|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Гибкое управление инженерными проектами** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра информатики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 2 | | 3 | 108 | 16 | | | | 0 | | | 16 | 58 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. экон. наук, профессор, Митяков Евгений Сергеевич \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Гибкое управление инженерными проектами** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 22.03.2020 № 8  Зав. кафедрой Шамин Роман Вячеславович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Гибкое управление инженерными проектами» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | 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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | | | | | |
| **УК-2** - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | | | | | |
| **УК-3** - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-1 : Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-1.1 : Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Современные методы управления проектами | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-1.2 : Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации; критически оценивает надежность источников информации** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-2 : Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла** | | |
|  |  |  |
| **УК-2.1 : Формирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию проектного управления** | | |
| **Знать:** | | |
| - Современные методы управления проектами | | |
| **Уметь:** | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-2.2 : Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения** | | |
| **Знать:** | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | |
| **Уметь:** | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-3 : Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели** | | |
|  |  |  |
| **УК-3.1 : Вырабатывает стратегию командной работы и на её основе организует отбор членов команд для достижения поставленной цели** | | |
| **Знать:** | | |
| - Современные методы управления проектами | | |
| **Уметь:** | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-3.2 : Организует и корректирует работу команды, в том числе и на основе коллегиальных решений** | | |
| **Знать:** | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | |
| **Уметь:** | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | | | | | |
| - Современные методы управления проектами | | | | | | |
| - Современные методы управления проектами | | | | | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | | | | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | | | | | |
| - Современные методы управления проектами | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | | | | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | | | | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Разрабатывать концепцию инженерного проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Формировать на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию гибкого проектного управления | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Гибкое управление инженерными проектами** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Основные** **положения** **управления** **проектами** **(Лек).** Введение в управление проектами. Понятие проекта. Основные определения проектов. Основные признаки проекта. Типы проектов. Участники проекта. Основные компетенции и области ответственности участников проекта. Стандарты управления проектами. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Фазы инициации и планирования проекта. Состав плана управления проектом. Выбор/согласование тем проектов | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.4** | **Современные** **методы** **управления** **проектами** **(Лек).** Краткая история проектного управления. Популярные системы управления проектами. Классическое проектное управление. Agile. Scrum. Lean. Kanban. Six Sigma. PRINCE2. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Выбор метода управления проектом, определение цели и задач проекта | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.7** | **Управление** **содержанием** **проекта** **(Лек).** Понятие проекта и критерии его оценки. Жизненный цикл проекта. Создание иерархической структуры проекта. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ жизненного цикла проекта. Создание иерархической структуры проекта. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.9** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.10** | **Управление** **сроками** **проекта** **(Лек).** Управление сроками проекта. Определение последовательности и длительности операций. Разработка и управление расписанием проекта. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Определение последовательности и длительности операций. Разработка и управление расписанием проекта. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.13** | **Предпосылки** **возникновения** **гибкого** **управления** **(Лек).** Состояние области гибкого управления. Сравнение каскадного/итерационного/Agile процессов | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ применимости гибкого управления проектами. Составление плана гибкого управления проектом. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.16** | **Философия** **гибкого** **управления** **(Лек).** Типы Agile-методологий и их распространенность. Scrum - гибкий управленческий процесс. Адаптация персонала к Scrum. Управление сопротивлениями. Объект управления в Scrum. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Составление плана гибкого управления проектом. Разработка мероприятий по адаптации персонала к гибкому управлению проектами | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.19** | **Командообразование** **в** **гибком** **управлении** **проектами** **(Лек).** Этапы командообразования. Распределение ролей в гибком управлении. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Распределение ролей в гибком управлении | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.21** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 8 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.22** | **Планирование** **гибких** **проектов** **(Лек).** Принцип быстрого планирования. Поэтапное уточнение планов. Техники планирования. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Уточнение планов гибких проектов. Разбор различных техник планирования. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **1.24** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 8 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК- 3.1, УК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Гибкое управление инженерными проектами», 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 зачету/экзамену  1. Основные положения управления проектами. Понятие проекта.  2. Основные определения проектов. Основные признаки проекта.  3. Типы проектов. Участники проекта.  4. Основные компетенции и области ответственности участников проекта.  5. Стандарты управления проектами.  6. Краткая история проектного управления. Популярные системы управления проектами.  7. Классическое проектное управление.  8. Agile. Scrum. Lean.  9. Kanban. Six Sigma. PRINCE2.  10. Понятие проекта и критерии его оценки.  11. Жизненный цикл проекта. Создание иерархической структуры проекта.  12. Управление сроками проекта. Определение последовательности и длительности операций.  13. Разработка и управление расписанием проекта.  14. Состояние области гибкого управления.  15. Сравнение каскадного/итерационного/Agile процессов  16. Команда. Этапы командообразования.  17. Распределение ролей в гибком управлении.  18. Принцип быстрого планирования.  19. Поэтапное уточнение планов. Техники планирования.  20. Этапы и мероприятия гибкого проектирования. Sprint. Ежедневные встречи.  21. Груминг бизнес-задач. Груминг технических задач. Ретроспективный анализ.  22. Атрибуты гибкого управления. Story mapping.  23. Пользовательские истории. Определение приоритетов пользователей.  24. Доска задач.  25. Бэклог продукта. Бэклог спринта.  26. Инкремент продукта. Принцип прототипирования.  27. Управление стоимостью проекта. Подходы к определению фактора риска.  28. Классификация рисков. Методы управления рисками.  29. Этапы составления и основные разделы бизнес-плана.  30. Основные разделы бизнес-плана.  31. Разработка финансово-инвестиционной стратегии. Алгоритм финансового планирования.  32. Расчет достижения безубыточности. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| 33. Анализ эффективности проекта.  34. Анализ финансовой реализуемости проекта.  35. Анализ устойчивости проекта.  36. Анализ эластичности показателей проекта.  37. Качественный анализ рисков.  38. Количественный анализ рисков.  39. Оценка потенциала проекта.  40. Источники финансирования технологических проектов. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| Компьютерный класс | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование, специализированная мебель. | |
| 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. | | | |
| 3. |  | Python. Свободное программное обеспечение (лицензия PSFL) | | | |
| 4. |  | Microsoft Visual Studio Community. Свободное программное обеспечение (Лицензия Microsoft EULA) | | | |
| 5. |  | Apache Hadoop. Свободное программное обеспечение (лицензия Apache License 2.0) | | | |
| 6. |  | Apache Hive. Свободное программное обеспечение (лицензия Apache License 2.0) | | | |
| 7. |  | Apache Spark. Свободное программное обеспечение (лицензия Apache License 2.0) | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Хелдман К. Профессиональное управление проектом:Пер. с англ.. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 760 с. | | | |
| 2. |  | Будович Л. С., Старцева Ю. В. Бизнес-планирование в предпринимательской деятельности [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/25082021/2791.iso | | | |
| 3. |  | Сазерленд Дж. Scrum. Революционный метод управления проектами:пер. с англ.. - М.: ООО "Манн, Иванов и Фербер", 2016. - 280 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 1. |  | Чусавитина Г. Н., Макашова В. Н. Управление проектами по разработке и внедрению информационных систем [Электронный ресурс]:учеб. пособие. - Москва: ФЛИНТА, 2019. - 224 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/125428 | | |
| 2. |  | Алексеева Н. В. Управление проектами. Ч.1 [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Москва: РТУ МИРЭА, 2021. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/07042021/2614.iso | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Russian Software Developer Network — сообщество русскоговорящих разработчиков программного обеспечения https://www.rsdn.org | | |
| 2. |  | IEEE International Roadmap for Devices and Systems  https://www.irds.ieee.org | | |
| 3. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 4. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 5. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 6. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 7. |  | 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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Инновационные материалы и системная интеграция для информационных технологий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **8 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 |  |
