			Самост. работа, час
			Лекции, час	Практ.Зан. час	Лаб.зан. час	
1	Роль СФ блоков в маршруте проектирования СнК	1	1	-	-	-
2	Разработка и интеграция СФ-блоков	22	4	-	8	10
3	Верификация СФ-блоков	31	3	-	8	20
	Всего	54	8	-	16	30

Итоговая аттестация: зачет

**3.1.4. Содержание дисциплины
Перечень лекций**

Перечень практических занятий:

Номер раздела и темы	Краткое содержание	Количество часов
1	Роль и задачи вычислительной техники в современной жизни, борьба за функциональность, производительность, энергоэффективность и стоимость устройств: гетерогенные многоядерные системы на кристалле как результат этой борьбы. Состав СнК, основные архитектуры систем на кристалле. Накристалльные межсоединения: шина, коммутатор, сеть на кристалле. Проблема ввода -вывода информации в СнК, периферийные контроллеры. Многоядерные и гетерогенные СнК. Средства тестирования и отладки СнК. СнК как программно-аппаратный комплекс.	1
2	Маршрут проектирования СнК, роль СФ блоков в маршруте проектирования СнК, классификация СФ-блоков. Проблема повторного использования СФ-блоков. Использование стандартных интерфейсов. Разработка параметризованных, масштабируемых и реконфигурируемых блоков. Генераторы СФ-блоков. Комплект поставки СФ-блока.	1
2	Методы уменьшения потребляемой мощности микросхем: гейтирование тактового сигнала, отключение частоты неиспользуемых блоков, динамическое регулирование частоты вычислительных ядер в зависимости от нагрузки, отключение питания неиспользуемых блоков, регулировка уровня напряжения питания элементов системы, использование в рамках одного проекта библиотек логических элементов с различным уровнем порогового напряжения транзисторов. Гетерогенные СнК, использование наиболее эффективной архитектуры вычислителя для решения конкретной подзадачи.	1
2	Проблемы интеграции СФ-блоков в систему, внутрикристалльные интерфейсы AMBA АНВ, AXI, WishBone, OCP.	1
2	Сравнение внутрикристалльных интерфейсов, мосты между различными интерфейсами. Проблема перехода данных между асинхронными частотными доменами, синхронизация на основе FIFO с передачей указателей в кодах Грея	1
3	Решение проблемы повторного использования СФ-блоков. Разработка параметризованных, масштабируемых и	1

	реконфигурируемых блоков. Конструкции языков verilog и SystemVerilog упрощающие задачу разработки параметризованных блоков.	
3	Проблемы функциональной верификации СнК. Тестовые окружения — средства подачи тестовых воздействий и захвата откликов от устройства. Средства создания и генерации тестов (классификация методов верификации СФ-блоков, случайные направленные тесты, генераторы тестов, TLM, UVM, формальная верификация, прототипирование, проверка реальным ПО). Средства обнаружения и локализации ошибок. Контроль качества тестов. Особенности верификации различных типов СФ-блоков и системного уровня СнК. Планирование. Автоматизация процесса верификации.	1
3	Введение в SystemVerilog, основные преимущества языка. Введение в методологию OVM/UVM.	1

Практические занятия
не предусмотрены

Перечень лабораторных работ

Номер раздела и темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
2	Поиск ошибок в готовом СФ-блоке с использованием подготовленного набора тестов.	4
2	Разработка СФ блока с заданной функцией и заданным интерфейсом	4
3	Разработка тестового окружения для СФ блока	4
3	Выполнение комплексного задания. Создание тестов в соответствии с тестовым планом и с приемлемым уровнем покрытия тестами свойств и кода СФ-блока, подготовка верификационного отчета.	4

Самостоятельная работа слушателей

№ модуля дисциплины	Объем работы (часы)	Вид СРС
2	10	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.
3	20	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.

3.1.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием / Минсон Чень, [et al.]; Пер. с англ. Е.Б. Махияновой, под ред. А.Н. Ланцева. - М. : Техносфера, 2014. - 296 с.

3.1.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Рабочее место слушателя	лекции	компьютер с выходом в интернет, Zoom
Рабочее место слушателя	Лабораторные занятия, СРС	компьютер с выходом в интернет, Zoom, доступ к удаленному серверу с системой моделирования Cadence

3.1.7. Система контроля и оценивания. Структура и график контрольных мероприятий

Оценка качества освоения теоретической части проводится с использованием тестирования в Moodle-ОРИОКС. Выполнение лабораторных работ оценивается представлением отчета по работе и/или тестирования после работы. Зачет по дисциплине ставится по результатам тестирования и выполнения/оформления отчета/тестирования по всем лабораторным работам.

