



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.

«__» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Методы исследования параметров наноматериалов и наноструктур

| | |
|------------------------|---|
| 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 | 3 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 | |
| 8 | 3 | 108 | 16 | 0 | 16 | 58 | 0,25 | 17,75 | Зачет |

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, Смирнова Александра Константиновна _____

Рабочая программа дисциплины

Методы исследования параметров наноматериалов и наноструктур

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

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

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Борисов Александр Анатольевич _____

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 _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Методы исследования параметров наноматериалов и наноструктур» 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 нанoeлектроника 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 нанoeлектроника |
| Направленность: | Проектирование и технология электронных приборов и устройств |
| Блок: | Дисциплины (модули) |
| Часть: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| Общая трудоемкость: | 3 з.е. (108 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 нанoeлектроники

ПК-3 - Способен разрабатывать технологическую документацию для модификации свойств наноматериалов и наноструктур или для производства устройств и систем микро- и нанoeлектроники

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

ПК-3 : Способен разрабатывать технологическую документацию для модификации свойств наноматериалов и наноструктур или для производства устройств и систем микро- и нанoeлектроники

ПК-3.3 : Проводит контроль параметров и оценку качества сборки пассивной части и активной части схем изделий и систем микро- и нанoeлектроники, проводит тестирование, осуществляет входной и выходной межоперационный контроль при производстве изделий и систем микро- и нанoeлектроники

Знать:

- 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"
- Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними
- Методики контроля физико-химических параметров материалов, применяемых для изготовления изделий "система в корпусе"
- Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Методы исследования характеристик функциональных элементов и слоев микро- и

наноразмерных электромеханических систем

Уметь:

- Выявлять брак кристаллов и компонентов по внешнему виду
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов

Владеть:

- Разработка программ тестовых процессов для оценки параметров и состояния оборудования с учетом особенностей нанотехнологии
- Контроль кристаллов и компонентов по внешнему виду в соответствии с требованиями, установленными в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе"
- Контроль кристаллов и компонентов по электрическим параметрам, установленным в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе"
- Анализ технического задания по параметрам исходных материалов и выполнения отдельных операций при изготовлении микро- и наноразмерных электромеханических систем

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:

- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении 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
- Руководства по эксплуатации измерительного оборудования
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Уметь:

- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией
- Составлять протоколы проверок, измерений и испытаний
- 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
- Работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией
- 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
- Составлять и оформлять техническое задание

Владеть:

- Составление протоколов проверок, измерений и испытаний
- Составление планов развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению процессов 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

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:**

- методы оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении задач по исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

Уметь:

- выполнять поиск необходимой информации по методам исследования параметров наноматериалов и наноструктур, её критический анализ и обобщать результаты

Владеть:

- методами поиска, сбора и обработки информации по методам исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

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:**

- методики разработки стратегии действий для системного и критического анализа в области исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

Уметь:

- использовать системный подход для решения задач, связанных с исследованием параметров наноматериалов и наноструктур

Владеть:

- методами критического анализа и синтеза информации в области исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**Знать:**

- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур

- Основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур

- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

- Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур

- Технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий

- Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе"

- Требования к хранению кристаллов и компонентов, применяемых при изготовлении изделий "система в корпусе", и к обращению с ними

- Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними

- Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"

- Методики контроля физико-химических параметров материалов, применяемых для изготовления изделий "система в корпусе"

- Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур

- Методы исследования характеристик функциональных элементов и слоев микро- и наноразмерных электромеханических систем

- методики разработки стратегии действий для системного и критического анализа в области исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

- методы оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении задач по исследованию параметров наноматериалов и наноструктур

- Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур

- Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры

- Руководства по эксплуатации измерительного оборудования

- Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур

Уметь:

- Составлять и оформлять техническое задание

- Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией

- Выявлять брак кристаллов и компонентов по внешнему виду

- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах

- Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов

- Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур

- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией

- использовать системный подход для решения задач, связанных с исследованием 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 измерения параметров наноматериалов и наноструктур
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Составлять протоколы проверок, измерений и испытаний
- выполнять поиск необходимой информации по методам исследования параметров наноматериалов и наноструктур, её критический анализ и обобщать результаты
- Работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией
- Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Владеть:

