



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»

Общий факультет (Фрязино)

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.
Фрязино

_____ Макарова Л.А.

«__» _____ 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
Материалы электронной техники**

| | |
|------------------------|---|
| Читающее подразделение | базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники |
| Направление | 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника |
| Направленность | Проектирование и технология электронных приборов и устройств |
| Квалификация | бакалавр |
| Форма обучения | очная |
| Общая трудоемкость | 4 з.е. |

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

| Семестр | Зачётные единицы | Распределение часов | | | | | | | Формы промежуточной аттестации |
|---------|------------------|---------------------|--------|--------------|--------------|------------------------|--|----------|--------------------------------|
| | | Всего | Лекции | Лабораторные | Практические | Самостоятельная работа | Контактная работа в период практики и (или) аттестации | Контроль | |
| 3 | 4 | 144 | 16 | 32 | 16 | 62 | 0,25 | 17,75 | Зачет |

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, Белихов Александр Борисович _____

канд. техн. наук, доцент, Пашков Алексей Николаевич _____

Рабочая программа дисциплины

Материалы электронной техники

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от 29.08.2019 № 1

Зав. кафедрой Борисов Александр Анатольевич _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2020 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2021 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Материалы электронной техники» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---------------------|--|
| Направление: | 11.03.04 Электроника и наноэлектроника |
| Направленность: | Проектирование и технология электронных приборов и устройств |
| Блок: | Дисциплины (модули) |
| Часть: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| Общая трудоемкость: | 4 з.е. (144 акад. час.). |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-2 - Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и наноэлектроники

ПК-1 - Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

УК-1 : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.

Знать:

- актуальные вопросы современного материаловедения, методы разработки новых материалов с заданными физическими и химическими свойствами, методы постановки и решения материаловедческих задач

Уметь:

- применять методики поиска, сбора и обработки информации о последних достижениях в области физического материаловедения,

Владеть:

- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации в области новейших материаловедческих разработок, создании новых наноструктурных материалов с заданными физико-техническими и технологическими свойствами

УК-1.2 : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет системный подход для решения поставленных задач

Знать:

- источники информации в сфере новых достижений физической науке, связанной с профессиональной деятельностью; метод системного анализа

Уметь:

- оценивать соответствие используемых информационных ресурсов критериям полноты и аутентичности в области изучаемой дисциплины

Владеть:

- методами поиска, критического анализа и синтеза информации в области взаимосвязи структуры и свойств новых материалов, разработки новых наноструктурных материалов с заданными свойствами

УК-1.3 : Использует методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач

Знать:

- Методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач

Уметь:

- Использовать методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач

Владеть:

- Навыками применения методик поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач

ПК-1 : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и нанoeлектроники

ПК-1.1 : Разрабатывает проектные решения для чистых производственных помещений и других инженерных систем, используемых для производства электронных устройств и систем микро- и нанoeлектроники

Знать:

- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Сроки службы расходных материалов в инженерных системах

ПК-1.2 : Моделирует электронные устройства

Знать:

- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Элементная база цифровых интегральных схем

ПК-2 : Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и нанoeлектроники

ПК-2.1 : Проводит аттестацию чистых производственных помещений и инженерных систем, модернизирует существующие и внедряет новые методы и процессы для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Знать:

- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Нормы расходования материалов в инженерных системах
- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении

наноматериалов и наноструктур

- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Уметь:

- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Владеть:

- Проверка оборудования инженерных систем и материалов на соответствие проектной документации
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Составление планов модернизации и развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на модернизацию оборудования и обеспечение новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Нормы расходования материалов в инженерных системах
- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Элементная база цифровых интегральных схем

- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач
- источники информации в сфере новых достижений физической науке, связанной с профессиональной деятельностью; метод системного анализа
- актуальные вопросы современного материаловедения, методы разработки новых материалов с заданными физическими и химическими свойствами, методы постановки и решения материаловедческих задач
- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Сроки службы расходных материалов в инженерных системах
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике

Уметь:

- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- оценивать соответствие используемых информационных ресурсов критериям полноты и аутентичности в области изучаемой дисциплины
- Использовать методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач
- применять методики поиска, сбора и обработки информации о последних достижениях в области физического материаловедения,