3.2. Рабочая программа учебной дисциплины “Разработка программных и физических прототипов цифровых и смешанных систем”

3.2.1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины – формирование компетенций в области разработки и верификации физического прототипа цифровой СБИС с использованием САПР Cadence, формирование навыков создания описания цифровых и аналоговых устройств на языке высокого уровня; овладение методами смешанного моделирования; овладение навыками верификации цифровых устройств средствами CADENCE.

3.2.2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Планируемые результаты освоения программы:

Дисциплина (модуль) участвует в формировании компетенции: Способен разрабатывать программные и физические прототипы цифровых и смешанных систем (ПК-2)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь:

Знания: синтаксис поведенческого языка описания аппаратуры, построение поведенческих моделей, электрических схем.

Умения: выполнять описание поведенческих моделей, разработку электрических схем анализировать результаты моделирования.

Опыт деятельности: по разработке и верификации физического прототипа цифровой СБИС

3.2.3. Учебно-тематический план дисциплины

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	ЭО или ДОТ, час			Самост. работа, час
			Лекции, час	Практ.Зан. час	Лаб.зан. час	
1.	Физические прототипы цифровых и смешанных систем	12	2	-	-	10
2.	Программные прототипы цифровых и смешанных систем	78	6	-	32	40
	Всего	90	8	-	32	50
Итоговая аттестация: зачет						

**3.2.4. Содержание дисциплины
Перечень лекций**

Номер раздела и темы	Краткое содержание	Количество часов
1	Введение в ПЛИС, ПЛИМ, БМК	1
1	Создание физических прототипов	1
2	Введение в VERILOG, построение цифровых моделей – прототипов элементов системы. Качественная верификация моделей.	2
2	Введение в VERILOG-A, построение аналоговых моделей – прототипов элементов системы. Качественная верификация моделей.	2
2	Построение модели системы с использованием цифровых и аналоговых прототипов. Тестирование системы.	2

**Практические занятия
не предусмотрены**

Перечень лабораторных работ

Номер раздела и темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
2	Разработка и моделирование цифровой модели комбинационного устройства	8
2	Разработка и моделирование цифровой модели последовательностного устройства	8
2	Разработка и моделирование аналоговой модели устройства	8
2	Проведение смешанного моделирования системы.	8

Самостоятельная работа слушателей

№ модуля дисциплины	Объем работы (часы)	Вид СРС
1	10	Освоение теоретического материала.
2	40	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.

3.2.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие / В.И. Старосельский; [Под ред. Ю.А. Парменова]. - М. : Юрайт : Высшее образование, 2009. - 463 с.
2. Миндеева А.А. Микросхемотехника : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд. - М. : МИЭТ, 2016. - 188 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0850-2
3. Основы топологического проектирования интегральных микросхем : Учеб. пособие / В.В. Баринов [и др.]; Под ред. В.Ф. Онацько. - М. : МИЭТ, 1994. - 120 с.
4. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем: Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с.

3.2.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Рабочее место слушателя	лекции	компьютер с выходом в интернет, Zoom
Рабочее место слушателя	Лабораторные занятия, СРС	компьютер с выходом в интернет, Zoom, доступ к удаленному серверу с системой моделирования Cadence

3.2.7. Система контроля и оценивания. Структура и график контрольных мероприятий

Оценка качества освоения теоретической части проводится с использованием тестирования в Moodle-ОРИОКС. Выполнение лабораторных работ оценивается представлением отчета по работе и/или тестирования после работы. Зачет по дисциплине ставится по результатам тестирования и выполнения/оформления отчета/тестирования по всем лабораторным работам.

3.3. Рабочая программа учебной дисциплины «Программирование и моделирование цифровых устройств на ПЛИС»

3.3.1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины - формирование профессиональной компетенции в области Программирования цифровых схем с использованием высокоуровневых языков описания аппаратуры. **Задачи** Изучение области применения ПЛИС. Обзор внутренней структуры основных блоков ПЛИС. Изучение САПР Xilinx. Овладение практическими навыками описания алгоритмов работы цифровой аппаратуры с помощью высокоуровневых языков Verilog, VHDL.

