

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 01.09.2023 14:46:05

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8f8b6ea882b8d602

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследования и анализ современного состояния и перспектив развития микросистемной техники (МСТ)»

Направление подготовки - 11.03.03. «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Изделия микросистемной техники»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенции образовательной программы:

| Компетенция ПК-5 «Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных и оформлять результаты научных исследований» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «Специалист по электронике бортовых комплексов управления». Обобщенная трудовая функция ОТФ - В. Создание электронных средств и электронных систем БКУ. Трудовая функция ТФ - В/01.6 Проведение исследований электронных средств и электронных систем БКУ. | | |
|--|--|---|
| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине | Задачи профессиональной деятельности | Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций |
| ПК-5. ИА: Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для исследования изделий микросистемной техники | Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах. | Знания: основных источников информации для анализа изделий микросистемной техники и критериев их оценки. Умения: решать задачи обработки данных изделий микросистемной техники. Опыт деятельности: оформления результатов исследований изделий микросистемной техники в виде статей. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине:

- знание основ построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники, их разновидностей., а также знание физико-химических основ материалов и структур микроэлектроники

- умение применять знания разделов высшей математики (в частности, дифференциальное и интегральное исчисление, методы вычислительной математики) и физики для описания физических закономерностей лежащих в основе функционирования исследуемых устройств и технологических процессов, а также умение пользоваться средствами исследования процессов и устройств;

- владение стандартными компьютерными программами, используемыми для анализа и обработки информации, а также компетенциями в области основ программирования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа | | | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Лекции (часы) | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) | | |
| 3 | 6 | 3 | 108 | 16 | 16 | 16 | 60 | ЗаО |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля | Контактная работа | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля |
|---|-------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| | Лекции (часы) | практические занятия (часы) | лабораторные работы (часы) | | |
| 1. Разновидности изделий МСТ, их современное состояние и перспективы развития. | 8 | 12 | - | 24 | Сдача заданий по практическим занятиям. |
| | | | | | Контрольная работа № 1 |
| | | | | | Тестирование |
| 2. Основные конструктивы изделий МСТ, направления и способы их совершенствования. | 8 | 4 | 16 | 36 | Сдача заданий по практическим занятиям. |
| | | | | | Контрольная работа № 2 |
| | | | | | Рубежный контроль (Тест) |
| | | | | | Сдача лабораторных работ |
| Сдача практико-ориентированного задания (ПОЗ) | | | | | |

4.1. Лекционные занятия

| № модуля дисциплины | № лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание |
|------------------------|----------|-------------------------|--|
| 1 | 1 | 2 | Микросистемная техника (МСТ) в России и за рубежом. Основные разновидности микросистем и технологий их изготовления. |
| | 2 | 2 | Сенсорные (чувствительные) элементы МСТ: Их разновидности: по технологии изготовления, по измеряемому параметру и выходному электрическому сигналу. |
| | 3 | 2 | Актуаторные элементы МСТ. Электромеханические преобразователи. Принципы функционирования, параметры и характеристики. Материалы для МСТ. |
| | 4 | 2 | Микронасосы. Их разновидности, параметры и характеристики, области применения. Интегральные микромеханические ключи. Микропереключатели и микрореле. |
| 2 | 5 | 2 | Варианты конструкторско-технологической реализации конструктивов МСТ. Исполнительные механизмы микросистем. Конденсаторы и катушки индуктивности в микросистемах, другие конструктивы микросистем. |
| | 6 | 2 | Лаборатории на кристалле. Интегральные микрозеркала. Основные технологии изготовления изделий МСТ. |
| | 7 | 2 | Линии передач в микросистемах и их компоненты. Основные технологические операции в технологиях создания изделий микросистемной техники, их специфика и проблемы совершенствования. |
| | 8 | 2 | Интеграция микросистем с микроэлектронными узлами. Разводка микросистем. Развитие сборочно-монтажных операций в технологиях создания микросистем. |

4.2. Практические занятия

| № модуля дисциплины | № практического занятия | Объем занятий (часы) | Наименование занятия |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--|
| 1 | 1 | 2 | Повышение быстродействия полупроводниковых конструктивов ЭС и МСТ за счёт изменения положения точки инверсии в базе биполярного транзистора. |
| | 2 | 2 | Расчёт полупроводниковых пассивных элементов полупроводниковых конструктивов ЭС и МСТ. |
| | 3 | 2 | Расчет и оптимизация параметров МДП-структур полупроводниковых конструктивов ЭС и МСТ. |
| | 4 | 2 | Прецизионное окисление кремния. Расчёт параметров процесса окисления. Контрольная работа № 1 |
| | 5 | 2 | Выбор и разработка комплекта шаблонов для реализации изделий ЭС и МСТ с использованием метода литографии. |
| | 6 | 2 | Формирование полупроводниковых элементов конструктивов ЭС и МСТ с помощью диффузии (часть 1). |
| | 7 | 2 | Формирование полупроводниковых элементов конструктивов ЭС и МСТ с помощью диффузии (часть 2). |
| | 8 | 2 | Формирование полупроводниковых элементов конструктивов ЭС и МСТ с помощью ионного легирования. |