Владеть:

- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на модернизацию оборудования и обеспечение новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

- Составление планов модернизации и развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Навыками применения методик поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач
- методами поиска, критического анализа и синтеза информации в области взаимосвязи структуры и свойств новых материалов, разработки новых наноструктурных материалов с заданными свойствами
- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации в области новейших материаловедческих разработок, создании новых наноструктурных материалов с заданными физико-техническими и технологическими свойствами
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Проверка оборудования инженерных систем и материалов на соответствие проектной документации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Сем. | Часов | Компетенции |
|---|--|------|-------|----------------|
| 1. материалы электронной техники | | | | |
| 1.1 | Введение. (Лек). Классификация материалов электроники и их основные свойства. Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для контроля параметров изделий "система в корпусе". Требования к хранению кристаллов и компонентов, применяемых при изготовлении изделий "система в корпусе", и к обращению с ними. Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Дифрактометрия. Изучение метода и оборудования для исследования материалов. | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.3 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.4 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|------|---|---|---|----------------|
| 1.5 | Проводящие материалы. (Лек). Физическая природа электропроводности металлов. Электрические свойства металлических сплавов. Контактные явления в металлах. Цветные металлы и сплавы. Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе". Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем | 3 | 1 | ПК-1.1 |
| 1.6 | Выполнение практических заданий (Пр). Дифрактометрия. Изучение метода и оборудования для исследования материалов. | 3 | 1 | ПК-1.1 |
| 1.7 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-1.1 |
| 1.8 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-1.1 |
| 1.9 | Проводящие материалы. (Лек). Специальные сплавы и псевдосплавы. Сплавы и композиты для корпусов приборов. Сплавы для термопар. Тугоплавкие металлы. Благородные металлы. Припой. Неметаллические проводящие материалы. Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.10 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение кристаллической структуры материалов электроники дифрактометрическим методом | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.11 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.12 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.13 | Физические процессы и явления в полупроводниковых материалах (Лек). Общие сведения о полупроводниках, собственные и примесные полупроводники, основные и неосновные носители заряда, температурная зависимость концентрации носителей заряда. Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для контроля параметров изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1, ПК-1.2 |
| 1.14 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение кристаллической структуры материалов электроники дифрактометрическим методом | 3 | 1 | ПК-2.1 |

| | | | | |
|------|--|---|---|----------------|
| 1.15 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.16 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.17 | Полупроводники (Лек). Собственные и примесные полупроводники. Электрофизические явления в полупроводниках. Фотопроводимость. Люминесценция. Термоэлектродвижущая сила. Эффект Холла. Эффект Ганна. Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1, ПК-1.2 |
| 1.18 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение параметров решетки | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.19 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.20 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.21 | Полупроводники (Лек). Кремний. Получение кремния. Свойства кремния. Марки кремния. Германий. Получение германия. Свойства германия. Карбид кремния. Полупроводниковые соединения АП ВV Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1, ПК-1.2 |
| 1.22 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение параметров решетки | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.23 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.24 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.25 | Диэлектрики (Лек). Классификация и основные свойства диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пробой диэлектриков. Композиционные пластмассы и пластики. Стекла. Ситалы. Керамика. Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.26 | Выполнение практических заданий (Пр). Изучение методов нанесения пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.27 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.28 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |

| | | | | |
|-------------|---|---|---|--------|
| 1.29 | Физические процессы и явления в диэлектрических материалах (Лек). Поляризация диэлектриков, токи смещения и электропроводность диэлектриков, пробой газов и жидких диэлектриков, диэлектрические потери. Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.30 | Выполнение практических заданий (Пр). Изучение методов нанесения пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.31 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.32 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.33 | Основные свойства, особенности технологии и применение диэлектриков (Лек). Основные сведения о строении и свойствах органических полимеров, композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики. Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.34 | Выполнение практических заданий (Пр). Изучение оборудования для нанесения металлических пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.35 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.36 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.37 | Магнитные материалы (Лек). Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы. Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.38 | Выполнение практических заданий (Пр). Изучение оборудования для нанесения металлических пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.39 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.40 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |

