

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

ОПК	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.ПТЭ Способен применять современные методы исследования.	Знания методов синтеза и исследования моделей Умения адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования Опыт методологического анализа научного исследования и его результатов
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.ПТЭ Способен предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.	Знания принципов и типовых процедур применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности Умения использовать современные информационные и компьютерные технологии, способствующие повышению эффективности в профессиональной деятельности Опыт использования математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

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

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изученных дисциплинах: «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Общая физика», «Электротехника», «Физика твердого тела и полупроводников», «Радиоэлектроника». Студент должен знать основы линейной алгебры, теории электрических цепей и электронных схем, закономерности протекания физических процессов в механических, гидравлических, тепловых системах, владеть методами решения систем дифференциальных уравнений, уметь разрабатывать алгоритмы решения задач.

Для успешного освоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы этих дисциплин: биполярные транзисторы, полевые транзисторы, полупроводниковые датчики, основные понятия и законы электрических цепей, маршрут изготовления интегральной схемы, система подзатворный диэлектрик – полупроводник.

Студент должен уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания преподаваемой дисциплины, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: «Проектирование аналоговых схем», «Методы математического моделирования».

Дисциплина является предшествующей для выполнения квалификационной работы магистра.

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	3	108	-	-	32	76	За
1	2	3	108	-	-	32	40	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Мировые тенденции развития микроэлектроники.	-	4	-	8	Прохождение опроса
2. Конструктивно-технологические особенности проектирования микросхем.	-	28	-	64	Прохождение опрос
					Прохождение рубежного контроля
3. Мировые тенденции развития микроэлектроники.	-	32	-	40	Прохождение рубежного контроля
					Сдача индивидуального задания
1-3	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные понятия и определения. Мировые тенденции развития микроэлектроники.
	2	2	Организация современного производства изготовления ИС.
2	3	2	Правила проектирования, словарь терминов, перечень разделов, общая их характеристика.
	4	2	Маршрут проектирования БИС.
	5	2	Виды и причины отказов БИС.
	6	2	Тестовый кристалл. Состав и назначение.
	7	2	Конструктивно-технологические особенности КМОП – микросхем.

	8	2	Анализ основных причин нестабильности электрофизических свойств МОП – транзисторов.	
	9	2	Физико-химическая модель нестабильности электрофизических свойств МОП – транзисторов.	
	10	2	Мониторинг производства и особенности проектирования ИС.	
	11	2	Влияние исходных материалов, технологических сред и оборудования на параметры полупроводниковых приборов.	
	12	2	Проблема однородности и воспроизводимости электрических параметров микросхем.	
	13	2	Современные требования микроэлектронного производства к исходным материалам технологическим средам.	
	14	2	Виды контроля. Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки и изготовления микросхем.	
	15	2	Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки биполярных ИМС.	
	16	2	Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки КМОП ИМС.	
	3	17	2	Физико-технологическое моделирование в общем маршруте проектирования микросхем. Обзор существующих программных продуктов.
		18	2	Электрофизические методы исследования. Вольт – Фарадные характеристики: теория и практика.
		19	2	Конструктивные особенности построения микросхем и их взаимосвязь с методами геттерирования.
		20	2	Маршрут внутреннего геттерирования, механизм преципитации кислорода.
		21	2	Виды дефектов и их влияние на параметры микросхем.
		22	2	Структурно-примесные дефекты в системе Si – SiO ₂ .
		23	2	Структурно-примесные дефекты в структуре полупроводникового прибора.
24		2	Физико-химический анализ причин образования зарядов и дефектов в системе Si – SiO ₂ .	
25		2	Физико-химический анализ причин образования зарядов и дефектов в структуре полупроводникового прибора.	
26		2	Классификация и природа механических напряжений в технологических слоях и кремниевой подложке и их влияние на параметры прибора.	
27		2	Электронно-ионные процессы в системе Si – SiO ₂ .	
28		2	Строение и свойства переходной области Si – SiO ₂ , ее роль в формировании приборов с заданными электрофизическими свойствами.	
29		2	Модели термического окисления кремния.	
30		2	SPICE – параметры. Модели транзисторов. Перечень и характеристики параметров.	

	31	2	Биполярные транзисторы: модели транзисторов; SPICE – параметры и их характеристики.
	32	2	МОП – транзисторы: модели транзисторов; SPICE – параметры и их характеристики.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Основные понятия и определения. Мировые тенденции развития микроэлектроники»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Организация современного производства изготовления ИС»
2	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Правила проектирования, словарь терминов, перечень разделов, общая их характеристика»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Маршрут проектирования БИС» Подготовка к рубежной контрольной работе.
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Виды и причины отказов БИС»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Тестовый кристалл. Состав и назначение»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Конструктивно-технологические особенности КМОП – микросхем»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Анализ основных причин нестабильности электрофизических свойств МОП – транзисторов»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Физико-химическая модель нестабильности электрофизических свойств МОП – транзисторов»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Мониторинг производства и особенности проектирования ИС»
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Влияние исходных материалов, технологических сред и оборудования на параметры полупроводниковых приборов» Подготовка к рубежной

