

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:56:22
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d70e580e9a92bb0802

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 » декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Базовая КМОП технология»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
Направленность (профиль) – «Нанодиагностика материалов и структур»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-4. «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов»

сформулирована на основе профессионального стандарта 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция Д 7 «Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Трудовая функция Д/01.7 «Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Д/03.7 «Руководство взаимодействием работников смежных подразделений и сторонних организаций»

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине | Задачи профессиональной деятельности | Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций |
|--|--|--|
| ПК-4.БКМОПТ Способен разрабатывать базовый маршрут формирования КМОП-транзисторов | Разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; | Знает: основные этапы технологических маршрутов формирования элементов КМОП-СБИС с наноразмерными проектными нормами. Умеет: разрабатывать технологические маршруты формирования основных элементов наноразмерных КМОП-СБИС. Опыт деятельности: по разработке маршрута формирования наноразмерных элементов КМОП-СБИС с использованием средств приборно-технологического моделирования (TCAD) |

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 маршрутов 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 | 1 | 2 | 72 | - | 16 | 16 | 40 | За |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля | Контактная работа | | | Самостоятельная работа(часы) | Формы текущего контроля |
|--|-------------------|----------------------------|--|------------------------------|--|
| | Лекции(часы) | Практические занятия(часы) | Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы) | | |
| 1. Пути увеличения степени интеграции СБИС | - | 4 | - | 4 | Опросы на практических занятиях |
| 2. Ограничения уменьшения размеров элементов | - | 12 | 16 | 12 | 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) | Краткое содержание |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--|
| 1 | 1 | 2 | Тенденции развития технологии СБИС. Закон Мура и степень интеграции. Влияние степени интеграции на основные параметры СБИС. |
| | 2 | 2 | Пути увеличения степени интеграции. Влияние площади кристалла на выход годных. |
| 2 | 3 | 2 | Ограничения уменьшения размеров элементов. Физические ограничения |
| | 4 | 2 | Ограничения размеров элементов. Приборные ограничения. Закон масштабирования. |
| | 5 | 2 | Ограничения размеров элементов. Короткоканальные эффекты |
| | 6 | 2 | Ограничения размеров элементов. Технологические ограничения. Понятие о ПДР. |
| | 7 | 2 | Методы самосовмещения в технологии СБИС. Самосовмещение с помощью твердой маски и латерального травления. |
| | 8 | 2 | Методы самосовмещения в технологии СБИС. Самосовмещение с помощью твердой маски и латерального травления. |

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

| № модуля дисциплины | № лабораторной работы | Объем занятий (часы) | Наименование работы |
|---------------------|-----------------------|----------------------|--|
| 2 | 1 | 4 | Базовый маршрут формирования КМОП-транзисторов с проектными нормами 90 нм |
| | 2 | 4 | Базовый маршрут формирования КМОП-транзисторов с проектными нормами 90 нм. Двумерное моделирование. |
| | 3 | 4 | Создание проекта базового маршрута в среде SWB |
| | 4 | 4 | Моделирование параметризованного базового маршрута формирования КМОП-транзисторов с проектными нормами 90 нм |

4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС |
|------------------------|-------------------------|---|
| 1 | 14 | Подготовка к опросам на практических занятиях |
| 2 | 16 | Подготовка к лабораторным работам |
| | 12 | Подготовка к опросам на практических занятиях |
| | 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».

Модуль 1 «Пути увеличения степени интеграции СБИС»

✓ Методические указания к семинарам.

Модуль 2 «Ограничения уменьшения размеров элементов»

✓ Описание лабораторных работ 1-4.

✓ Методические указания к семинарам.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

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. - 3-е изд., электронное. - М. : Бинوم. 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. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с.

3. Красников Г.Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов / Г.Я. Красников. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2011. - 800 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 БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-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>, включая презентации, руководство для подготовки реферата и доступ к тестам.

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 | Azure, Microsoft Office Professional |
| 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 | Azure Open Office, браузер Mozilla Firefox или Google Chrome Acrobat reader DC |

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-4.БКМОПТ Способен разрабатывать базовый маршрут формирования КМОП-транзисторов.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в 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 практических занятий студенты готовят доклады на заданные темы. Во время практических занятий проводятся опросы, студенты по очереди докладывают подготовленные доклады (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 и выполняют практическое задание на разработку технологического маршрута создания наноразмерных КМОП-транзисторов.

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 приведен в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент, к.т.н., доцент _____ / А.Ю. Красюков /

Профессор, д.т.н. _____ / М.А. Королев /

Рабочая программа дисциплины «Базовая КМОП-технология» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Нанодиагностика материалов и структур» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой  / Ю.А. Чаплыгин /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ОФ

Заведующий кафедрой ОФ  /Н.И. Боргардт /

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 /