| | | | | |
|------|--|---|---|--------|
| 1.41 | Способы получения монокристаллических материалов. (Лек). Выращивание монокристаллов из расплавов. Выращивание монокристаллов из растворов. Выращивание монокристаллов из газовой среды. Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.42 | Выполнение практических заданий (Пр). Нанесение металлизации на подложки методами вакуумного напыления | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.43 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.44 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.45 | Пленочные технологии (Лек). Методы получения тонких пленок. Термическое вакуумное напыление. Катодное вакуумное распыление. Ионно-плазменное распыление. Магнетронное распыление. Лазерное распыление. Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.46 | Выполнение практических заданий (Пр). Нанесение металлизации на подложки методами вакуумного напыления | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.47 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.48 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.49 | Эпитаксиальные процессы в технологии материалов электронной техники. (Лек). Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Автоэпитаксия кремния. Гетероэпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений АШ ВУ. Эпитаксия карбида кремния. Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для контроля параметров изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.50 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение параметров пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.51 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.52 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |

| | | | | |
|------|---|---|---|----------------|
| 1.53 | Химические методы осаждения пленок. (Лек). Электрохимическое осаждение. Анодное электрохимическое окисление. Пиролитическое осаждение. Химическая металлизация. Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.54 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение параметров пленок | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.55 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.56 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.57 | Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов. (Лек). Резка полупроводниковых материалов. Шлифование и полирование полупроводниковых пластин. Химическая обработка поверхности полупроводников. Методы очистки поверхности. Фотолитография (операции, материалы). Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для контроля параметров изделий "система в корпусе" | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.58 | Выполнение практических заданий (Пр). Выполнение практических заданий по вариантам преподавателя | 3 | 1 | ПК-2.1 |
| 1.59 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.60 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 2 | ПК-2.1 |
| 1.61 | Чистые промышленные помещения. (Лек). Классификация чистых помещений и чистых зон. Классы чистоты. Требования к помещениям. Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для контроля параметров изделий "система в корпусе". Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе" Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком) | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.62 | Выполнение практических заданий (Пр). Выполнение практических заданий по вариантам преподавателя | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.63 | Выполнение домашнего задания (Ср). Самостоятельная проработка вопросов по материалам лекции | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|--|---|---|-------|--|
| 1.64 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала | 3 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.65 | Лабораторная работа №1 (Лаб). Измерение твердости. Влияние режимов термообработки сталей на твёрдость. Шкалы твердости (ГОСТ 9013-59) | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.66 | Лабораторная работа №2 (Лаб). Изучение микроструктуры углеродистых сталей в отожженном состоянии. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.67 | Лабораторная работа №3 (Лаб). Изучение микроструктуры сплавов на основе алюминия. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.68 | Лабораторная работа №4 (Лаб). Изучение микроструктуры углеродистых сталей после закалки и отпуска. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.69 | Лабораторная работа №5 (Лаб). Идентификация рентгеновских дифрактограмм. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.70 | Лабораторная работа №6 (Лаб). Изучение микроструктуры сплавов на основе меди. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.71 | Лабораторная работа №7 (Лаб). Определение удельного электросопротивление проводников и полупроводников. Изучение температурной зависимости удельного электросопротивления. | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 1.72 | Лабораторная работа №8 (Лаб). Влияние фазовых переходов и режимов термической обработки на твёрдость, электропроводность и магнитные свойства сталей | 3 | 4 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1 |
| 2. Промежуточная аттестация (зачёт) | | | | |
| 2.1 | Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт). | 3 | 17,75 | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-2.1 |
| 2.2 | Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА). | 3 | 0,25 | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-2.1 |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Материалы электронной техники», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Вопросы для подготовки к экзаменам
2-й семестр.

1. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей
2. Литейные свойства сплавов. Способы литья.
3. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 10.
4. Диаграмма состояния Fe – C. Компоненты и фазы в системе железо – углерод. Критические точки.
5. Обработка металлов давлением.
6. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 15.