4.3. Лабораторные работы

| № модуля дисциплины | № лабораторной работы | Объем занятий (часы) | Наименование работы |
|---------------------|-----------------------|----------------------|--|
| 2 | 1 | 4 | Работа 1. Изучение микросхем и конструктивов, выполненных по гибридной технологии. |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | 2 | 4 | Работа 2. Изучение изделий элементной базы конструктивов ЭС и МСТ с аналоговой обработкой электрических сигналов. |
| | 3 | 4 | Работа 3. Изучение изделий элементной базы конструктивов ЭС и МСТ с цифровой обработкой электрических сигналов. |
| | 4 | 4 | Работа 4. Изучение конструкции и технологии изготовления кольцевых микромеханических гироскопов. |

4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС |
|---------------------|----------------------|---|
| 1 | 22 | Подготовка к лекциям, сдаче заданий по практическим занятиям. |
| | | Подготовка к контрольной работе №1. |
| | | Подготовка к тестированию |
| 2 | 26 | Подготовка к лекциям, сдаче заданий по практическим занятиям. |
| | | Подготовка к Рубежному контролю (Тестированию). |
| | | Подготовка к контрольной работе №2. |
| | | Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ. |
| 1,2 | 8 | Выполнение практико-ориентированного задания (ПОЗ) |
| 1,2 | 4 | Подготовка к диф. зачёту |

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.

Модуль 1 «Разновидности изделий МСТ, их современное состояние и перспективы развития»

1. Учебно-методическое пособие для выполнения практических занятий по курсу.
2. Конспекты лекций.
3. Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания.

Модуль 2 «Основные конструктивы изделий МСТ, направления и способы их совершенствования»

1. Учебно-методическое пособие для выполнения практических занятий по курсу.
2. Конспекты лекций.
3. Лабораторный практикум.
4. Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Оценка и обеспечение надежности изделий микро- и нанoeлектроники, микросистемной техники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 1 / С.П. Тимошенков [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 288 с.
2. Оценка и обеспечение надежности изделий микро- и нанoeлектроники, микросистемной техники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 2 / С.П. Тимошенков [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 164 с.
3. Вавилов В. Д. Микросистемные датчики физических величин: монография в двух частях [Текст] / В.Д. Вавилов, С.П. Тимошенков, А.С. Тимошенков. - М. : Техносфера, 2018. - 550 с.
4. Тимошенков С.П. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С.П. Тимошенков, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. - М. : Юрайт, 2017. - 502 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - URL: <https://www.biblio-online.ru/book/nadezhnost-tehnicheskikh-sistem-i-tehnogennyu-risk-433080> (дата обращения: 01.09.2019)
5. Симонов Б.М. Лабораторная работа №17. "Изучение конструкции и технологии изготовления датчиков угловой скорости кольцевого типа" / Б.М. Симонов, С.П. Тимошенков, О.М. Бритков; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 44 с.
6. Симонов Б.М. Компоненты электронной аппаратуры [Текст] : Учеб. пособие по курсам: "Технология компонентов ЭВС", "Детали ЭА", "Материалы и компоненты электронных средств", "Проектирование и технология электронной компонентной базы" / Б.М. Симонов, О.М. Бритков, А.С. Тимошенков; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенкова. - М. : МИЭТ, 2017. - 280 с.
7. Симонов Б.М., Технологические основы микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 1 / Б.М. Симонов, А.В. Заводян; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ГУ); Под ред. С.П. Тимошенкова. - М. : МИЭТ, 2008. - 160 с.

8. Симонов Б.М . Технологические основы микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие. Ч. 2 / Б.М. Симонов, А.В. Заводян; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ); Под ред. С.П. Тимошенко. - М. : МИЭТ, 2009. - 156 с.
9. Микроэлектромеханические системы [Текст] : Учеб. пособие / С.П. Тимошенко [и др.]; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2009. - 52 с.
10. Варадан В.В.Ч МЭМС и их применение [Текст] : Пер. с англ. / В. Варадан, К. Виной, К. Джозе. - М. : Техносфера, 2004. - 528 с.

