

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:29:41
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffd3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f80ea82b8d802

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

«14» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Базовая КМОП технология. Специальные разделы»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Проектирование и технология устройств интегральной нанoeлектроники»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2. Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040 «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

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

Трудовая функция Д/01.7 «Разработка электрической принципиальной схемы СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-2.БКМОПТСР Способен рассчитывать электрические характеристики наноразмерных КМОП-структур средствами TCAD	Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере	Знать: содержание технологического маршрута создания МОП-транзисторов в составе наноразмерной КМОП-структуры КМОП СБИС с наноразмерными проектными нормами. Уметь: рассчитывать электрические характеристики наноразмерных КМОП-структур. Опыт деятельности: приборно-технологического моделирования для расчета электрических характеристик наноразмерных КМОП-структур.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине: знание основных этапов технологических маршрутов формирования элементов КМОП СБИС, основ технологии интегральных схем, принципы работы МОП-транзисторов.

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	2	72	-	16	16	40	3а

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)			
1. Маршруты изготовления наноразмерных КМОП СБИС	-	16	16	16	Опросы на практических занятиях	
				16	Выполнение и защита лабораторных работ	
				8	Сдача практического задания	

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Формирование активных областей СБИС и межэлементной изоляции. Выбор подложки и создание мелкой щелевой изоляции
	2	2	Формирование активных областей СБИС и межэлементной изоляции.

			Создание охранных областей.
	3	2	Формирование активных областей СБИС и межэлементной изоляции. Создание карманов р и п –типа с ретроградным распределением примеси.
	4	2	Формирование транзисторных структур. Выращивание подзатворного окисла, формирование электрода затвора и исток-стоковых областей
	5	2	Формирование транзисторных структур. Выращивание подзатворного окисла, формирование электрода затвора и исток-стоковых областей
	6	2	Формирование самосовмещенных силицидных контактов. Выбор материала, оптимизация процесса силицидобразования
	7	2	Формирование металлизированной разводки. Создание переходных окон, межэлектродной изоляции и медной металлизации
	8	2	Межоперационный контроль. Виды контроля, выбор критических операций маршрута

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Преобразование наноразмерной КМОП – структуры для проведения приборного моделирования
	2	4	Приборное моделирование наноразмерной КМОП – структуры.
	3	4	Расчет проходной ВАХ при низком напряжении сток-исток.
	4	4	Приборное моделирование наноразмерной КМОП – структуры.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	16	Опросы на практических занятиях
	16	Выполнение и защита лабораторных работ
	8	Выполнение практического 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 «Базовая КМОП технология. Специальные разделы».

Модуль 1 «Маршруты изготовления наноразмерных КМОП СБИС»

- ✓ Методические указания к семинарам.
- ✓ Описание лабораторных работ.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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, 2007. - 397 с.
2. 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, 2009. - 422 с.
3. Киреев В.Ю. Введение в технологии микроэлектроники и нанотехнологии / В.Ю. Киреев. - М. : ФГУП ЦНИИХМ, 2008. - 432 с.

Периодические издания

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . - URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE Transactions on Electron Devices. - USA : IEEE, [б.г.]. - URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 14.06.2018). - Режим доступа: по подписке МИЭТ

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. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения. Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя. Информационно-коммуникативные технологии с использованием сети Интернет применяются для консультирования студентов, в том числе с использованием сервисов Zoom.

Дисциплина может реализовываться с использованием дистанционного обучения. При дистанционном обучении проводятся *online* практические занятия с использованием платформы Zoom, вся информация доступна для студентов через среду ОРИОКС.

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	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus
Компьютерный класс для лабораторных работ и самостоятельной работы	Рабочие станции	Операционная система Linux, программное обеспечение Synopsys
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-2.БКМОПТСР Способен рассчитывать электрические характеристики наноразмерных КМОП-структур средствами TCAD.

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

Посещение практических занятий, выполнение и защита лабораторных работ обязательны. Для семинаров студенты готовят доклады на заданные темы. Во время семинаров несколько студентов по очереди докладывают подготовленное задание (при необходимости с использованием компьютера и проектора). Каждый доклад обсуждается как с преподавателем, так и между студентами группы в форме дискуссии.

На лабораторных работах студенты индивидуально или в мини-группах выполняют лабораторные работы с использованием средств приборно-технологического моделирования в компьютерной аудитории. Оформляется отчет на мини-группу.

Во время самостоятельной работы студенты готовятся к опросам на практических занятиях, к выполнению и защите лабораторных работ, выполняют практическое задание на проверку элементов компетенции, размещенное в ОРИОКС.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (до 40 баллов) и итоговое контрольное мероприятие (до 60 баллов). По сумме баллов оценивается успеваемость студентов по дисциплине: если сумма баллов по результатам прохождения всех контрольных мероприятий, включая оценку активности в семестре, составляет 50 баллов и выше, ставится зачет. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент, к.т.н., доцент _____



/ А.Ю. Красюков /

Рабочая программа дисциплины «Базовая КМОП-технология. Специальные разделы» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и микроэлектроника», направленности (профилю) «Проектирование и технология устройств интегральной микроэлектроники» разработаны на кафедре ИЭМС и утверждены на заседании кафедры

26.11 2020 года, протокол № 5
Заведующий кафедрой _____ / Ю.А. Чаплыгин /

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 /