7. Механические свойства материалов.
8. Термическая обработка сталей. Закалка. Отпуск.
9. Твердость. Методы определения твердости.
10. Термическая обработка сталей. Отжиг. Нормализация.
11. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 35.
12. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 20.
13. Пластическая деформация. Наклеп. Рекристаллизация.
14. Классификация сталей. Примеры маркировки.
15. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 40.
16. Химико-термическая обработка стали.
17. Диаграмма состояния Fe – C. Компоненты и фазы в системе железо – углерод. Критические точки. Железоуглеродистые сплавы.
18. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 45.
19. Диаграммы состояния сплавов с образованием эвтектики и с образованием химического соединения.
20. Углеродистые стали. Маркировка и применение.
21. Кривая охлаждения, структурные и фазовые составляющие стали 65.

3-й семестр

1. Общая характеристика объектов нанотехнологий и способов их получения
- Основные типы наносистем
- Общая характеристика методов получения наносистем
2. Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц
 3. Кинетические свойства наночастиц
 4. Электрическая проводимость и электронное строение наночастиц
 5. Пространственная структура наночастиц
 6. Магнитные свойства наночастиц
 7. Оптические свойства наночастиц
 8. Механические свойства наноматериалов
 9. Термические свойства наночастиц
 10. Каталитические свойства наносистем
 11. Физико-химические свойства нульмерных наносистем
 12. Термодинамические закономерности гомогенного образования и роста нанокластеров
 13. Гетерогенное образование нанокластеров
 14. Скорость образования нанокластеров
 15. Фуллерены
 16. История открытия фуллеренов
 17. Строение фуллеренов
 18. Синтез фуллеренов
 19. Эндодральные комплексы фуллеренов
 20. Физические свойства фуллеренов
 21. Химические свойства фуллеренов
 22. Применение фуллеренов
 23. Химические способы получения наноразмерных частиц металлов
 24. Мицеллярные системы ПАВ
 25. Микроэмульсии
 26. Физико-химические свойства одномерных наносистем
 27. Общая характеристика пористых систем
 28. Адсорбция в мезопористых системах
 28. Адсорбция в микропористых системах
 30. Активные угли
 31. Пористый кремнезем
 32. Пористые металлы
 33. Углеродные нанотрубки
 34. Методы получения углеродных нанотрубок

35. Свойства и применение углеродных нанотрубок
36. Неуглеродные нанотрубки
37. Физико-химические свойства двумерных наносистем
38. Термодинамические закономерности состояния нанопленок
39. Методы получения нанопленочных систем
40. Технология Лэнгмюра — Блоджетт
41. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии
42. Метод CVD (химическое парофазное осаждение веществ)
43. Метод молекулярного наслаивания (МН)
44. Современные методы исследования наночастиц и наноструктур
45. Электронная микроскопия
46. Сканирующая зондовая микроскопия
47. Примеры применения нанотехнологий
48. Нанополитография
49. МЭМС-технологии
50. Углепластики и углены.

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Наименование помещения | Перечень основного оборудования |
|---|--|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. |
| Учебная лаборатория физики | Климатическая камера, камеры влажности или комбинированные термовлагокамеры, испытательная камера, гигрометры, испытательная камера влаги, ударный стенд, электродинамическая вибрационная установка, электродинамической вибростенд |
| Лаборатория Химии | Диффузионная печь, милливольтметр, термopapa, кварцевая штанга, кварцевые лодочки, пинцет металлический, игла стальная, фторопластовый стакан для HF, стакан для воды, фильтры бумажные, полированные пластины кремния n-типа, вакуумная установка, реактивы, сушильный шкаф подложка из стекла, металла, керамики, световой микроскоп, подложки из стекла и слюды, биологические микроскопы, металлические слитки, муфельная электропечь с термopарой и автоматическим потенциометром, металлическая форма, керамическая форма, маятниковый копер |

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Юсупов А. Р., Кондратьев Д. В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]:. - Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. - 99 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/170438>

6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Информационный портал по материаловедению <http://www.materialstoday.com>
2. База данных Web of Science
<http://www.webofknowledge.com>
3. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
<https://www.researchgate.net>
4. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>
5. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к

преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 3E71B80600020002CF46

Владелец: Макарова Людмила Александровна

Действителен с 21.09.2021 по 21.09.2022