Периодические издания

1. Нано- и микросистемная техника : Ежемес. междисциплинарный теорет. и приклад. науч.-техн. журн. / РАН, Отделение информационных технологий и вычислительных систем. - М. : Новые технологии : Нано-микросистемная техника, 1999-.
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996-
3. Микроэлектроника / РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1972-. URL: <http://www.ftian.ru/journals/mikelek/> (дата обращения: 01.09.2019)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. -. URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Электронно-библиотечная система Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. ЭБС Юрайт: biblio-online.ru: образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://www.biblio-online.ru/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение.

В учебном процессе используются традиционные формы обучения с использованием при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, контрольным работам, тестированию и при выполнении практико-ориентированного задания материалов, размещенных в электронной среде. Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС. В аудитории проверяются выполненные задания по практическим занятиям, лабораторным работам и дополняются полученные знания с использованием докладов, выступлений, дискуссий и обсуждений. Работа проводится по следующей схеме:

СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего и внутреннего ресурсов).

- аудиторная работа (лекции, практические занятия с предоставлением и обсуждением выполненных заданий, лабораторные занятия с их защитой, презентации с применением на практических примерах изученного материала, тематические дискуссии, разбор ошибок при тестировании и др.);
- обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

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

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы: видеоролики, тесты, учебные и учебно-методические электронные пособия (<http://orioks.miet.ru/>)

Тестирование проводится в ОРИОКС.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы:

Афанасьев В.М., Пономарев Р.С. ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ АМПЛИТУДНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ МАХА–ЦЕНДЕРА НА ОСНОВЕ НИОБАТА ЛИТИЯ, ИХ МОДИФИКАЦИИ И ФОРМАТЫ МОДУЛЯЦИИ.

<http://www.applied Photonics.pstu.ru/res/fs/4397file.pdf>

Спирidonov И.Н., Аполлонова И.А., Кудрин К.Г. Модуляция лазерного излучения электрооптическими модуляторами. <https://studfile.net/preview/1672751/page:7/>

Типы оптических модуляторов. https://studopedia.ru/6_147061_metodi-modulyatsii-opticheskoy-nesushchey.html ; <http://foos.sfedu.ru/glava6/6.3.html>

Accelerometers <https://www.chipdip.ru/product/sca3100-d04-mems-accelerometer-3-axis-smd-3-vmeter>

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 | ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер |
| Лаборатория «Центр проектирования трёхмерных структур РТС МИЭТ» аудитория 4116 | Компьютеры Intel Core i3, 4Gb ОЗУ. Компьютер Intel Core i5, 8Gb ОЗУ. Микроскопы металлографические упрощенные ММУ-3. Фотокамеры для микроскопа; Осциллографы С1-65А. Стенды измерительные. Вольтметры В7-38. Плазменная панель Panasonic. Макеты конструктивных элементов ИС. Фотоальбомы. | ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер |

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-5. ИА**: «Готовность осуществлять сбор исходных данных для исследования изделий микросистемной техники».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещён 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

«Исследование и анализ современного состояния и перспектив развития МСТ» - одна из обязательных дисциплин, изучение которой позволяет создать основу подготовки выпускников по профилю их обучения «Изделия МСТ». Целью дисциплины является получение системного представления об изделиях микросистемной техники (МСТ), их разновидностях, свойствах, а также об используемых для создания этих изделий материалах, физических явлениях и процессах, происходящих в МСТ, структурных особенностях изделий, их параметрах и характеристиках, характерных областях применения, перспективах развития.

Для достижения этой цели студенты в процессе обучения выполняют лабораторные работы, задания на практических занятиях, выполняют тестирование, практико-ориентированное задание (ПОЗ). В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента (СРС) при подготовке к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, выполнении практико-ориентированного задания. Публичное представление результатов СРС, выполнения ПОЗ осуществляется с использованием Интернет-ресурсов, ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru/>).

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде диф. зачёта, при этом оценка учебной деятельности студента основана на балльно-рейтинговой системе.

Организация изучения дисциплины студентами включает:

- посещение аудиторных занятий и консультаций преподавателя;
- изучение лекций, сдачу заданий по практическим занятиям, практико-ориентированного задания, подготовку к тестированию, контрольным работам и выполнение индивидуальной самостоятельной работы (СРС);
- подготовку к выполнению и сдачу лабораторных работ;
- подготовку к тестированию, Рубежному контролю и диф. зачёту.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 59 баллов), активность/посещаемость в семестре (в сумме 15 баллов) и сдача диф. зачёта (26 баллов).


Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в Методических указаниях студентам (МУС).

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент института НМСТ, к.т.н.  /Симонов Б.М./

Рабочая программа дисциплины «Исследование и анализ современного состояния и перспектив развития МСТ» по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Изделия микросистемной техники» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 19 ноября 2020 года, протокол № 4 .


Директор Института НМСТ _____  /С.П. Тимошенков/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____  /Никулина И.М./

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____  /Филиппова Т.П./