

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:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73ed70e80e3a02b8807

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

«Цифровые интегральные схемы. Проектирование сложно-функциональных блоков»

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-5 «Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников» **сформулирована на основе профессионального 40.016** «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле»

Обобщенная трудовая функция: С – «Синтез логической схемы в базе выбранной технологической библиотеки на основе заданных временных и физических ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования»

Трудовая функция: С/02.7 – «Разработка списка цепей в базе библиотеки фабрики-изготовителя СнК»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-5-ПСФБ Способен анализировать разработки в области СФ-блоков путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; - проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	Знания современных технических требований к выбору конструктивно-технологического базиса изделий микро- и наноэлектроники Умения анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и наноэлектроники Опыт конструирования изделий микро- и наноэлектроники

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/04.7 – «Генерация файлов для синтеза логической схемы из поведенческого описания с использованием СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-7.ПСФБ Готовность автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования СФ-блоков субмикронных СБИС и систем на кристалле с использованием современных САПР	Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	Знания современных методов автоматизации проектирования ЦИС Умения разрабатывать блоки ЦИС в соответствии с техническими требованиями и проектными ограничениями Опыт деятельности в области модификации и настройки маршрутов проектирования с использованием средств 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: «Проектирование библиотечных элементов», «Методы математического моделирования», «Компьютерные технологии в научных исследованиях». Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы (темы) этих дисциплин: полевые транзисторы, модели полупроводниковых приборов, КМОП схемотехника, методы проектирования цифровых КМОП СБИС, автоматизация проектирования.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: Проектирование схем со смешанными сигналами, Цифровые интегральные схемы. Энергоэффективное проектирование.

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)		
1	2	3	108	-	32	16	60	3аО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)			
1. Маршруты проектирования на HDL	-	4	8	24		Защита лабораторных работ №1, 2
						Прохождение устного опроса
2. Разработка RTL-описаний	-	8	16	44		Защита лабораторных работ №3-6
						Прохождение устного опроса
3. Основы логического синтеза в Synopsys	-	4	8	24		Защита лабораторных работ № 7, 8
						Прохождение устного опроса
1-3	-	-	-	4		Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	2	Современные маршруты проектирования цифровых ИС с применением высокоуровневых языков описания аппаратуры.
	2	2	Синтаксис языка Verilog. Типы данных. Выражения, операторы и операнды.
2	3	2	Проектирование комбинационных схем на Verilog. Непрерывные присваивания.
	4	2	Проектирование последовательностных схем на Verilog, процедурные блокирующие и неблокирующие присваивания.
	5	2	Принципы событийного моделирования. Очередь событий Verilog.
	6	2	Тестовые оболочки и генераторы входных последовательностей.
3	7	2	Обобщенный маршрут логического синтеза в САПР Synopsys
	8	2	Принципы создания синтезопригодного описания.

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Знакомство с системой логического моделирования Synopsys VCS и графическим интерфейсом пользователя DVE.
	2	4	Проектирование комбинационных схем. Использование непрерывных и процедурных назначений для КЛ.
2	3	4	Проектирование последовательностных схем. Сравнение различных способов присваиваний.
	4	4	Создание параметризованных иерархических описаний устройства.
	5	4	Принципы описания тестового окружения и генераторов входных сигналов.
	6	4	Разработка RTL-описания СФ-блока.
3	7	4	Знакомство с системой логического синтеза Synopsys DC и графическим интерфейсом пользователя синтезатора.
	8	4	Логический синтез простых комбинационных и последовательностных схем.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	5	Работа с учебной литературой. Изучения основ синтаксиса языка Verilog HDL.
	5	Работа с ресурсами Интернета. Методика работы в системе логического моделирования Synopsys VCS и графическим интерфейсом пользователя DVE.
	14	Подготовка к лабораторной работе. Разработка RTL описания простой схемы согласно заданию.
2	10	Работа с учебной литературой. Изучение особенностей проектирование комбинационных схем и последовательностных схем на конкретных примерах.
	10	Работа с ресурсами Интернета. Особенности правил разработки тестовых окружений для СФ блоков
	28	Подготовка к лабораторной работе. Разработка RTL описания комбинационных и последовательностных схем согласно заданию.
3	5	Работа с учебной литературой. Изучение маршрута проектирования с использованием средств автоматизированного логического синтеза
	5	Работа с ресурсами Интернета. Методика работы в системе логического синтеза Synopsys DC с использование графического интерфейса
	14	Подготовка к лабораторной работе. Разработка RTL описания сложнофункционального (СФ) блока.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

