

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 18.08.2020 15:52:50
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73674031005026

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 библиотечных элементов»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

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

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.019** «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция: С – «Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков»

Трудовая функция: С/03.7 – «Исследование функциональных и электрических параметров моделей СФ-блоков и ИС в предельно-допустимых и предельных режимах»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-2.ПБЭ Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач проектирования библиотечных элементов с использованием специализированных языков	Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;	Знания методов разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач Умения использовать алгоритмы решения исследовательских задач использованием современных языков программирования Опыт разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и нанoeлектроники

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: 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 компетенций/подкомпетенций
ПК-6.ЛБЭ Способен проектировать библиотечные элементы ЦИС 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 различного функционального назначения Умения разрабатывать приборы и системы электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями Опыт деятельности в области разработки изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения

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», «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Автоматизация схмотехнического проектирования», «Автоматизация функционально-логического проектирования», «Модели и методы анализа проектных решений».

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: «Цифровые интегральные схемы. Проектирование сложно-функциональных блоков», «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	1	4	144	-	32	16	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1. Базовые элементы цифровых МОП СБИС	-	6	12	20	Защита лабораторных работ Прохождение устного опроса на практических занятиях
2. Проектирование базовых элементов цифровых МОП СБИС	-	10	20	36	Защита лабораторных работ Прохождение устного опроса на практических занятиях
1, 2	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Назначение и классификация библиотек цифровых элементов. Библиотеки стандартных цифровых ячеек. Маршруты проектирования цифровых СБИС в САПР интегральных микросхем с использованием библиотек.
	2	2	Схемотехнические модели МОП-транзисторов и макромоделли библиотечных элементов. Структура моделей BSIM3 и BSIM4 МДП - транзисторов. Структура логической Verilog модели библиотечного элемента.
	3	2	Основные характеристики и параметры элементов цифровых библиотек. Подходы к идентификации параметров библиотечных элементов.

2	4	2	Библиотечные элементы комбинационных цифровых схем. Классификация и состав элементов. Назначение библиотек.
	5	2	Библиотечные элементы последовательностных цифровых схем. Классификация и состав элементов. Назначение библиотек.
	6	2	Принципы проектирования элементов стандартных цифровых библиотек. Маршрут проектирования стандартной библиотеки цифровых ячеек. Возможности САПР.
	7	2	Характеризация библиотечных элементов. Назначение и маршрут характеристики стандартных ячеек. Формирование логической макро модели.
	8	2	Организация стандартной библиотеки цифровых элементов в САПР Synopsys. Представление библиотечных элементов в среде САПР Synopsys. Перспективы развития и применения библиотек, параметризованные элементы, IP блоки.

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование и разработка КМОП инвертора, цепочки инверторов, кольцевого генератора.
	2	4	Исследование и разработка КМОП библиотечных элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
	3	4	Исследование и разработка КМОП библиотечных элементов «исключающее ИЛИ» и мультиплексора.
2	4	4	Исследование и разработка одноразрядных КМОП полусумматора и полного сумматора.
	5	4	Исследование и разработка триггера-защелки на КМОП вентилях.
	6	4	Исследование и разработка статического КМОП D-триггера.
	7	4	Разработка топологии библиотечных элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ и их посттопологическая верификация.
	8	4	Проведение характеристики КМОП библиотечных элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Работа с учебной литературой и ресурсами Интернет по теме «Назначение и классификация библиотечных элементов. Макромодели и основные параметры библиотечных элементов». Подготовка доклада (написание эссе).
	10	Работа с учебными ресурсами ОРИОКС и подготовка к лабораторным работам.
	4	Подготовка к опросу по теме «Базовые элементы цифровых МОП СБИС»
2	22	Работа с учебной литературой и ресурсами Интернет по теме «Проектирование библиотечных элементов комбинационной и последовательностной логик. Проведение характеристики библиотечных элементов. Подготовка к диф. зачету»
	10	Работа с учебными ресурсами ОРИОКС и подготовка к лабораторным работам.
	4	Подготовка к опросу по теме «Проектирование базовых элементов цифровых МОП СБИС»
1, 2	4	Выполнение практико-ориентированного задания

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 «Проектирование библиотечных элементов»:

https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=353925

Модуль 1 «Базовые элементы цифровых МОП СБИС»

✓ Методические материалы для СРС:

<http://emirs.miet.ru/oroks->

[miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9d7e49972b/srs_m1_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9d7e49972b/srs_m1_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc)

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к лабораторным занятиям:

<http://emirs.miet.ru/oroks->

[miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9d61e91458/lab_m1_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9d61e91458/lab_m1_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc)

Модуль 2 «Проектирование базовых элементов цифровых МОП СБИС»

✓ Методические материалы для СРС:

<http://emirs.miet.ru/oroks->

[miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9da60e2258/srs_m2_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9da60e2258/srs_m2_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc)

✓ Материалы для изучения теории в рамках подготовки к лабораторным занятиям:

<http://emirs.miet.ru/oroks->

[miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9da3d30ad8/lab_m2_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/2012_1/4fd9da3d30ad8/lab_m2_pkims_pkims_pbe_210100.68.doc)

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://biblioonline.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://biblioonline.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. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учебник для академического бакалавриата. Ч. 1 / О.П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2016. - 382 с. – URL:<https://urait.ru/bcode/434561> - ISBN 978-5-9916-7353-2 (ч.1); ISBN 978-5-9916-7354-9
Новожилов О.П. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 2 / О.П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2016. - 421 с. – URL:<https://urait.ru/bcode/434562>. - ISBN 978-5-9916-7355-6 (ч. 2); ISBN 978-5-9916-7354-9.

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: 12.12.2020). - 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: 30.10.2020). - 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/ИЕТ 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 цифровых схем на основе дискретных элементов, в то время как основной курс рассматривает только проектирование ячеек в составе СБИС. Студенту требуется изучать материалы курса параллельно с основным материалом. Электронный курс содержит 15 лекций. Студенту необходимо самостоятельно изучить материал лекций №1-8 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 **внешние электронные ресурсы** в формах: *внешний онлайн-курс*:

<https://intuit.ru/studies/courses/104/104/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-2.ПБЭ** «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения задач проектирования библиотечных элементов с использованием специализированных языков»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-6.ПБЭ** «Способен проектировать библиотечные элементы ЦИС с учетом заданных требований»

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:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в опросах во время практических занятий;
- выполнить задание на практический 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 зачета с оценкой


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 64 балла), и сдача дифференцированного зачета (максимум 36 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 ««Проектирование библиотечных элементов» 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

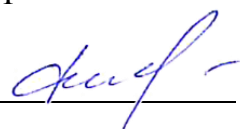
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

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/