3.3.2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Планируемые результаты обучения дисциплины (модуля)

Дисциплина (модуль) участвует в формировании компетенции: Способен применять прикладное программное обеспечение для разработки и тестирования алгоритмов работы цифровых схем с использованием ПЛИС (ПК-3)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь:

Знания: области применения ПЛИС; основные блоки ПЛИС; алгоритмы работы цифровых приборов.

Умения: описывать алгоритм работы цифровых приборов на языке Verilog, VHDL.

Опыт деятельности: работы с инструментарием для разработки и тестирования функционально-логических схем с использованием ПЛИС.

3.3.3. Учебно-тематический план дисциплины

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	ЭО или ДОТ, час			Самост. работа, час
			Лекции, час	Практ. Зан.	Лаб.за н. час	
1.	Введение в предмет курса	27	4	-	8	15
2	Проблемы проектирования ПЛИС	27	4	-	8	15
	Всего	54	8	-	16	30
Итоговая аттестация: зачет						

3.3.4. Содержание дисциплины

Перечень лекций

Номер раздела и темы	Краткое содержание	Количество часов
1	Экономические предпосылки применения ПЛИС, рыночное окно, сроки проектирования и стоимости ИС, классификация интегральных схем. маршруты проектирования, классификация интегральных схем. Маршруты проектирования цифровых ИС, область применения ПЛИС, основные обозначения и термины.	1

	Характеристики ПЛИС семейства Spartan-3E, обозначения ИС семейства Spartan-3E, типы корпусов, архитектура ПЛИС семейства Spartan-3E, структура КЛБ (CLB), трассировочные ресурсы, глобальные цепи синхронизации (Clock Network), встроенные блоки памяти (BRAM), блок управления тактовыми сигналами (DCM).	
1	Характеристики CPLD фирмы Xilinx семейства XC9500XV, обозначения ИС, типы корпусов, архитектура CPLD.	1
1	Периферийное сканирование, конфигурация ПЛИС, форматы файлов конфигурации, программные средства для конфигурации, обеспечение конфиденциальности, способы конфигурации ПЛИС (последовательная, параллельная загрузка, режим ведущего и режим ведомого устройства, загрузка через JTAG), алгоритм конфигурации ИС ПЛИС, загрузка нескольких ПЛИС, назначение служебных выводов ПЛИС для конфигурации.	1
1	Маршрут проектирования систем с применением ПЛИС	1
2	Автоматы. Виды автоматов. Способы построения.	1
2	САПР для проектирования конфигурационных файлов ПЛИС. Состояния в ИС и метастабильные состояния. Причины появления. Способы коррекции.	1
2	Введение в Verilog HDL	1
2	Основы проектирования цифровых схем.	1

Перечень лабораторных работ

Номер раздела и темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
1	Способы реализации комбинационных схем на схемотехническом и функционально-логическом уровне	4
1	Реализация драйвера клавиатуры лабораторного макета	4
2	Способы реализации конечных автоматов	8

Самостоятельная работа слушателей

№ модуля дисциплины	Объем работы (часы)	Вид СРС
1	15	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.
2	15	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.

3.3.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М.А. Королев, [и др.]; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с.
2. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. - 397 с.
3. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения : Учеб. пособие / Под ред. К.О. Петросянца; Рец. М.А. Королев. - М. : СОЛОН-Пресс, 2017. - 556 с.
4. Баранов С.И. Цифровые устройства на программируемых БИС с матричной структурой / С.И. Баранов, В.А. Скляр. - М. : Радио и связь, 1986. - 272 с.

3.3.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Рабочее место слушателя	лекции	компьютер с выходом в интернет, Zoom
Рабочее место слушателя	Лабораторные занятия, СРС	компьютер с выходом в интернет, Zoom, доступ к удаленному серверу с САПР Xilinx ISE 14.7, Xilinx Vivado 2018.2.

3.3.7. Система контроля и оценивания. Структура и график контрольных мероприятий

Оценка качества освоения теоретической части проводится с использованием тестирования в Moodle-ОРИОКС. Выполнение лабораторных работ оценивается представлением отчета по работе и/или тестирования после работы. Зачет по дисциплине ставится по результатам тестирования и выполнения/оформления отчета/тестирования по всем лабораторным работам.