| 2 | | 4 | 144 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 62 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 8 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 0 | | | 32 | 60 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Гладышев И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Инновационные материалы и системная интеграция для информационных технологий** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Инновационные материалы и системная интеграция для информационных технологий» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 8 з.е. (288 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-3** - Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3 : Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.1 : Определяет возможные варианты физических и математических моделей в области наноэлектроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные принципы составления расчетных моделей физических систем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять знания физических законов для качественного анализа расчетных моделей | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками составления алгоритмов расчетных моделей физических систем | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.2 : Использует программные средства проектирования и моделирования элементов электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - наиболее распространенные программные средства проектирования и моделирования элементов электроники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - определять программные средства, наиболее подходящие для решения поставленной задачи | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - навыками использования какого-либо программного средства проектирования и моделирования элементов электроники | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - наиболее распространенные программные средства проектирования и моделирования элементов электроники | | | | | | |
| - основные принципы составления расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - определять программные средства, наиболее подходящие для решения поставленной задачи | | | | | | |
| - применять знания физических законов для качественного анализа расчетных моделей | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования какого-либо программного средства проектирования и моделирования элементов электроники | | | | | | |
| - навыками составления алгоритмов расчетных моделей физических систем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Инновационные материалы** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Проблемы** **миниатюризации.** **(Лек).** Токи утечки. Проблемы отвода тепла. Проблема диссипации тепла и обратимости вычисления. Проблемы при миниатюризации межсоединений. Ограничения скейлинга. Туннельный эффект. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.2** | **Лекция2.** **Нанокластеры** **и** **наноматериалы.** **(Лек).** Нанокластеры и их классификация. Методы получения различных нанокластеров и наноструктур. Наноматериалы. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Углеродные** **нанокластеры,** **наноструктуры** **и** **наноматериалы** **(Лек).** Углеродные нанокластеры. Фуллерены. Фуллериты. Углеродные нанотрубки. Графен. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Объёмные** **наноструктурированные** **материалы** **(Лек).** Твердотельные нанокластеры и наноструктуры. Наноструктуры и их свойства. Тонкие пленки. Металлические нанокластеры в оптических стеклах. Пористый кремний. Объёмные наноструктурированные материалы для фотоники. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Электрические** **и** **магнитные** **свойства** **наносистем** **и** **наноматериалов** **(Лек).** Электрические свойства наноструктур. Магнитные свойства наноструктур. Ферромагнитные жидкости | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Самосборка** **и** **катализ.** **Поверхностные** **эффекты** **(Лек).** Процесс самосборки. Монослои. Поверхностные эффекты. Электронные свойства поверхности металлов и оксидов металлов. Магнитные свойства поверхности металлов и оксидов металлов. Асорбция и катализ. Термодинамический подход к поверхности. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Биологические** **наноструктуры** **(Лек).** Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры. Биополимеры. Белки. ДНК-дублированная нанопроволока. Мицеллы и везикулы. Эмульсия. Особенности строения и область применения наноматериалов в медицине. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Применения** **наноматериалов** **и** **нанотехнологий.** **(Лек).** Классификация низкоразмерных систем. Квантовые ямы, проволоки и точки. Оптические свойства квантовых точек (0D -системы). Оптические свойства нанокластеров, наносистем и наноматериалов. Металлические нанокластеры. Оптические свойства полупроводниковых нанокластеров. Лазеры на квантовых точках. Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.10** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.11** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.14** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.17** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.19** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.20** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.22** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.23** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольная работа по разделу | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.25** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** «Оптические методы исследования нанострукутр» часть 1 | | 2 | 4 (из них 2 на практ. подг.) | ПК-3.1 | |
| **1.26** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** «Оптические методы исследования нанострукутр» часть 2 | | 2 | 4 (из них 2 на практ. подг.) | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.27** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** «Методы растровой электронной микроскопии для исследования нанообъектов» часть 1 | | 2 | 4 (из них 2 на практ. подг.) | ПК-3.1 | |
| **1.28** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** «Методы растровой электронной микроскопии для исследования нанообъектов» часть 2 | | 2 | 4 (из них 2 на практ. подг.) | ПК-3.1 | |
| **1.29** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 2 | 32 | ПК-3.1 | |
| **1.30** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Написание обзора по теме | | 2 | 30 | ПК-3.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | ПК-3.1 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | ПК-3.1 | |
| **3. Системная интеграция** | | | | | | |
| **3.1** | **Лекция** **9.** **Оптические** **волокна** **с** **фотонно-кристаллической** **структурой** **(Лек).** Нанофотоника. Фотонные кристаллы. Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой (ФКВ).Технология изготовления оптических волокон с ФКВ. Волоконные световоды с брэгговскими решетками. Сенсоры на основе оптических волноводов с фотонно-кристаллической структурой. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.2** | **Лекция** **10.** **Периодические** **доменные** **структуры** **(ПДС)** **в** **сегнетоэлектрических** **кристаллах** **(Лек).** Периодические доменные структуры (ПДС). Методы формирования индуцированных доменов и периодических доменных структур в сегнетоэлектриках. Распространение и генерация оптических волн в ПДС волн. Нелинейные оптические эффекты в ПДС. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.3** | **Лекция** **11.** **Наномашины** **и** **наноприборы** **(Лек).** Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Наноэлектромеханические системы (НЭМС). Молекулярные и супрамолекулярные переключатели. Материалы и технологии будущего. Биоматериалы. Бионические и самособирающиеся материалы. Наномасштабные материалы и сборка. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.4** | **Лекция** **12.** **Наноматериалы** **для** **информационных** **технологий** **(Лек).** Внутренняя нанопамять. Внешняя память. Наноконденсаторы. Нанопроцессор. Техника отображения. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.5** | **Лекция** **13.** **Квантовые** **материалы.** **(Лек).** Магнетики. Сверхпроводники. Метаматериалы. Плазмоника. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **3.6** | **Лекция** **14.** **Развитие** **технологий** **и** **стандартов** **интеграции** **(Лек).** Технические стандарты взаимодействия компонент программного обеспечения. Методология открытых систем. Стандарты объектноориентированного взаимодействия. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.7** | **Лекция** **15.** **Описание** **архитектуры** **интеграционных** **решений** **с** **использованием** **шаблонов** **(Лек).** Роль шаблонов в задачах проектирования ИС.  Использование шаблонов для документирования экспертных знаний на этапе проектирования интеграционного решения. Языки описания шаблонов. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.8** | **Лекция** **16.** **Сервисноориентированная** **интеграция** **(Лек).** Сервисный подход к управлению данными. Сервисы данных и сервисы приложений. Уровень интеграции. Безопасность и управление сервисами. Базовые шаблоны. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.10** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.11** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.14** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.17** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.19** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.20** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.22** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.23** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.24** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.25** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 3 | 30 | ПК-3.2 | |
| **3.26** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Написание обзора по теме | | 3 | 30 | ПК-3.2 | |
| **4. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **4.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 3 | 33,65 | ПК-3.2 | |
| **4.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2,35 | ПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Инновационные материалы и системная интеграция для информационных технологий», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | |
|  |  |  |
| Основные классы наноматериалов и нанотехнологий.  Основные классы наноматериалов и нанотехнологий.  Наноматериалы.  Классификация и методы получения нанокластеров (квантовые точки) и наноструктур (квантовые проволоки).  Физические химические и технологические особенности различных типов наноструктурированных материалов.  Углеродные нанокластеры наноструктуры, и наноматериалы  Форма и структура нанотрубок, методы получения. Свойства нанотрубок.  Применение нанотрубок.  Графен. Свойства. Применение.  Объёмные наноструктурированные материалы  Твердотельные нанокластеры и наноструктуры, тонкие пленки, Тепловые и механические свойства. Объёмные наноструктурированные материалы для фотоники. Оптические свойства.  Электрические и магнитные свойства наносистем и наноматериалов.  Электропроводимость трехмерных, двумерных и одномерных наноструктур.  Намагниченность нанокластеров и наноструктур. Эффект гигантского  магнетосопротивления.  Самосборка и катализ. Поверхностные эффекты.  Процесс самосборки. Монослои. Площадь поверхности наночастиц. Поверхностные эффекты. Адсорбция.  Применения наноматериалов и нанотехнологий  Классификация низкоразмерных систем квантовые ямы, проволоки и точки,  Оптические свойства квантовых точек (0D -системы)  Оптические свойства нанокластеров наносистем и наноматериалов.  Лазеры на квантовых точках.  Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой.  Фотонные кристаллы  Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой (ФКВ).  Технология изготовления оптических волокон с фотонно-кристаллической структурой.  Применение ФКВ.  Формирование фотонной запрещенной зоны субмикронными брэгговскими решетками.  Волоконные световоды с брэгговскими решетками.  Сенсоры на основе оптических волноводов с фотонно-кристаллической структурой.  Периодические доменные структуры (ПДС) в сегнетоэлектрических кристаллах  Периодические доменные структуры (ПДС) в сегнетоэлектрических кристаллах  Методы формирования индуцированных доменов и периодических доменных структур в сегнетоэлектриках  Распространение и генерация оптических волн в ПДС волн.  Нелинейные оптические эффекты в ПДС.  Основные этапы развития технологий управления ИТ.  Основные принципы процессно-ориентированного управления ИТ.  Состав и взаимосвязи процесса Управления затратами с другими процессами ИТ сервис- менеджмента  Состав и взаимосвязи процесса Управление мощностями с другими процессами ИТ сервис- менеджмента  Процесс управления непрерывностью. Преимущества и проблемы процесса.  Процесс управления безопасностью. Цели и преимущества процесса  Система информационной безопасности предприятия (задачи системы, объекты защиты) | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| Основные источники угроз и виды нарушений в области информационной безопасности.  Актуальность задачи интеграции, объединение вычислительных, информационных и  коммуникационных ресурсов.  Эволюция подходов к построению интегрированной корпоративной системы. Задача  сохранения инвестиций в ИТ.  Основные типы интеграционных задач. Трудности интеграции.  Распределенные приложения. Понятия хоста и промежуточной среды (middleware).  Основные модели архитектуры распределенных систем. Нефункциональные требования, влияющие на выбор архитектуры распределенной информационной системы.  Методология «открытых систем» и проблема интеграции.  Основные функциональные возможности: моделирование и управление структурой и  качеством информации, стандартизация, слияние и корректировка данных, преобразование и обогащение данных, репликация, виртуализация и доставка информации.  Концепция «больших данных» и ее влияние на архитектуру интеграционных решений | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория «Сверхбыстрая динамика ферроиков» | | | | Оптическая спектроскопия магнито-оптического эффекта Керра,  Синхронный широкополосный перестраиваемый генератор фемтосекундных импульсов,  Фемтосекундная лазерная перестраиваемая система | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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. |  | Пломодьяло Р. Л. Нанотехнологии. Получение, методы контроля и международная стандартизация наноматериалов [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Краснодар: КубГТУ, 2018. - 135 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/151171 | | | |