- Анализ технического задания по параметрам исходных материалов и выполнения отдельных операций при изготовлении микро- и наноразмерных электромеханических систем
- методами поиска, сбора и обработки информации по методам исследованию параметров наноматериалов и наноструктур
- Контроль кристаллов и компонентов по внешнему виду в соответствии с требованиями, установленными в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе"
- Разработка программ тестовых процессов для оценки параметров и состояния оборудования с учетом особенностей нанотехнологии
- Контроль кристаллов и компонентов по электрическим параметрам, установленным в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе"
- методами критического анализа и синтеза информации в области исследованию 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
- Составление протоколов проверок, измерений и испытаний
- Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур
- Разработка технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению процессов модификации свойств 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

- Составление планов развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

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. Структура, физико-химические свойства, конструкция и назначение наноматериалов | | | | |
| 1.1 | Формирование нанотрубок, квантовых точек, нановолокон и спиралей, углеродных нанотрубок. Фуллерены. Графен. (Лек). Методы оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении задач по исследованию параметров наноматериалов и наноструктур. Углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур. Основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Методы исследования характеристик функциональных элементов и слоев микро- и наноразмерных электромеханических систем. Технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 1.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Владеть методами поиска, сбора и обработки необходимой информации по методам исследования параметров наноматериалов и наноструктур, её критический анализ и обобщать результаты. Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-2.1 |

| 2. Методы исследований и измерений наноструктур | | | | |
|--|---|---|---|----------------|
| 2.1 | Рентгеновский структурный анализ. Масс-спектрометрия. Электронная и оптическая спектрометрия. Сканирующая туннельная микроскопия, нанотехнологии на основе СТМ. Атомно-силовая микроскопия, применение АСМ в нанотехнологиях. (Лек). Назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур. Воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры. Основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур. Назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-2.1 |
| 2.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Использовать системный подход для решения задач, связанных с исследованием параметров наноматериалов и наноструктур. Работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией. Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. | 8 | 2 | УК-1.2, ПК-2.1 |
| 2.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Знать и владеть методиками разработки стратегии действий для системного и критического анализа в области исследования параметров наноматериалов и наноструктур. Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации. Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией. Разработка технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров. | 8 | 8 | УК-1.2, ПК-2.1 |

| 3. Материалы и оборудование для производства изделий «система в корпусе» | | | | |
|---|---|---|---|------------------------|
| 3.1 | Материалы и технологическое оборудование для изготовления изделий «система в корпусе». Технологии изготовления коммутационных плат и пассивных элементов (Лек). Руководства по эксплуатации измерительного оборудования. Методики контроля физико-химических параметров материалов, применяемых для изготовления изделий "система в корпусе". Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе". | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 3.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией. Разработка программ тестовых процессов для оценки параметров и состояния оборудования с учетом особенностей нанотехнологии. | 8 | 2 | ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 3.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур. Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур. | 8 | 8 | УК-1.2, ПК-2.1 |
| 4. Технологии сборки и монтажа в производстве «систем в корпусе» | | | | |
| 4.1 | Электронная компонентная база для монтажа в изделиях в исполнении «система в корпусе». Виды и стадии разработки технологической документации (Лек). Методы монтажа микросхем. Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе". | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-3.3 |
| 4.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Составлять и оформлять техническое задание. | 8 | 2 | ПК-2.1 |
| 4.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах. | 8 | 8 | ПК-2.1, ПК-3.3 |

| 5. Разработка программ и методик готовых изделий «система в корпусе» | | | | |
|---|---|---|---|----------------|
| 5.1 | Виды испытаний и оформление программ и методик для проведения испытаний. Формирование методов контроля готовых изделий «система в корпусе». Требования к обращению и хранению изделий «система в корпусе». (Лек). Требования к хранению кристаллов и компонентов, применяемых при изготовлении изделий "система в корпусе", и к обращению с ними. Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-3.3 |
| 5.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Составление планов развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. | 8 | 2 | ПК-2.1 |
| 5.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур. Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов. | 8 | 8 | ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 6. Испытания на стойкость готовых изделий «система в корпусе» | | | | |
| 6.1 | Методы испытаний на стойкость готовых изделий «система в корпусе». (Лек). Виды внешних воздействующих факторов (ВВФ). Цели проведения испытаний. Последовательность операций проведения испытаний изделий для оценки стойкости изделий к действию ВВФ | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-3.3 |
| 6.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Выявлять брак кристаллов и компонентов по внешнему виду. Составление протоколов проверок, измерений и испытаний. Выявлять брак кристаллов и компонентов по внешнему виду. Составление протоколов проверок, измерений и испытаний. | 8 | 2 | ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 6.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Составление планов модернизации и развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур. Составлять протоколы проверок, измерений и испытаний. Разработка технического задания на модернизацию оборудования и обеспечение новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур. | 8 | 8 | ПК-2.1 |

