

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 15:20:17

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354175603ce9b3ca81288ca11

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

« 4 »

12

20 20

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование на программируемых логических интегральных схемах»

Направление подготовки 11.03.04- «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль)- «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложно-функциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция: С - «Разработка поведенческих описаний моделей стандартных ячеек, разработка технической документации на состав библиотеки стандартных ячеек»

Трудовая функция: С/02.6 - «Функционально-логическое моделирование стандартных ячеек библиотеки, проверка соответствия функционирования поведенческих моделей и электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.ПЛИС Способен выполнять проектирование устройств на ПЛИС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Проектирование и сопровождение интегральных схем, систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания	Знания принципов конструирования устройств на ПЛИС Умения проектировать устройств на ПЛИС Опыт проектирования устройств на ПЛИС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Компетенция ПК-4 «Способен применять углубленные знания в области маршрута проектирования приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложно-функциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция: С - «Разработка поведенческих описаний моделей стандартных ячеек, разработка технической документации на состав библиотеки стандартных ячеек»

Трудовая функция: С/01.6 - «Поведенческое описание и тестирование моделей стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.ПЛИС Способен применять углубленные знания в области маршрута проектирования схем и устройств с памятью на ПЛИС	Проектирование и сопровождение интегральных схем, систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания	Знания принципов конструирования устройств на ПЛИС Умения проектирования устройств на ПЛИС Опыт проектирования устройств на ПЛИС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (дисциплина по выбору), изучается на 4 курсе, в 8 семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: интегральная схемотехника, лингвистические средства САПР, модели и методы проектных решений, автоматизация функционально-логического проектирования, автоматизация конструкторско-топологического проектирования. Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы этих дисциплин: булева алгебра (интегральная схемотехника), проектирование цифровых схем на языке Verilog (лингвистические средства САПР), поведенческое описание и тестирование логических моделей цифровых схем (маршруты автоматизированного проектирования интегральных схем).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4	8	4	144	16	32	-	96	ЗаО, КП

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Проектирование на ПЛИС на поведенческом уровне	4	-	8	16	Защита лабораторных работ.
2. Проектирование на ПЛИС на структурном уровне	4	-	8	32	Защита лабораторных работ.
3. Архитектура ПЛИС	8	-	16	44	Подготовка и защита лабораторных работ.
					Защита курсового проекта
1-3	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общие сведения о ПЛИС. Особенности и преимущества проектирования на ПЛИС. История развития ПЛИС. Классификация ПЛИС.
	2	2	Основные принципы проектирования на ПЛИС. Маршрут проектирования на ПЛИС. Проектирование систем на кристалле на основе ПЛИС. Проектирование на ПЛИС комбинационных и последовательных устройств, конечных автоматов. Проектирование элементов памяти, иерархическое проектирование в базисе ПЛИС.
2	3	2	Архитектура ПЛИС Altera Cyclone II. Логический элемент и массив логических элементов ПЛИС Altera Cyclone II. Блочная память. Аппаратный умножитель. Трассировочные ресурсы. Цепи синхронизации Altera Cyclone II. Блоки ввода-вывода.
	4	2	Введение в САПР Quartus II. Запуск Quartus II и создание проекта. Управление установками проекта. Управление файлами логического проекта. Редактирование временных