		контрольной работе.
	5	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Проблема однородности и воспроизводимости электрических параметров микросхем»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Современные требования микроэлектронного производства к исходным материалам технологическим средам»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Виды контроля. Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки и изготовления микросхем»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки биполярных ИМС»
	4	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Контроль технологических слоев и физической структуры в процессе разработки КМОП ИМС»
3	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Физико-технологическое моделирование в общем маршруте проектирования микросхем. Обзор существующих программных продуктов»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Электрофизические методы исследования. Вольт – Фарадные характеристики: теория и практика»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Конструктивные особенности построения микросхем и их взаимосвязь с методами геттерирования»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Маршрут внутреннего геттерирования, механизм преципитации кислорода»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Виды дефектов и их влияние на параметры микросхем»
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Структурно-примесные дефекты в системе Si – SiO ₂ »
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Структурно-примесные дефекты в структуре полупроводникового прибора»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Физико-химический анализ причин образования зарядов и дефектов в системе Si – SiO ₂ » Подготовка к рубежной контрольной работе.
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Физико-химический анализ причин образования зарядов и дефектов в структуре полупроводникового прибора»
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Классификация и природа механических напряжений в технологических

		слоях и кремниевой подложке и их влияние на параметры прибора»
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Электронно-ионные процессы в системе Si – SiO ₂ »
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Строение и свойства переходной области Si – SiO ₂ , ее роль в формировании приборов с заданными электрофизическими свойствами»
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Модели термического окисления кремния»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «SPICE – параметры. Модели транзисторов. Перечень и характеристики параметров»
	2	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «Биполярные транзисторы: модели транзисторов; SPICE – параметры и их характеристики»
	3	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию «МОП – транзисторы: модели транзисторов; SPICE – параметры и их характеристики»
1-3	4	Выполнение практико-ориентированного задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для каждого модуля используется соответствующее пособие, размещенное в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы»:

https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=374922

Модуль 1 «Мировые тенденции развития микроэлектроники»

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям (учебная литература (см. п.1) включают изложение теоретического материала модуля

Модуль 2 «Конструктивно-технологические особенности проектирования микросхем»

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям (учебная литература (см. п.1) включают изложение теоретического материала модуля

✓ Материалы для подготовки к выполнению самостоятельной работы (учебная литература (см. п.1).

Модуль 3 «Физико-технологическое моделирование в общем маршруте проектирования микросхем»

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям (учебная литература (см. п.1) включают изложение теоретического материала модуля

✓ Материалы для подготовки к выполнению самостоятельной работы (учебная литература (см. п.1).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Нанотехнологии в электронике. Вып. 3 /Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М.: Техносфера, 2015. - 480 с. - (Мир электроники).
2. Красников Г.Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов / Г. Я. Красников. - 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2011. - 800 с. - (Мир электроники).
3. Попков А.Ф. Физические основы магнетизма и спинового транспорта в устройствах магнитной электроники: Учеб. пособие / А. Ф. Попков, М. Н. Журавлев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2014. - 260 с.
4. 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, 2012. - 397 с. – URL: <http://e.lanbook.com/view/book/42628/>(дата обращения: 12.12.2020)
5. 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, 2012. - 422 с. – URL:: <http://e.lanbook.com/view/book/42629/>(дата обращения: 12.12.2020)
6. Киреев В.Ю. Введение в технологии микроэлектроники и нанотехнологии [Текст] / В. Ю. Киреев. - М. : ФГУП "ЦНИИХМ", 2008. - 432 с.
7. Базовые лекции по электронике (в 2-х томах): Сборник. Т. 2: Твердотельная электроника / Под общ. ред. В.М. Пролейко. - М. : Техносфера, 2009. - 608 с.
8. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: Учеб. пособие / В. И. Старосельский ; [Под ред. Ю.А. Парменова]. - М.: Юрайт: Высшее образование, 2009. - 463 с. - (Основы наук). - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники".
9. 10. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне/ Б. П. Вонг [и др.]; Пер. с англ. К.В. Юдинцева, под ред. Н.А. Шелепина. - М. : Техносфера, 2014. - 432 с.
11. Щука А.А.Нанoeлектроника: Учеб. пособие / А. А. Щука ; Под ред. А.С. Сигова. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 344 с. - (Нанотехнологии). – URL: <http://e.lanbook.com/view/book/4357/>(дата обращения: 12.12.2020)

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 (практических занятиях) 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 используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.

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=374922

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

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
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Windows (Azure), браузер Google Chrome

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ОПК-2.ПТЭ** «Способен применять современные методы исследования»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ОПК-3.ПТЭ** «Способен предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач»

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:

- принять участие в опросах и дискуссиях во время лекций
- выполнить контрольные работы;
- выполнить задание на практический опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным и практическим занятиям, 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 (1 семестр) и экзамена (2 семестр).


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 50 баллов, и сдача зачета или экзамена (максимум 50 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.ф.-м.н.  /А.Г. Итальянцев/

Рабочая программа дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» 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

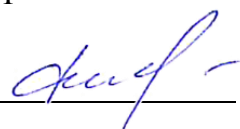
Заведующий кафедрой ПКИМС _____  /С.В. Гаврилов/

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/