| 7. Обеспечение производства изделий «система в корпусе» | | | | |
|---|--|---|-------|--------------------------------|
| 7.1 | Контроль кристаллов и компонентов по внешнему виду и электрическим параметрам. Обеспечение контроля качества производства изделий «система в корпусе» (Лек). Технологические инструкции (карты), техническая и нормативная документация по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-2.1 |
| 7.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Контроль кристаллов и компонентов по внешнему виду в соответствии с требованиями, установленными в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе". Контроль кристаллов и компонентов по электрическим параметрам, установленным в технической документации на изготовление изделий "система в корпусе". | 8 | 2 | ПК-3.3 |
| 7.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). 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. | 8 | 8 | ПК-2.1 |
| 8. Технология корпусирования изделий «система в корпусе» | | | | |
| 8.1 | Отработка технологии корпусирования изделий «система в корпусе». Контроль соблюдения охраны труда в процессе производства (Лек). Виды герметизация корпусов изделий и применяемые материалы. Методы контроля на герметичность. | 8 | 2 | УК-1.1, ПК-3.3 |
| 8.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Анализ технического задания по параметрам исходных материалов и выполнения отдельных операций при изготовлении микро- и наноразмерных электромеханических систем. | 8 | 2 | ПК-3.3 |
| 8.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Оценка рисков внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Разработка новых технологических инструкций (карт) по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур. | 8 | 10 | ПК-2.1 |
| 9. Промежуточная аттестация (зачёт) | | | | |
| 9.1 | Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт). | 8 | 17,75 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.3 |
| 9.2 | Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА). | 8 | 0,25 | УК-1.1, УК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.3 |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Методы исследования параметров наноматериалов и наноструктур», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Текущий контроль:

к практическим занятиям:

1. Физические и химические методы получения порошков для производства наноматериалов. УК-1.1, УК-1.2.
2. Трубчатые наноматериалы. Способы получения углеродных нанотрубок. УК-1.1, УК-1.2.
3. Методы самосборки наноструктур: физический процесс «сверху-вниз», химический «снизу-вверх». УК-1.1, УК-1.2.
4. Виды и стадии разработки технологической документации для изделий «система в корпусе». ПК-3.3.

Промежуточная аттестация:

1. Технологии изготовления коммутационных плат. ПК-3.3.
2. Технологическая или специальная тара для кристаллов и компонентов. ПК-2.1.
3. Гидрозоль содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы, имеющие радиус 20 нм, а масса остальных – на частицы радиуса 100 нм. Какова удельная поверхность частицы дисперсной фазы. УК-1.2.

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. |

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. Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П., Ганзуленко О. Ю. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 372 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/149303>

2. Джардималиева Г. И., Кыдралиева К. А., Метелица А. В., Уфлянд И. Е. Наноматериалы. Свойства и сферы применения [Электронный ресурс]:учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 200 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140739>
3. Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н., Тупик В. А. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168460>
4. Методы получения наноматериалов [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Махачкала: ДГУ, 2019. - 80 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/158433>
5. Илюшин В. А. Наноматериалы [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2019. - 114 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152132>
6. Антропов А. П., Рагуткин А. В., Зайцев Н. К., Яштулов Н. А. Методы синтеза наноразмерных и наноструктурных систем. Ч. 1 [Электронный ресурс]:Учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: <https://library.mirea.ru/secret/26082020/2322.iso>
7. Антропов А. П., Рагуткин А. В., Зайцев Н. К., Яштулов Н. А. Методы синтеза наноразмерных и наноструктурных систем. Ч. 2 [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: <https://library.mirea.ru/secret/26082020/2323.iso>
8. Джардималиева Г. И., Кыдралиева К. А., Метелица А. В., Уфлянд И. Е. Наноматериалы. Свойства и сферы применения [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 200 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/166935>
9. Капустин В. И., Сигов А. А. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур:учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 244 с.

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

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. Электроника НТБ - научно-технический журнал
<http://www.electronics.ru>
3. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
<https://www.researchgate.net>
4. База данных Web of Science
<http://www.webofknowledge.com>

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. N 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.