| 2. |  | Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]:. - Санкт- Петербург: Лань, 2020. - 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133479 | | | |
| 3. |  | 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 | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . | |
| 4. |  | Рогов В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]:Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 190 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451888 | | | | |
|  |  |  | |  |  | |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | | |
| 1. |  | Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л. Наноматериалы:Учеб. пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 365 с. | | | | |
| 2. |  | Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники:Пер. с англ.. - М.: Техносфера, 2009. - 368 с. | | | | |
| 3. |  | Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии:[Учеб. пособие для вузов]. - М.: Техносфера, 2005. - 334 с. | | | | |
|  |  |  | |  |  | |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | | | |
| 3. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | | | |
| 4. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | | | |
| 5. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | | | |
| 7. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | | | |
| 8. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | | | |
| 9. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | | | |
| 10. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | | | |
| 13. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | | | |
| 14. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | | |
| 15. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | | | |
| 16. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | | |
| 17. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | | |
| 18. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | | |
| 19. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | | |
| 20. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Квантовые материалы и квантовые операции для информационных технологий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | 0 | | | 16 | 76 | | 2,25 | | | 33,75 | Зачет, Курсовая работа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Гладышев И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Квантовые материалы и квантовые операции для информационных технологий** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Квантовые материалы и квантовые операции для информационных технологий» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | 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: | | | | | |
| **ПК-1** - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров | | | | | |
| **ПК-3** - Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.1 : Применяет углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров в области электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - какие квантовомеханические эффекты используются в электронике | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять физические законы и соответствующий физико-математический аппарат для решения простых типовых задач квантовой механики | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками использования законов физики и математики при решении практических задач | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3 : Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.1 : Определяет возможные варианты физических и математических моделей в области наноэлектроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные принципы составления расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять знания квантовомеханических эффектов для качественного анализа расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками составления алгоритмов расчетных моделей физических систем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные принципы составления расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| - какие квантовомеханические эффекты используются в электронике | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять знания квантовомеханических эффектов для качественного анализа расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| - применять физические законы и соответствующий физико-математический аппарат для решения простых типовых задач квантовой механики | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками составления алгоритмов расчетных моделей физических систем | | | | | | |
| - навыками использования законов физики и математики при решении практических задач | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Квантовые материалы и квантовые операции** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение.** **Квантовые** **материалы.** **(Лек).** Понятие «Квантовые материалы». Сильные электронные корреляции. Сверхпроводники. Магнетики. Топологические изоляторы. Графен. Квантовая запутанность. Киральный магнитный эффект. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.2** | **Лекция2.** **Фотонные** **кристаллы.** **(Лек).** Определение фотонных кристаллов. Понятие запрещенной зоны. Классификация фотонных кристаллов по размерности периодичности и в зависимости от ширины запрещённых и разрешённых зон. Распространение света в фотонных кристаллах. Спектры отражения и пропускания. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Метод** **конечных** **разностей** **во** **временной** **области** **(FDTD)** **(Лек).** Моделирование устройств на основе фотонных кристаллов с помощью метода FDTD. Постановка задачи для вычисления распределения поля. Разностный вид уравнений Максвелла. Определение диалектической функции. Определение начальных и граничных условий. Устойчивость метода FDTD. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Плотность** **фотонных** **состояний** **(Лек).** Понятие плотности состояний. Связь плотности состояний с дисперсионными соотношениями в фотонных кристаллов. Точки Ван-Хова. Полная и неполная запрещенные зоны. Примеры плотностей состояний для различных фотонных кристаллов. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Плазмоника** **(Лек).** Плазмоны. Плазмонный резонанс. Наноплазмоника. Поверхностный плазмонный поляритон. Плоский плазмоный волновод. Плазмонный нанолазер. Плазмонстор (плазмонный перключатель). Устройства наноплазмоники. Поляритоны. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Метаматериалы** **(Лек).** Определение метаматериалов. «Правые» и «Левые» изотропные среды. Оптика материалов с отрицательным показателем преломления. Суперлинза. Оптические плазмонные метаматериалы. Применение оптических метаматериалов. Метаповерхности. Гибридные наноантенны. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Квантовые** **вычисления** **(Лек).** Биты и кубиты. Кэт-Вектора. Сфера Блоха – визуализация кубита. Перепутанные состояния. Квантовые цепи. Логические элементы действующие на 1 кубит. Вентили Паули. Фазовый вентиль. Вентиль Адамара. Логические элементы действующие на несколько кубитов. Двухкубитный вентиль NOT. Вентиль Тоффоли и Фредкина. Распределенные цепи: управляемый U-вентиль, цепь обмена битами, цепь «копирования». Логический элемент Белла. Сверхплотное кодирование. Соотношение между классическими квантовыми вычислениями. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Пределы** **квантовых** **компьютеров.** **(Лек).** Ограничения вычислительных возможностей квантовых компьютеров, вытекающие из квантомеханической природы вычислительных элементов. Источники квантовых ошибок. Мера декогерентности. Классический шум. Фазовые ошибки. Межкубитовое взаимодействие. Потеря когерентности квантового состояния. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Сверхпроводники в магнитном поле. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Фотонная запрещенная зона, методы расчета | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод конечных разностей, сравнение с методом конечных элементов | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Оптические моды. Представление в виде точек в фазовом пространстве. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Плазма твердых тел | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.14** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Подготовка курсовой работы | | 3 | 46 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Подготовка обзора на выбранную тему | | 3 | 20 | ПК-1.1 | |
| **1.19** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 3 | 10 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 3 | 16 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 0,25 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 3 | 17,75 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-3.1 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Квантовые материалы и квантовые операции для информационных технологий», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Классификация фотонных кристаллов.  Фотонные кристаллы в природе.  Физические особенности периодических электромагнитных структур.  Зонная структура фотонных кристаллов. Плотность состояний электромагнитного поля в фотонных кристаллах.  Понятие полной запрещенной зоны и псевдозоны. Физический смысл  Локализация света.  Спонтанное излучение в фотонных кристаллах.  Фотонные кристаллы как база для устройств оптической информатики.  Оптические эффекты на границе зоны. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| Синтез микросфер из диоксида кремния.  Пористость фотонных кристаллов на основе опалов.  Методы формирования упорядоченных структур искусственных опалов.  Запрещенная зона искусственных опалов.  Понятие эффективного показателя преломления.  Способы диагностики и исследования синтезированных фотонных кристаллов.  Отличие фотонных кристаллов от метаматериалов.  Что такое "медленный" свет?  Сверхпроводники I и II рода в магнитном поле.  Ферро-, ферри- и антиферромагнетики.  Основные свойства графена.  Понятие запрещенной зоны у фотонных кристаллов.  Суть метода FDTD.  Чем отличается метод конечных разностей от метода конечных элементов.  Разностный вид уравнений Максвелла.  Устойчивость метода FDTD.  Понятие плотности состояний.  Точки Ван-Хова.  Полная и неполная запрещенные зоны.  Определение метаматериалов.  Обобщенный закон Снеллиуса.  Применение оптических метаматериалов для волнового обтекания предметов.  Отрицательный показатель преломления  Кубиты.  Что такое вентили Паули.  Что такое фазовый вентиль.  Что такое вентиль Адамара.  Фазовые ошибки при квантовых вычислениях.  Влияние межкубитового взаимодействия на устойчивость решения при квантовых вычислениях.  Потеря когерентности квантового состояния. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. |  | Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]:. - Санкт- Петербург: Лань, 2020. - 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133479 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Мишина Е. Д., Шерстюк Н. Э., Евдокимов А. А., и др., Сигов А.С. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур:учебное пособие для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 184 с. | | |