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 «Цифровые интегральные схемы. Проектирование сложно-функциональных блоков»:

https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2432307

Модуль 1 «Маршруты проектирования на HDL»

Материалы для подготовки к опросу и материалы для изучения теории в рамках подготовки к лабораторным занятиям размещены в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 2 «Разработка RTL-описаний»

Материалы для подготовки к опросу и материалы для изучения теории в рамках подготовки к лабораторным занятиям размещены в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 3 «Основы логического синтеза в Synopsys»

Материалы для подготовки к опросу и материалы для изучения теории в рамках подготовки к лабораторным занятиям размещены в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Проектирование энергоэффективных цифровых схем : учебное пособие / А. В. Коршунов, П. С. Волобуев, В. М. Дьяконов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Нац. исслед. ун-т «МИЭТ». - Москва : МИЭТ, 2012. - 116 с.
2. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника: В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 1 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 281 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-1-433848> (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7735-6; 978-5-9916-7736-3 : 0-00.
3. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника: В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 2 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 262 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-2-434225> (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7737-0; 978-5-9916-7736-3.
4. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения: Учеб. пособие / Под ред. К.О. Петросянца; Рец. М.А. Королев. - М. : СОЛОН-Пресс, 2017. - 556 с.
5. Белоус А.И. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс "белой магии": Под общ. ред. А.И. Белоуса / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. - М. : Техносфера, 2017. - 872 с. - (Мир электроники). - URL: <https://e.lanbook.com/book/110950> (дата обращения: 10.11.2020). - ISBN 978-5-94836-500-8.
6. 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: 01.11.2020). - ISBN 978-5-406-06106-0.
7. Новожилов О.П. Электротехника и схемотехника: В 2-т. : Учебник для академического бакалавриата / О. П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2016. - 653 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/387359> (дата обращения: 02.04.2020). - ISBN 978-5-9916-2986-7.

Нормативная литература

Не требуется

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: 12.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.04.2020); Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.04.2019). - 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: 30.04.2019)
5. ProQuest : сайт. - URL: <http://search.proquest.com/> (дата обращения: 30.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
6. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.04.2020). – 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**, которое предполагает использование внешних электронных ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы по освоению дополнительного материала дисциплины.

Материал электронного курса посвящен проблематике проектирования перспективных микропроцессорных систем, в то время как основной курс рассматривает только проектирование цифровых блоков в составе микропроцессоров. Студенту требуется изучать материалы курса параллельно с основным материалом. Электронный

курс содержит 6 лекций. Студенту необходимо самостоятельно изучить материал лекций и выполнить тестовые задания по каждой лекции.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>).

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешний электронный ресурс** в форме *внешнего онлайн-курса*:

<https://intuit.ru/studies/courses/588/444/info>

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 САПР Synopsys Inc.
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Centos

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-5.ПСФБ** «Способен анализировать разработки в области СФ-блоков путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-7.ПСФБ** «Готовность автоматизировать и модифицировать маршруты проектирования СФ-блоков субмикронных СБИС и систем на кристалле с использованием современных САПР»

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 на базовом уровне, обязаны:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в дискуссиях во время практических занятий;
- участвовать в устном опросе на практических занятиях;
- выполнить задание на опыт деятельности.

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

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится семинаристом дисциплины в начале первого занятия 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.

В конце семестра студентами выполняется практико-ориентированное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 70 баллов), и сдача зачета (максимум 30 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИК:

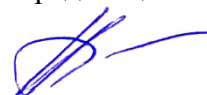
Доцент кафедры ПКИМС, к.т.н. _____  /А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Цифровые интегральные схемы. Проектирование сложно-функциональных блоков» 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 27 ноября 2020 года, протокол № 8

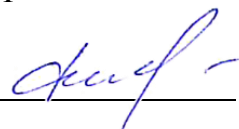
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

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/