

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 18.08.2025 15:52:50

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73ed70e305a02b8807

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

« 2 » декабря 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование систем на кристалле с программируемой архитектурой»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Автоматизированное проектирование субмикронных СБИС
и систем на кристалле»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-6 «Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция: А – «Разработка функционального описания и технического задания на систему на кристалле (СнК)»

Трудовая функция: А/05.7 – «Разработка архитектуры всей СнК на основе сложнофункциональных блоков»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-6.ППС Способен проектировать устройства, приборы смешанного сигнала с учетом заданных требований	Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	Знания схем и устройств изделий микро- и наноэлектроники для обработки смешанного сигнала Умения разрабатывать приборы и системы электронной техники для обработки смешанного сигнала в соответствии с методическими и нормативными требованиями Опыт разработки изделий микро- и наноэлектроники для обработки смешанного сигнала

Компетенция ПК-7 «Готовность автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования субмикронных СБИС и систем на кристалле с использованием современных САПР» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция: D – «Разработка электрических схем, характеристика сложнофункциональных блоков (СФ-блоков)»

Трудовая функция: D/03.7 – «Определение основных статических и динамических характеристик СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-7.ППС Готовность автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования субмикронных программируемых СБИС и систем на кристалле	Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	Знания принципов организации маршрутов проектирования программируемых изделий микро- и наноэлектроники Умения автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования программируемых субмикронных СБИС Опыт разработки программируемых изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения с использованием современных САПР

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Электротехника», «Радиоэлектроника», «Автоматизация схемотехнического проектирования», «Автоматизация функционально-логического проектирования», «Модели и методы анализа проектных решений». Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы (темы) этих дисциплин: КМОП схемотехника, методы проектирования цифровых и аналоговых КМОП СБИС.

Материалы, изучаемые в данной дисциплине, используются при прохождении практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	3	108	16	32	-	60	ЗаО, КП

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Структура и организация нанoeлектронных систем на кристалле	4	-	8	8	Защита лабораторных работ.
2. Коммуникационная среда нанoeлектронных систем на кристалле.	6	-	12	20	Защита лабораторных работ.
					Сдача письменного отчета по выполнению задания.
3. Принципы и средства проектирования нанoeлектронных систем на кристалле	6	-	12	28	Защита лабораторных работ.
					Сдача письменного отчета по выполнению задания.
					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	Понятие системы на кристалле. Классификация систем на кристалле. Организация работы системы на кристалле.
	2	2	Понятие СФ блока. СФ-блок как составной элемент СнК: определение, свойства, основные характеристики. Классификация СФ блоков.
2	3,4	4	Стандартные шинные интерфейсы как основной связующий компонент нанoeлектронных систем на кристалле. Сети на кристалле: принципы построения, преимущества и недостатки.
	5	2	Проблема синхронизации и взаимодействия частотных доменов

			при построении СнК. Проблема метастабильности и способы ее решения. Код Грэя и его применение при передаче данных между различными частотными доменами в СнК.
3	6,7	4	Маршрут проектирования наноэлектронных систем на кристалле. Этапы маршрута проектирования: их цели, задачи и средства проектирования. Высокоуровневые языки проектирования систем на кристалле. Язык SystemC: общая характеристика и применение на этапе архитектурного проектирования СнК. Общие принципы методологии верификации: OVM, UVM.
	8	2	Встраиваемые средства контроля работоспособности систем на кристалле. Технология DFT и ее применение при проектировании и функциональном контроле СнК. Технологии BIST и ее применение при проектировании и функциональном контроле встроенной памяти СнК. Интерфейс JTAG и его применение для тестирования и отладки.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Освоение маршрута проектирования простых схем программируемых систем на кристалле. Проектирование элементарных узлов БИС.
	2	4	Освоение проектирования универсальных логических блоков разработка узлов, реализующих комбинаторные схемы.
2	3,4	8	Освоение проектирования универсальных логических блоков разработка узлов, реализующих схемы памяти.
	5	4	Разработка фрагментов памяти.
3	6,7	8	Освоение проектирования коммутационных интерфейсов БИС.
	8	4	Освоение проектирования портов ввода-вывода БИС.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часов)	Виды СРС
1	3	Работа с учебными пособиями, материалами ЭМИРС, ресурсами Интернет.
	3	Обзор литературы с целью изучения существующих схемотехнических решений, методов описания работы схем на поведенческом уровне.
	2	Получение и анализ задания на курсовую работу.
2	10	Письменное описание проблемы создания надежных ячеек памяти
	10	Изучение ПО и найденной в источниках методики расчета параметров ячеек памяти
3	12	Исследование и оценка надежности ячеек на основании найденной методики
	16	Оформление и сдача курсовой работы
1-3	4	Выполнение практико-ориентированного задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка статического ОЗУ 8×1
2. Разработка статического ОЗУ 4×2
3. Разработка статического ОЗУ 2×4
4. Разработка статического ОЗУ 4×2 с архитектурой FIFO
5. Разработка динамического ОЗУ 8×1
6. Разработка динамического ОЗУ 4×2
7. Разработка динамического ОЗУ 2×4
8. Разработка двухпортового статического ОЗУ 4×1
9. Разработка двухпортового статического ОЗУ 2×2
10. Разработка масочного ПЗУ 16×1
11. Разработка масочного ПЗУ 8×2
12. Разработка масочного ПЗУ 4×4
13. Разработка динамического ОЗУ 2×8
14. Разработка статического ОЗУ 8×1 с архитектурой LIFO
15. Разработка динамического ОЗУ 8×1 на базе 1-транзисторной ячейки памяти
16. Разработка динамического ОЗУ 4×2 на базе 1-транзисторной ячейки памяти