| 2. |  | Гаврилов А. В., Досколович Л. Л., Ковалев А. А., и др., Сойфер В. А. Дифракционная нанофотоника:. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 679 с. | | |
| 3. |  | Новотный Л., Хехт Б. Основы нанооптики:[Учебник]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 482 с. | | |
| 4. |  | Климов В. В. Наноплазмоника:. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 480 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 4. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 5. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 7. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 8. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 9. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | |
| 10. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 14. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 15. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 16. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 17. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 18. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 19. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 20. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 21. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Коммуникативные технологии в профессиональной сфере на иностранном языке (английский)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 1 | | 3 | 108 | 0 | | | | 0 | | | 32 | 58 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. пед. наук, доцент, Катахова Н.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Коммуникативные технологии в профессиональной сфере на иностранном языке (английский)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 23.03.2021 № 8  Зав. кафедрой Чернова Н.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Коммуникативные технологии в профессиональной сфере на иностранном языке (английский)» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | 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-4** - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-4 : Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-4.1 : Составляет типовую деловую документацию для академического и профессионального взаимодействия** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - общие правила ведения деловой документации | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - оформлять разные виды деловой документации | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - стилем деловой переписки на иностранном языке | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-4.2 : Представляет результаты своей профессиональной деятельности и участвует в дискуссиях на иностранном языке** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - терминологическую профессиональную базу для осуществления профессионального общения на иностранном языке | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - профессиональную лексику и базовую грамматикку для устного и письменного общения на иностранном языке | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками и этикетом профессионального общения на иностранном языке для участия в профессиональных дискуссиях | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - терминологическую профессиональную базу для осуществления профессионального общения на иностранном языке | | | | | | |
| - общие правила ведения деловой документации | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - профессиональную лексику и базовую грамматикку для устного и письменного общения на иностранном языке | | | | | | |
| - оформлять разные виды деловой документации | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками и этикетом профессионального общения на иностранном языке для участия в профессиональных дискуссиях | | | | | | |
| - стилем деловой переписки на иностранном языке | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Введение** | | | | | | |
| **1.1** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 1 | 8 | УК-4.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Содержание и задачи курса. Требования, предъявляемые к студентам. Проведения тестирования с целью определения уровня владения иностранном языком. | | 1 | 2 | УК-4.2 | |
| **2. Основной раздел** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 1 | 40 | УК-4.1 | |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Межкультурная коммуникация, Беседы на общие темы: работа, досуг, приглашение, согласие, отказ | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Разговорный стиль, Научный стиль, Официально-деловой стиль | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.4** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Разговорный стиль, Научный стиль, Официально-деловой стиль (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** E-mail, телефонные переговоры, Skype, видеоконференции, СМС | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** E-mail, телефонные переговоры, Skype, видеоконференции, СМС (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** E-mail, телефонные переговоры, Skype, видеоконференции, СМС (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Деловая (официальная) переписка, составление резюме, Составление отчетов, меморандумов, протоколов заседаний | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Деловая (официальная) переписка, составление резюме, Составление отчетов, меморандумов, протоколов заседаний (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Деловая (официальная) переписка, составление резюме, Составление отчетов, меморандумов, протоколов заседаний (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Планирование и оформление статей, Аннотации и рефераты, Доклады | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Планирование и оформление статей, Аннотации и рефераты, Доклады (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Планирование и оформление статей, Аннотации и рефераты, Доклады (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Планирование и оформление статей, Аннотации и рефераты, Доклады (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Планирование и оформление статей, Аннотации и рефераты, Доклады (продолжение) | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **2.16** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** | | 1 | 10 | УК-4.1 | |
| **2.17** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Презентации, доклады на конференциях, защита проекта | | 1 | 2 | УК-4.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 | УК-4.1, УК-4.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 | УК-4.1, УК-4.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Коммуникативные технологии в профессиональной сфере на иностранном языке (английский)», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Пример задания по разделу1:  EntryTest  Use the proper form.  Nouns:  1. Both my (brother-in-law) work in a bank which is situated on the (outskirt/outskirts) of town.  2. Look! Two (aircraft) are flying in the dark sky.  3. My (grandmother) favourite TV series (be) 'Santa Barbara'.  4. When (be) the latest news on TV? - (It, They) (be) at 9 a.m.  5. Two kilometers (be) a long way to go on foot.  6. The police (be) after the escaped prisoners.  7. Oh dear. Measles (be) quite a serious illness.  8. My (sister-in-law) family is not very large.  9. Cambridge University was exclusively for (man) until 1871 when the first (woman) college was opened.  Articles:  10. My uncle was operated yesterday. He is still in ... hospital. I'm going to ... hospital to see him.  11. ... life will be very different in ... future.  12. ... villages-in this part of ... country near ... Thames are very beautiful.  13. ... Nightingales belonged to ... highest social class of ... England.  14. What do you call ... people of ... China? - ... Chinese.  15. ... man must do everything possible to save ... environment and ... life on ... planet of Earth.  16. ... English language was brought onto ... British Isles in ... middle of ... fifth century by ... Angles, Saxons and Jutes who came there from ... North of ... Germany.  17. Near ... British Museum you can see the tall building of ... University of London.  18. ... Statue of Liberty was ... gift of friendship from ... France to ... United States.  Tenses in the Active and Passive Voice. The Sequence of Tenses:  19. I never (read) a story that (interest) me so much as the one I (read) last night.  20. When we (go) to see them last night, they (play) chess, they (say) they (play) since six o'clock.  21. You (go) with us to the Zoo tomorrow if you (be) a good boy.  22. No sooner we (finish) the translation of the text than the bell (ring).  23. Why you (not, make, do) an effort to improve your life? I wish you (make) an effort to change everything.  24. If I (be) you, I (think) twice before accepting his invitation.  25. 1 wish you (discuss) this (serious, seriously) tomorrow. It isn't funny.  26. All the doors and windows (lock) before we went on holiday, but the house (break into) when we (return) home.  27. Our house (surround) by a beautiful garden. The garden (plant) by my grandfather many years ago. | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| 28. The Cambridge Folk Festival very well (organize), and there are never (any, some) of the serious problems which can (cause) by large crowds.  29. The oldest college in Cambridge University is Peterhouse, which (found) in 1284, and the most recent is Robinson College which (open) in 1977.  30. I'd like to know who Australia (discover) by? - Ask the teacher about it, ...?  31. Dan said that he (call) you (tomorrow). - If he (call) me in the evening, I (be) very busy. I wish he (call) me in the morning.  32. We thought that the parcel (deliver) in time, but the postman (not, come) yet.  33. The furniture (rearrange) today, and the flat (look) very cozy now.  Modal verbs:  34. Let's discuss this over lunch, ...? - OK. We (can, had to, may) discuss this (later, lately).  35. Cambridge (can, must, may) be one of the best-known towns in the world and (may, can, must) (find) on most tourists' lists of places to visit. You (should, have to, might) go there yourself to see this town. I (mustn't, can't, needn't ) do it, I (be) there several times.  36. Everyone (can, should, might) pay taxes to the government.  Pronouns and Prepositions:  37. (Some, any, few) beautiful roses (give) (on, to, for). Jane (to, by, at, for) Patrick (by, at, on) (her, hers) birthday.  38. The house was small and there (be) not (many, much, little, a little) rooms in it.  39. (What, how) is Rob like? - He is generous and kind.  40. The secretary just (sign) (this, these, that) letters (of, on, by) behalf (on, for, at, of) the manager.  Adjectives and Adverbs:  41. (Old) she gets, (forgetful) she becomes. (A, the, -) elderly and (at, an, the, -) old (be) often  forgetful.  42.1 think the American version of 'War and Peace' was (lit-tle) interesting than (our, ours).  43. For (far) information, please write to the above address.  44. Now there (be) about 12,000 students in Oxford, and the University and the town live (happy, happily) side by side.  45. Mr. Smith is much (old) than his wife but they are (happy) couple I ever (meet).  Пример задания по разделу 2:  Complete the sentences with a preposition.  Example: Many thanks for your prompt reply.  1. I have put some information\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ the post.  2. We believe \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ buying from local suppliers.  3. We are looking \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ a new supplier.  4. I have forwarded your enquiry \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_BMES.  5. Where can I buy spare parts \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ our machinery?  6. I am interested \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ your new range of furniture.  7. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ reference \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ your enquiry, I have attached our latest brochure. | | |