3.5. Рабочая программа практики

3.5.1. Цель реализации практики

Цель программы - повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в области использования программных средств верификации и прототипирования СБИС и ПЛИС

3.5.2. Требования к результатам обучения

Практика участвует в формировании профессиональных компетенций – Способен разрабатывать функциональные тесты для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратур (ПК-1), способен разрабатывать программные и физические прототипы цифровых и смешанных систем (ПК-2), способен применять прикладное программное обеспечение для разработки и тестирования алгоритмов работы цифровых схем с использованием ПЛИС (ПК-3)

В результате освоения данной программы слушатель должен иметь:

Знания: Инструменты и методы верификации архитектуры и дизайна ИС. Современные методики тестирования разрабатываемых ИС.

Умения: Проверять (верифицировать) архитектуру и дизайн ИС, использовать функциональные возможности и способы применения программных пакетов систем автоматизированного проектирования

Опыт деятельности: Разработка тестов для моделирования цифрового устройства. Моделирование с применением систем автоматизированного проектирования. Проверка результата внесенных исправлений дефектов и несоответствий в архитектуре и дизайне ИС

3.5.3. Содержание практики

Учебный план практики

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	ЭО или ДОТ, час			Самост. работа, час
			Лекции, час	Практ. зан. час	Лаб.зан. час	
1	Верификация СФ-блоков с использованием современных САПР	20	-	-	-	20
2	Разработка прототипов цифровых и смешанных схем	20	-	-	-	20
3	Прототипирование на ПЛИС	16	-	-	-	16
	Всего	56	-	-	-	56
	Итоговая аттестация: зачет					

Типовое задание по практике приведено далее:

1. Разработка тестового окружения для СФ блока
2. Разработка и моделирование цифровой модели комбинационного устройства
3. Реализация драйвера клавиатуры лабораторного макета

3.5.4. Учебно-методическое обеспечение практики

1. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием / Минсон Чень, [et al.]; Пер. с англ. Е.Б. Махияновой, под ред. А.Н. Ланцева. - М. : Техносфера, 2014. - 296 с.
2. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие / В.И. Старосельский; [Под ред. Ю.А. Парменова]. - М. : Юрайт : Высшее образование, 2009. - 463 с.
3. Миндеева А.А. Микросхемотехника : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд. - М. : МИЭТ, 2016. - 188 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0850-2
4. Основы топологического проектирования интегральных микросхем : Учеб. пособие / В.В. Баринов [и др.]; Под ред. В.Ф. Онацько. - М. : МИЭТ, 1994. - 120 с.
5. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем: Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с.
6. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М.А. Королев, [и др.]; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с.
7. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 397 с.
8. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения : Учеб. пособие / Под ред. К.О. Петросянца; Рец. М.А. Королев. - М. : СОЛОН-Пресс, 2017. - 556 с.
9. Баранов С.И. Цифровые устройства на программируемых БИС с матричной структурой / С.И. Баранов, В.А. Скляров. - М. : Радио и связь, 1986. - 272 с.

3.5.5. Материально-технические условия реализации практики

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютер пользователя	практика	САПР Cadence, Xilinx, удаленный доступ к серверу МИЭТ с ПО

3.5.6. Система контроля и оценивания практики

Для получения зачета по практике нужно оформить отчет по практике, который представляет собой результаты выполнения заданий на дисциплины практики. Отчет по практике оформляется как итоговая аттестационная работа.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Описание учебно-методического и материально-технического обеспечения программы переподготовки приведено в рабочих программах учебных дисциплин (модулей), практик/ стажировок.

5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения программы осуществляется в ходе сдачи/защиты ИАР. Допуском к защите является наличие зачетов по всем дисциплинам учебного плана и зачета по практике. ИАР оформляется как результаты практики, выстроенные в логической последовательности.

Формируемые компетенции описаны ранее в разделе 1.3.

Критерии оценки ИАР приведены далее:

№	Критерии оценки ИАР	Максимальный балл
1	Соблюдение календарного плана выполнения ИАР	30
2	Практическая ценность ИАР	10
3	Научно-исследовательский характер работы	10
4	Соответствие оформления ИАР требованиям ГОСТ	10
5	Глубина проработки теоретического материала	15
6	Новизна применяемых методик	15
7	Степень использования САПР для выполнения расчетов	10

Оценка “удовлетворительно” ставится при наборе 50-75 баллов;

Оценка “хорошо” ставится при наборе 76-84 баллов;

Оценка “отлично” ставится при наборе более 85 баллов.

Разработчики программы:

д.т.н., профессор каф. ИЭМС

д.т.н., профессор каф. ИЭМС



Т.Ю. Крупкина

В.В. Лосев

Согласовано:

Директор ДРОП

Зам.зав.каф. ИЭМС




Н.Ю. Соколова

Т.Ю. Крупкина