			ограничений. Работа с IP-блоками. Описание работы схемы, компиляция проекта. Назначение входных и выходных портов ПЛИС. Моделирование работы схемы. Конфигурирование ПЛИС.
3	5	2	Отладочная плата Cyclone II. Устройство отладочной платы FPGA Starter Development Board. Режимы конфигурирования ПЛИС. Таблицы соответствия выводов ПЛИС контактам платы.
	6	2	Современные тенденции развития ПЛИС. Обзор ПЛИС зарубежных производителей. Обзор ПЛИС отечественных производителей. Тенденции развития ПЛИС.
	7	2	Архитектура ПЛИС CPLD. Архитектура ПЛИС Xilinx XC 9500. Архитектура ПЛИС Xilinx XPLA 3.
	8	2	Архитектура ПЛИС Xilinx Virtex. Конфигурируемый логический блок ПЛИС Xilinx Virtex. Блочная память. Трассировочные ресурсы. Цепи синхронизации ПЛИС Xilinx Virtex. Блоки ввода-вывода.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1,2	8	Освоение маршрута проектирования схем в базисе логических примитивов.
2	3,4	8	Освоение маршрута проектирования комбинационных и последовательных схем средствами языка Verilog. Реализация различных способов описания алгоритмов функционирования типовых схем.
3	5,6	8	Освоение технологии проектирования сложных комбинационных схем с использованием аппаратных отладочных плат Altera Starter Development Board.
	7,8	8	Освоение технологии проектирования последовательных схем с использованием аппаратных отладочных плат Altera Starter Development Board.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Обзор литературы с целью изучения существующих схемотехнических решений.
	5	Подготовка к лабораторной работе: работа с учебными пособиями, материалами ЭМИРС, ресурсами Интернет.
2	8	Обзор литературы с целью изучения существующих схемотехнических решений, изучение конструкций языка Verilog, методов описания работы схем на поведенческом уровне.
	8	Подготовка к лабораторной работе: работа с учебными пособиями, материалами ЭМИРС, ресурсами Интернет.
	12	Получение и анализ задания на курсовую работу. Согласование с руководителем общих принципов построения и тестирования ПЛИС, разрабатываемой в рамках курсового проекта.
3	14	Обзор литературы с целью изучения существующих схемотехнических решений. Подготовка реферата.
	8	Подготовка к лабораторной работе: работа с учебными пособиями, материалами ЭМИРС, ресурсами Интернет.
	24	Разработка поведенческой модели и структурной схемы ПЛИС, которую нужно разработать в рамках курсового проекта. Подготовка временной диаграммы работы ПЛИС, комплексное моделирование проекта ПЛИС. Оформление и сдача курсовой работы.
1,2,3	4	Выполнение практико-ориентированного задания
1,2,3	5	Подготовка к зачёту с оценкой

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка прямых и рекурсивных двоично-десятичных счетчиков и устройств на их основе.
2. Разработка параллельных сумматоров и вычитателей.
3. Разработка последовательных и накапливающих сумматоров и вычитателей.
4. Разработка схем умножителей и делителей.
5. Разработка схем двоично-десятичной арифметики.
6. Разработка схем, реализующих управляющие устройства на базе автоматов Мили и Мура.
7. Разработка схем шинных приёмопередатчиков.
8. Разработка схем дешифраторов клавиатуры.
9. Разработка схем обработки сигналов радаров.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах»: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079811

Модуль 1 «Проектирование на ПЛИС на структурном уровне»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/> в рамках подготовки к рубежному контролю.

Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах. Модуль 1», размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>.

Модуль 2 «Проектирование на ПЛИС на поведенческом уровне»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/>) в рамках подготовки к лабораторным работам.

Материалы для выполнения заданий курсового проектирования содержатся в рекомендациях по дисциплине «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах», размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>.

Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах. Модуль 2», размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>.

Модуль 3 «Архитектура ПЛИС»

Методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 3 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ЭМИРС- <http://emirs.miet.ru/oroks-miet/>.

Материалы для выполнения заданий курсового проектирования содержатся в рекомендациях по дисциплине «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах», размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>.

Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Проектирование на программируемых логических

интегральных схемах Модуль 3», размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

- 1) Беляев А.А. Проектирование на программируемых логических интегральных схемах: Учеб.пособие / А.А. Беляев, А.К. Мельник, И.Ю. Гридин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-7256-0935-6
- 2) Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров) : Учеб.пособие / В.Г. Гусев. - М. :Кнорус, 2018. - URL: <https://www.book.ru/book/926521> (дата обращения: 01.09.2019). - ISBN 978-5-406-06106-0
- 3) Моделирование микропроцессорных систем на базе программируемых логических интегральных схем с использованием Verilog HDL и САПР Quartus II : Учеб.пособие по курсу "Микропроцессорные средства и системы" / Д.Н. Беклемишев, А.Н. Орлов, М.Г. Попов, А.А. Кудров; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. А.Л. Переверзева. - М. : МИЭТ, 2014. - 100 с. - ISBN 978-5-7256-0760-4
- 4) Заиналабедин Наваби. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / Заиналабедин Наваби ; Пер. с англ. В.В. Соловьева. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 464 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/73058> (дата обращения: 02.12.2020). - ISBN 978-5-97060-174-7