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС – <http://orioks.miet.ru/>), а также электронные компоненты по дисциплине:

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование систем на кристалле с программируемой архитектурой»:

https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=353965

Модуль 1 «Структура и организация нанoeлектронных систем на кристалле»

✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля

✓ Подготовка к лабораторным работам (учебная литература - см.п.1)

Модуль 2 «Коммуникационная среда нанoeлектронных систем на кристалле»

✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля

✓ Электронные компоненты: Интернет курсы профессора David A. Johns <http://www.eecg.toronto.edu/~johns> ECE334S - Digital Electronics

✓ Электронные компоненты: видеоролики сервиса www.youtube.com по работе с [LTspiceIV](#) и имеющимися готовыми обучающими примерами

Модуль 3 «Принципы и средства проектирования нанoeлектронных систем на кристалле»

✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература (см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля

✓ Электронные компоненты: видео обучение курс [R. Jacob Baker](#) ECG 721 Memory Circuit Design на сайте <http://cmosedu.com/videos/videos.htm>

✓ Подготовка к лабораторным работам и защите курсового проекта осуществляется на основе материалов, перечисленных выше

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Беляев А.А.: Учеб. пособие / А.А. Беляев, П.С. Волобуев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2018. - 136 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0871-7
2. Дикарев Н. И. Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем / Н.И. Дикарев, Б.М. Шабанов. - М. : ФАЗИС, 2015. - 108 с. - ISBN 978-5-7036-0134-7
3. Организация ЭВМ и периферия с демонстрацией имитационных моделей: Наглядное обучение / В. А. Авдеев.- М.: ДМК Пресс, 2014. - 708 с. - URL: http://e.lanbook.com/book/58704#book_name (дата обращения: 07.12.2020).
4. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: Учеб. пособие /- 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 816 с. – URL: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=18581> (дата обращения: 07.12.2020).

5. Бутов А.С. Проектирование на ПЛИС: Учеб. пособие / А. С. Бутов ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МИЭТ. - М. : МИЭТ, 2009. - 84 с.
6. 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.
7. Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. Т.1 / Д. Ф. Уэйкерли. - М. :Постмаркет, 2002. - 544 с. - (Библиотека современной электроники).
8. Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств: Пер. с англ. Т.2 / Д. Ф. Уэйкерли. - М. :Постмаркет, 2002. - 1088 с. - (Библиотека современной электроники).

Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -.
2. IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTER AIDED DESIGN OF INTERGRATED CIRCUITS & SYSTEMS . - USA : IEEE, [б.г.]. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=43> (дата обращения: 12.12.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.11.2020); 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. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 30.09.2019)
5. ProQuest : сайт. - URL: <http://search.proquest.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
6. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
7. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется «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.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах материалов в системе ОРИОКС: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=353965

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure) Microsoft Office
Учебно-образовательный центр SYNOPSYS-МИЭТ каф. ПКИМС ауд.7207	ПЭВМ Intel LGA1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	ОС Centos Synopsys Inc
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure), браузер Google Chrome

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-6.ППС** «Способен проектировать устройства, приборы смешанного сигнала с учетом заданных требований»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-7.ППС** «Готовность автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования субмикронных программируемых СБИС и систем на кристалле»

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 задание на практический опыт деятельности.

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

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций.

Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

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 приведены ниже в таблице (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

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

Рабочая программа дисциплины «Проектирование систем на кристалле с программируемой архитектурой» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Автоматизированное проектирование субмикронных СБИС и систем на кристалле» разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры ПКИМС 27 ноября 2020 года, протокол № 8

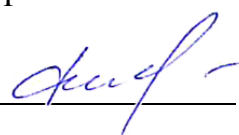
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

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/