|  |
| --- |
| Ex.1. Match the two parts of the sentences used in making enquiries.  1. I’d like to know a. some more information about our products.  2. We are having problems b. to our brochure.  3. We can recommend c. arranging a suitable delivery date.  4. We are looking d. you could send us more information.  5. I’ll send you e. where we can buy spare parts.  6. Please refer f. a supplier in London.  7. We would like to arrange g. on your website.  8. We would be grateful if h. for a new supplier.  9. I couldn’t find the information i a visit  Пример задания по разделу 3:  Complete the text with a suitable word from the box. There is one extra word  While On the other hand so nevertheless moreover thus although  Would you like to become a scientist? Many students would answer this question with a definite “no” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ quite a lot of them dreamed about making scientific breakthroughs in medicine, physics or chemistry in their childhood. Soon do youngsters realize the real scientific work is not that exciting and flashy as it is shown in popular films and comic books. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, what does it take to become a great scientist?  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ some inborn gift is thought to be a prerequisite for a great scientist, greatness in science is mainly about hard work and determination, rather than talent and vision. History knows many examples of a great scientific insight being wasted because a scientist wasn't determined enough to continue his work under financial, political or social pressure.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ all this hard work might appear pointless if a scientist lacks curiosity and courage to ask questions about the world and try to answer them. \_\_\_\_\_\_\_\_, a great scientist poses unusual questions about the world and is able to apply his determination, skill and infinite energy to find the answer.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, which is more important, a great scientist should never lose sight of his high moral principles and humanistic values so that his discoveries would serve progress and prosperity rather than violence and injustice.  b. Write a similar answer to one of the following questions. Use the word from the box above.  1) What does it take to be a great programmer?  2) What scientist can you call your idol and why?  Пример задания по разделу 4.  Task. Speak on the following ways of communication. Comment on each of the way and say which one is the most suitable for you?  1. Letters. 4. Handwritten notes.  2. Face-to-face. 5. Telephone calls. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| . |  |  | . |
| 3. E-mail  E-mail  Discus or think about these questions  1. About how many emails do you send every day?  2. Who do you send them to?  3. What do you like about emails?  4. What don’t you like about them?  Write a short e-mail (about 30 words) to all staff in the Marketing Department.  Пример задания по разделу 5:  Read the instructions and write a letter (60-90 words). Begin it with a salutation and end politely.  You are a senior manager in the Human Resources Department of a big company. Two days ago, you interviewed candidates applied for the position of a sales manager. Write a letter to the successful candidate. Give the name of the position, the starting day, the salary and number of days of annual leave. Add any other information that will be useful.  You may need the following phrases: We are pleased to inform you; you have been successful in your application for the position…; we would like you to start…; your starting salary will be…; you can take … days’ annual leave; a copy of the contract; confirm the acceptance of the offer.  Now the task for you: read this letter of complaint from a customer and write a reply of 50-60 words to your customer.  Dear Sir or Madam!  This morning we received a consignment of printers from you (Order SN206). On unpacking the boxes, we noticed that all the printers were damaged.  Could you please arrange to send a replacement order as soon as possible and arrange to collect the damaged goods? Hopefully, we will not have to pay for this.  Yours faithfully  While replying keep to the layout offered:  - Thanking her for her letter.  - Apologizing for the problem.  - Agreeing to replace the damaged goods today.  - Offering to collect the damaged goods, at no extra cost.  Пример задания по разделу 6.  Task. Write a summary and an abstract of the article you’ve read. | | | |
| **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 помещенией** | | **Перечнь 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. | |
| Лингофонный кабинет | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет | |
| Лингофонный кабинет | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет | |
| 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. | | |
| 3. |  | Google Chrome. Свободное программное обеспечение | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | |
| 1. |  | Шевцова Г. В., Москалец Л. Е. Английский язык для технических вузов:учебное пособие. - М.: ФЛИНТА, 2018. - 392 с. | | |
| 2. |  | Чернова Н. И., Катахова Н. В. English for Robotics [Электронный ресурс]:учеб. пособие для бакалавров, специалистов и магистрантов по направлению подготовки и спец. "Мехатроника и робототехника". - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/05062019/2038.iso | | |
| 3. |  | Дидык Н. В. Professional English [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/16022021/2579.iso | | |
| 4. |  | Рыбакова М. В. Английский язык [Электронный ресурс]:метод. пособие для магистрантов. - М.: МИРЭА, 2017. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/12012018/1623.iso | | |
| 5. |  | Удалова Н. В., Чугаева К. М. Simple Compound [Электронный ресурс]:учебно- методическое пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/16022021/2582.iso | | |
| 6. |  | Чернова Н. И., Катахова Н. В. Engineering in english [Электронный ресурс]:Хрестоматия. - М.: МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/18062018/1759.iso | | |
| 7. |  | Абайдуллина О. С., Карлина Н. Е. "Can Talk" Part Two [Электронный ресурс]:учебно- метод. пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1970.iso | | |
| 8. |  | Абайдуллина О. С., Карлина Н. Е. "CanTalk" Pat one [Электронный ресурс]:метод. указания. - М.: МИРЭА, 2017. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/12012018/1621.iso | | |
| 9. |  | Рыбакова М. В. Английский язык. Тестовые задания для внеаудиторной самостоятельной работы [Электронный ресурс]:Учебно-методическое пособие для магистрантов технических направлений подготовки. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/15032021/2591.iso | | |
| 10. |  | Абайдуллина О. С., Иоффе Н. Е., Каппушева И. Ш. Techno Stories to Be Discussed Part One [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/16022021/2578.iso | | |
| 11. |  | Чернова Н. И., Катахова Н .В. English Grammar Peculiarities Part I [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие по английскому языку для бакалавров, магистрантов и аспирантов всех направлений подготовки РТУ МИРЭА. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/16022021/2556.iso | | |
| 12. |  | Гаврилова Е. А. English for Business Communication [Электронный ресурс]:учебно- методическое пособие. - Москва: РТУ МИРЭА, 2020. - 74 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/163886 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Манджиев А. А. English essentials for electronics [Электронный ресурс]:учебно-метод. пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1387.iso | | |
| 2. |  | Чернова Н. И., Катахова Н. В., Петрова Л. И., и др. Бизнес-английский язык. Feel free in your business English [Электронный ресурс]:учебное пособие для магистрантов всех направлений. - М.: МИРЭА, 2015. - 68 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/rio/1416.pdf | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 3. |  | Get on well with radioengineering and electronics [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1389.iso | | |
| 4. |  | Чернова Н. И., Катахова Н. В., Ульянова Э. Ф. Guidance to describing graphs, tables and trends. Английский язык [Электронный ресурс]:метод. указания и контрольно- тренировочные упроажнения. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1391.iso | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | English Grammar Online https://www.ego4u.com | | |
| 2. |  | MyGrammarLab http://www.MyGrammarLab.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Компьютерные технологии моделирования наносистем** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 1 | | 3 | 108 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 26 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель, Буряков А.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Компьютерные технологии моделирования наносистем** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Компьютерные технологии моделирования наносистем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | 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: | | | | | |
| **ОПК-4** - Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-4 :** Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-4.1 : Применяет современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные возможности пакета аналитических вычислений Maxima и Comsol Multiphysics в моделировании, анализе и решении задач исследования операций и в визуализации исходных данных и получаемых решений с учетом требований нормативной документации. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - использовать современные средства автоматизации, применять теоретические знания на практике с использованием аналитических возможностей пакета Maxima и Comsol, моделировать и решать различные задачи исследования операций с помощью пакета, Maxima и Comsol. | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации, понятийным аппаратом и современными вычислительными методами исследования операций. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-4.2 : Оценивает оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные принципы представления данных и основы языка программирования пакета Maxima и Comsol; теоретические основы исследования операций; классификацию задач исследования операций и основные подходы к анализу и решению задач из различных | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| классов. | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - визуализовать и анализировать исходные данные и получаемые результаты с использованием графических средств и анимационных функций пакета Maxima и Comsol. | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - программным обеспечением (инструментарием пакета Maxima и Comsol), используемым для моделирования, анализа и решения задач исследования операций. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные принципы представления данных и основы языка программирования пакета Maxima и Comsol; теоретические основы исследования операций; классификацию задач исследования операций и основные подходы к анализу и решению задач из различных классов. | | | | | | |
| - основные возможности пакета аналитических вычислений Maxima и Comsol Multiphysics в моделировании, анализе и решении задач исследования операций и в визуализации исходных данных и получаемых решений с учетом требований нормативной документации. | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - визуализовать и анализировать исходные данные и получаемые результаты с использованием графических средств и анимационных функций пакета Maxima и Comsol. | | | | | | |