Дополнительная литература

- 1) Бутов А.С. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по курсу "Проектирование на ПЛИС" : Учеб.пособие / А.С. Бутов, И.А. Медведев, А.К. Мельник; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2016. - 100 с.
- 2) Грушвицкий Р.И. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой / Р.И. Грушвицкий, А.Х. Мурсаев, Е.П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 736 с. - ISBN 5-94157-657-9
- 3) Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника : Учеб. пособие / Е.П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с. - ISBN 5-94157-397-9
- 4) Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца : Архитектура, средства и методы / К. Максфилд. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2010. - 407 с. - (Программируемые системы). - URL: <https://e.lanbook.com/book/60987> (дата обращения: 15.12.2020). - ISBN 978-5-94120-147-1
- 5) Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. Т.1 / - М. :Постмаркет, 2002. - 544 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. IEEE/IET ElectronicLibrary (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка"

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется модель смешанного обучения «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях и лабораторных работах) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные задания к лабораторным работам и задание на опыт деятельности).

Обучение может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем могут использоваться сервисы обратной связи, такие как электронная почта, социальная сеть ВКонтакте, система видеоконференций Zoom.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах материалов в системе ОРИОКС: URL: <https://orioks.miet.ru/>

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в виде доступа к видео лекциям и заданиям для СРС

1. ЭБС издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>
2. <http://ru.wikipedia.org> – определения, теоремы, исторические сведения
3. <http://techlibrary.ru> – книги по математике, физике и другим дисциплинам
4. <http://altera.com> – сайтфирмы Altera
5. <http://xilins.com> – сайт фирмы Xilins

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Вычислительный класс 4131.	ПЭВМ Intel LGA1156 Core i5-661 с мониторами Pyama и ViewSonic. Лабораторный практикум Cyclone1.	Microsoft (Azure) Intel Quartus Prime LibreOffice
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure), браузер Google Chrome

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-3.ПЛИС** «Способен выполнять проектирование устройств с памятью в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-4.ПЛИС** «Способен применять углубленные знания в области маршрута проектирования приборов, схем и устройств на ПЛИС и схем памяти»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в дискуссиях во время лекций и лабораторных работ;
- выполнить курсовой проект;

- представить реферат;
- выполнить практическое задание на опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, использование литературы, интернет-ресурсов.

В рамках лекционного курса студенты получают знания в области проектирования на ПЛИС, включая как вопросы архитектуры ПЛИС, так и применения лингвистических средств языка Verilog для разработки схем для ПЛИС. Лектор предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации.

В рамках лабораторных работ студенты приобретают умение взаимодействовать с ПЛИС в виде решения задач разработки программного кода на языке Verilog, прошивки его в ПЛИС и верификации результатов, а также опыт проектирования цифровых устройств с использованием ПЛИС.

В ходе выполнения курсовой работы студенты получают опыт разработки цифровых устройств с использованием языка Verilog и ПЛИС согласно выданному техническому заданию.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа. Самостоятельная работа студентов предусматривает индивидуальную подготовку студентов к выполнению и защите лабораторных работ, а также к выполнению и защите курсовой работы и реферата.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и сдача зачёта с оценкой (максимум 20 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор кафедры ПКИМС, д.т.н.  /А.А. Беляев/

Рабочая программа дисциплины «Проектирование на программируемых логических интегральных схемах» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники», разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

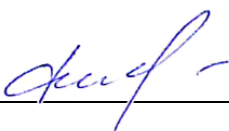
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____  /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____  / Т.П. Филиппова/