| - использовать современные средства автоматизации, применять теоретические знания на практике с использованием аналитических возможностей пакета Maxima и Comsol, моделировать и решать различные задачи исследования операций с помощью пакета, Maxima и Comsol. | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - программным обеспечением (инструментарием пакета Maxima и Comsol), используемым для моделирования, анализа и решения задач исследования операций. | | | | | | |
| - Современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации, понятийным аппаратом и современными вычислительными методами исследования операций. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Введение в компьютерное моделирование** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **в** **Maxima** **и** **Comsol** **Multiphysics.** **(Лек).** Начало работы в Maxima и Comsol Multiphysics. Физические интерфейсы. Рабочее окно программы. Основные этапы работы в Maxima и Comsol Multiphysics. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Введение** **в** **Comsol** **Multiphysics.** **(Лек).** Начало работы в Maxima и Comsol Multiphysics. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Основные** **принципы** **построения** **вычислений** **и** **списки** **в** **Maxima.** **(Лек).** Использование предыдущих результатов. Определение переменных. Значения для символов. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Функции** **и** **программы.** **Функциональные** **операции.** **Элементарные** **вычисления.** **(Лек).** Определение функций. Функции как процедуры. Использование опций. Повторяющиеся операции. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Программирование и математическое вычисление в Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Изучение структуры и основы работы в пакете Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Основы работы в программном пакете моделирования физических процессов Comsol Multiphysics, начало работы, физические интерфейсы | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Рабочее окно программы. Основные этапы работы в Maxima и Comsol Multiphysics. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Функции и программы. Функциональные операции. Элементарные вычисления. Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Написание кода в Maxima для закона Снеллиуса с учетом динамической интерактивной модели | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Построение списков посредством функций. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Расчет диаметра лазерного пучка с использованием встроенных данных, сплайн-функции. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Расчет диаметра лазерного пучка из реальных экспериментальных данных, полученных путем перекрытия лазерного пучка. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10. Импорт данных в Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 11. Создание таблиц значений. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Четыре вида скобок в Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Анализ литературы, выполнение домашнего задания | | 1 | 7 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 6 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2. Моделирование физических процессов** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция** **5.** **Визуализация** **и** **графика.** **(Лек).** Сплайн-функции. Создание графики при помощи сплайн-примитивов. Построение графиков. Графики функций с одной переменной. Графики функций с двумя переменными. Графики параметрических функций. Графическое отображение данных. Создание графиков с двумя вертикальными шкалами. Создание 3D графики. 3D графики данных. Графическое отображение результатов NDSolve. Графические инструменты проверки корректности подбора модели по точкам. График векторного поля. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.2** | **Лекция** **6.** **Работа** **с** **данными** **(Лек).** Использование встроенных данных. Сплайн-функции. Создание графики при помощи сплайн-примитивов. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.3** | **Лекция** **7.** **Основы** **автоматизации** **и** **динамическая** **интерактивность** **в** **Maxima.** **(Лек).** Создание анимации. Создание программного кода в Maxima для интерактивной модели, описывающей физические законы. Создание пользовательских интерфейсов. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.4** | **Лекция** **8.** **Моделирование** **физических** **процессов** **в** **различных** **пакетах.** **(Лек).** Моделирование процессов электромагнитного излучения в наноструктрах при помощи програмного пакета Maxima и Comsol Multiphysics, сравнение результатов моделирования, оценка погрешностей расчетов, выполненных в разных пакетах. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13. Список как набор объектов. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **2.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14. Векторы и матрицы. Извлечение частей списков. | | 1 | 2 | ОПК-4.1 | |
| **2.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Пр 15. Создание графика диаметра лазерного пучка при помощи сплайн-примитивов | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16. Моделирование распределения электромагнитного излучения. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 17. Моделирование распределения электромагнитного излучения в слоистых наноструктурах. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 18. Моделирование распределения электромагнитного излучения в слоистых наноструктурах с учетом формул Френеля в программном пакете Maxima. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 19. Моделирование распределения электромагнитного излучения в слоистых наноструктурах методом конечных элементов в Comsol Multiphysics. | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  |  | . |
| **2.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 20. Сравнение результатов моделирование, полученных разными методами, оценка погрешности. | | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 21. Создание анимации. | | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 22. Создание программного кода в Maxima для интерактивной модели, описывающей физические законы. | | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 23. Создание пользовательских интерфейсов. | | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 24. Использование встроенных данных. Сплайн-функции. Создание графики при помощи сплайн-примитивов. | | | 1 | 2 | ОПК-4.2 | |
| **2.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Анализ литературы, выполнение домашнего задания | | | 1 | 7 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **2.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | | 1 | 6 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | | 1 | 17,75 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 1 | 0,25 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Компьютерные технологии моделирования наносистем», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Особенности интерфейса (понятия ядра (kernel) и рабочей области (notebook) пакета. Справочная система пакета. Встраиваемые моду-ли (add-ons). Интерфейс Maxima и Сomsol Multiphysics, основные блоки.  2.Создание нового проекта в изучаемых пакетах моделирования;  3.Основы языка программирования пакета Maxima. Понятие объекта. Виды объектов. Список как форма внутреннего представления объектов. | | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | **Перечнь основного оборудования** | | | | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория моделирования и | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| проектирования элементов микросистемной техники | | | |  | |
| 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. | | | |
| 3. |  | Comsol Multiphysics. Сублицензионный договор №31705027784 от 12.05.2017 г. | | | |
| 4. |  | MAXIMA Пакет компьютерной алгебры . Свободное программное обеспечение (лицензия GNU GPL) | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Коваленко А. В., Узденова А. М., Уртенов М. Х., Никоненко В. В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 228 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167416 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Есаян А. Р., Добровольский Н. М., Чубариков В. Н., Якушин А. В. Программирование в Maxima [Электронный ресурс]:. - Тула: Издательство ТГПУ им.Л.Н.Толстого, 2012. - 352 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/206400 | | | |
| 2. |  | Чернушкин В. В., Овсянников В. Д. Моделирование задач квантовой механики в среде maxima [Электронный ресурс]:. - Воронеж: ВГУ, 2016. - 78 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/165344 | | | |
| 3. |  | Безручкина, Садчиков, Ткачева Символьные вычисления в системе компьютерной математики Maxima [Электронный ресурс]:. - [н/д]: Воронеж, 2015. - 63 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/590437 | | | |
| 4. |  | Певцов Е. Ф. АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА [Электронный ресурс]:. - М.: МИРЭА, 2013. - 42 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/mr\_145.pdf | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | | |
| 2. |  | iXBT — интернет-издание о компьютерной технике  https://www.ixbt.com | | | |
| 3. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | | |
| 4. |  | Wolfram Mathworld: The Web's Most Extensive Mathematics Resourse http://www.mathworld.wolfram.com | | | |
| 5. |  | Wolfram: вычисления и знания, рука к руке http://www.wolfram.com | | | |
| 6. |  | Stephen Wolfram: Official Website http://www.stephenwolfram.com | | | |
| 7. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | | |
| 8. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 9. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 10. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 11. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 12. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 13. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 14. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 15. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 16. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Материалы для биомедицинских применений** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 2 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *старший преподаватель, Рассадина Т.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Материалы для биомедицинских применений** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Материалы для биомедицинских применений» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-1** - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров | | | | | |
| **ПК-2** - Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.2 : Анализирует технологическую проблему при заданных нормах технологического производства, выделяя её базовые составляющие и осуществляет поиск достоверной информации для её решения по различным типам запросов** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - нормы технологического производства материалов | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - анализировать технологические проблемы и выделять базовые составляющие | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методами поиска достоверной информации | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2 : Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.1 : Участвует в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные технологические процессы изготовления материалов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований материалов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Навыками выбора режимов производства | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - технологические основы процессов и методов изготовления и обработки конструкционных материалов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - выбирать сплавы и режимы обработки, обеспечивающие формирование необходимой структуры и комплекс физико- механических свойств для различных условий эксплуатации | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - базовыми знаниями физико-химических основ получения, свойств и путей использования различных материалов | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - технологические основы процессов и методов изготовления и обработки конструкционных материалов | | | | | | |
| - основные технологические процессы изготовления материалов | | | | | | |
| - нормы технологического производства материалов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - выбирать сплавы и режимы обработки, обеспечивающие формирование необходимой структуры и комплекс физико- механических свойств для различных условий эксплуатации | | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований материалов | | | | | | |
| - анализировать технологические проблемы и выделять базовые составляющие | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - базовыми знаниями физико-химических основ получения, свойств и путей использования различных материалов | | | | | | |
| - Навыками выбора режимов производства | | | | | | |
| - методами поиска достоверной информации | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Конструкционные материалы** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Классификация** **конструкционных** **материалов.Введение** **(Лек).** Введение. Конструкционные материалы и их свойства. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Выбор материала. Классификация конструкционных материалов: по области применения, по природе материалов, по условиям работы, по критериям прочности, по технологическому исполнению. Основные типы конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Строение** **металлических** **материалов.** **(Лек).** Кристаллическое строение и методы описания кристаллов; анизотропия кристаллов, её значение.  Дефекты кристаллического строения и их роль в формировании структуры и свойств материалов. | | 2 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Основы** **теории** **сплавов** **и** **диаграммы** **фазовых** **равновесий** **(Лек).** Равновесное состояние. Компонент, фаза, структурная составляющая. Основные типы сплавов: твердый раствор, химическое соединение, гетерогенная структура. Графическое изображение состояния сплава, правило фаз, правило отрезков, основные типы диаграмм фазовых равновесий. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.Классификация** **сталей** **(Лек).** Классификация сталей: по назначению - конструкционные; инструментальные; стали с особыми физическими свойствами; по химическому составу - углеродистые; легированные; по качеству - обыкновенного качества; качественные; высококачественные; особовысококачественные. Маркировка сталей. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Конструкционные** **стали** **(Лек).** Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Диаграмма состояния «железо-углерод». Методы термообработки сталей. Влияние углерода, постоянных примесей и легирующих элементов на свойства стали. Современные тенденции в области легирования. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.Цветные** **металлы** **и** **сплавы** **на** **их** **основе** **(Лек).** Алюминий и его сплавы. Сплавы на основе магния. Медь и ее сплавы. Титан и его сплавы. Конструкционные сплавы титана, их свойства и области применения. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Технологии** **обработки** **материалов** **(Лек).** Технологические процессы обработки металлов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Технологии** **неметаллических** **материалов** **(Лек).** Технология изготовления керамики.  Технология нанесения керамических покрытий. Компактирование порошковых материалов. Конструкции металлокерамических узлов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Выбор материала для изготовления изделий часть 1 | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.10** | **Проведение** **круглого** **стола** **(Пр).** Выбор материала для изготовления изделий часть 2 | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК- 2.2, ПК-1.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологии получения материалов часть 1 | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологии получения материалов часть 2 | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расшифровка марок конструкционных сталей | | 2 | 2 | ПК-2.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Пластичность и сопротивление деформированию материала при холодной и горячей деформации заготовок | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологии соединения металла с керамикой. | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольная работа | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.17** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 1 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 2 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.19** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 3 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 4 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 5 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 6 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 7 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 8 | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.25** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.26** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.27** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.28** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.29** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.30** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.31** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  |  |  |  |  | . |
| **1.32** | | | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по тематике конструкционных материалов. | | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.2 | |
| **1.33** | | | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Написание реферата по заданной тематике | | | 2 | 40 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.34** | | | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим | | | 2 | 40 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | | | | |
| **2.1** | | | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | | 2 | 33,65 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **2.2** | | | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 2 | 2,35 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Материалы для биомедицинских применений», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Какие материалы относят к конструкционным?  2. Какие общие требования предъявляются к конструкционным материалам?  3. Что такое конструкционная прочность материалов?  4. Какие основные характеристики включает в себя понятие конструкционной прочности материала?  5. Назовите критерии оценки конструкционной прочности материалов.  6. Назовите методы повышения конструкционной прочности.  7. Назовите признаки классификации конструкционных материалов.  8. Какие требования предъявляются к конструкционным сталям. | | | | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | | **Перечнь 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. |  | Масанский О. А., Казаков В. С., Токмин А. М., Свечникова Л. А., Астафьева Е. А. Материаловедение и технологии конструкционных материалов [Электронный ресурс]:учебник. - Красноярск: СФУ, 2019. - 336 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/157550 | | |
| 2. |  | Блантер М. С., Сундеев Р. В. Материаловедение наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]:практикум. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/25092018/1792.iso | | |
| 3. |  | Капустин В. И., Сигов А. С. Технологии производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2017. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/21022018/1647.iso | | |
| 4. |  | Земсков Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт- Петербург: Лань, 2019. - 188 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113910 | | |
| 5. |  | Сапунов С. В. Материаловедение [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 208 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168740 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Фетисов Г. П. Материаловедение и технология материалов:Рек. Минобрнауки РФ в кач. учебника для вузов. - М.: Юрайт, 2014. - 767 с. | | |
| 2. |  | Бурый Г. Г. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Омск: СибАДИ, 2019. - 222 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/149463 | | |
| 3. |  | Кондратенко В. С., Кобыш А. Н. Инновационное материаловедение [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1978.iso | | |
| 4. |  | Михальченков А. М., Козарез И. В., Тюрева А. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Брянск: Брянский ГАУ, 2017. - 391 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133028 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 4. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 5. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 6. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 7. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 8. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 9. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 10. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 11. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 12. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 13. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 15. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 16. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 17. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Материалы и устройства для возобновляемых источников энергии** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 2 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Юрасов А.Н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Материалы и устройства для возобновляемых источников энергии** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Материалы и устройства для возобновляемых источников энергии» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-1** - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров | | | | | |
| **ПК-2** - Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.2 : Анализирует технологическую проблему при заданных нормах технологического производства, выделяя её базовые составляющие и осуществляет поиск достоверной информации для её решения по различным типам запросов** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - роль возобновляемых источников энергии в энергообеспечении | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - анализировать проблемы возобновляемых источников энергии | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - проблематикой применения возобновляемых источников энергии | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2 : Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.1 : Участвует в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - положения основных нормативных документов в области возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - рассчитывать характеристики возобновляемых источников энергии с использованием нормативных документов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - терминологией в области возобновляемых источников энергии | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основы расчета эффективности использования возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - рассчитывать эффективность использования возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками анализа информации о технических параметрах энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основы расчета эффективности использования возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| - положения основных нормативных документов в области возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| - роль возобновляемых источников энергии в энергообеспечении | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - рассчитывать эффективность использования возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| - рассчитывать характеристики возобновляемых источников энергии с использованием нормативных документов | | | | | | |
| - анализировать проблемы возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками анализа информации о технических параметрах энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии | | | | | | |
| - терминологией в области возобновляемых источников энергии | | | | | | |
| - проблематикой применения возобновляемых источников энергии | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Возобновляемые источники энергии** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение.** **Общая** **характеристика** **энергетической** **отрасли.** **(Лек).** Энергия и ее качество. Энергетический баланс планеты. Возрастающие темпы энергопотребления. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Нормативные акты. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Использование** **энергии** **Солнца.** **(Лек).** Общая характеристика солнечной энергетики. Системы солнечного теплоснабжения. Преобразование солнечной энергии в электричество. Солнечные фотоэлектрические преобразователи. Термофотоэлектрические преобразователи. Проблемы отрасли. Воздействие на окружающую среду. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Использование** **энергии** **ветра.** **(Лек).** Развитие ветроэнергетики в мире. Расчет ветроэнергетической установки. Расчет ветроэнергетических ресурсов. Проблемы отрасли. Воздействие на окружающую среду. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Геотермальная** **энергия.** **(Лек).** Источники тепла в недрах Земли и закономерности его передачи. Методика оценки геотермальных ресурсов. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии. Проблемы отрасли. Воздействие на окружающую среду. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Энергия** **биомассы.** **(Лек).** Понятие биомассы. Использование биомассы для получения тепловой и  электрической энергии. Биотопливо. Классификация биотоплива. Технология и схемы получения биотоплива. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Энергия** **малых** **рек.** **Энергетические** **ресурсы** **океана.**  **(Лек).** Гидроэнергетический потенциал и его использование. Основные принципы создания малых гидроэлектростанций. Энергия и мощность. Приливные электростанции. Использование энергии волн. Использование тепловой энергии океана. Общие сведения об использовании энергии приливов. Мощность приливных течений и приливного подъема воды. Использование энергии океанских течений, разницы в температуре и солености. Ресурсы тепловой энергии океана. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Вторичные** **энергоресурсы.** **(Лек).** Классификация вторичных энергоресурсов: топливные, тепловые, избыточного давления. Энергетический потенциал ВЭР в России. Экономическая эффективность использования ВЭР в различных отраслях народного хозяйства. Приведѐнные затраты. Тепловые насосы. Экологические проблемы. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Аккумулирование** **и** **передача** **энергии.** **(Лек).** Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии от возобновляемых источников. Биологическое аккумулирование. Аккумулирование тепла. Аккумулирование электроэнергии. Топливные элементы. Передача энергии. Классификация типов передачи энергии. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Классификация и потенциал возобновляемых источников энергии | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Солнечные нагреватели для воды и воздуха. Пассивные и активные солнечные отопительные системы. Промышленное применение солнечной энергии. Фотоэлектрическая генерация. Солнечные электростанции | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Идеальные и реальные ветряки. Ветроэлектрические станции. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Геотермальные электростанции. Оценка тепловой мощности геотермального массива. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Расчет биогазогенераторов. Энергетические фермы. Автономные теплоэнергетические комплексы. Комплексные районные тепловые станции. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Определение экономической эффективности строительства малой ГЭС.  Характеристики гидротурбин.  Использование энергии волн. Использование тепловой энергии океана. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Топливные вторичные энергоресурсы. Теплонасосные установки. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Аккумулирование энергии. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Расчет затрат на утилизацию NiMH и Li-ion батарей. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.19** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.25** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.26** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.27** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.28** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.29** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.30** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.31** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.32** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.33** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание рефератов. | | 2 | 40 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.34** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Повторение лекционных и практических материалов. | | 2 | 40 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Материалы и устройства для возобновляемых источников энергии», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Современное состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики.  2.Основные нормативные акты РФ в области возобновляемой энергетики.  3.Энергоэффективность и энергосбережение. Основные понятия.  4.Методы оценки риска от ВИЭ.  5.Расчеты основных категорий потенциала ВИЭ.  6.Методы расчета прихода солнечной радиации на горизонтальную и произвольно ориентированную площади на поверхности Земли в произвольно взятой ее точке. Зависимость солнечной радиации от времени и широты местности.  7.Поглощение в атмосфере (оптическая масса). Оптимальная ориентация приемника солнечного излучения.  8.Основные виды солнечных энергоустановок. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| . |  |  | . |
| 9.Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента.  Конструкции солнечных элементов.  Основные технические требования к материалам солнечных элементов.  10.Жесткие и гибкие фотоэлементы. КПД основных типов фотоэлементов. Фотоэлектростанции.  11.Основные экологические проблемы солнечной энергетики. Достоинства и недостатки.  12.Основные понятия и определения ветроэнергетики. Источники потенциала ветровой энергии. Преобразования энергии ветра. Ветроэнергетические установки.  13.Основные характеристики ветра и методы их определения. Зависимость параметров ветра от высоты и времени. Роза ветров. Основные категории потенциала ветровой энергии и методы их расчета.  14.Основные технические схемы использования энергии ветра и их классификация.  15.Основные экологические проблемы ветровой энергетики. Достоинства и недостатки.  16.Использование энергии перемещения водных потоков Основные принципы использования энергии воды.  17.Энергия морских волн и течений. Источники потенциала и их особенности. Энергия и мощность волны и методы ее использования. Идеальные и реальные волны и методы их описания. Энергетический спектр (распределение мощности волны) 18.Энергия приливов. Источники потенциала и их особенности. Влияние Солнца и Луны на приливы. Прилив в открытом океане и вблизи берегов. Приливная волна. Энергетика приливных течений и методы ее расчета. олн. Методы использования энергии волн при непрерывном волновом движении.  19.Основные экологические проблемы приливных электростанций.  20.Источники на основе геотермальной энергии. Геотермальная энергия, основные понятия и определения. Источники потенциала геотермальной энергии. Основы геофизики.  21.Тепловое поле Земли.  22.Методы излучения геотермальных ресурсов и их классификация.  23.Использование геотермальной энергии: возможности и потребности.  24.Техника извлечения тепла Земли.  25.Основные схемы технологического процесса  26.Биомасса как источник энергии. Энергия биомассы. Основные понятия и определения. Классификация биотоплива.  27.Назначение аккумуляторов энергии и принципы аккумулирования: биологическое, химическое, тепловое, электрическое, механическое. Основные характеристики аккумуляторов. | | | |
| **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 помещенией** | | **Перечнь 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. |  | Юдаев И. В., Даус Ю. В., Гамага В. В. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]:учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 328 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/140747 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | да Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы:Учеб. пособие. - Долгопрудный: Изд. Дом " Интеллект", 2010. - 703 с. | | |
| 2. |  | Елистратов В. В. Использование возобновляемой энергии [Электронный ресурс]:[учеб. пособие]. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 225 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/266848 | | |
| 3. |  | Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы:. - Санкт- Петербург: Наука и техника, 2011. - 320 с. | | |
| 4. |  | Мартюшев Д. А., Илюшин П. Ю. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Пермь: ПНИПУ, 2015. - 136 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160508 | | |
| 5. |  | Губарев, Арзамасцев Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]:учеб. пособие. - Липецк: ЛГТУ, 2014. - 77 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/302212 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 4. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 5. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 7. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 8. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 9. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 10. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 11. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 14. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 15. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 16. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 17. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Материалы и устройства сенсорики** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | 0 | | | 32 | 78 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 0 | | | 16 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, доцент, Фетисов Л.Ю. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Материалы и устройства сенсорики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Материалы и устройства сенсорики» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | 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: | | | | | |
| **ПК-2** - Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2 : Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.1 : Участвует в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - современные устройства сенсорики | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - разрабатывать и внедрять современные устройства сенсорики | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками разработки и внедрения современных устройств сенсорики | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные процессы разработки сенсоров | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - оценивать оптимальные процессы разработки устройств сенсорики | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками выбора оптимальных процессов разработки устройств сенсорики | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные процессы разработки сенсоров | | | | | | |
| - современные устройства сенсорики | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - оценивать оптимальные процессы разработки устройств сенсорики | | | | | | |
| - разрабатывать и внедрять современные устройства сенсорики | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками выбора оптимальных процессов разработки устройств сенсорики | | | | | | |
| - навыками разработки и внедрения современных устройств сенсорики | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Устройства сенсорики и материалы** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **(Лек).** История датчиков и микросистемной техники. Терминология. Основные типы датчиков. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 1 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 1 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 1. | | 3 | 7 | ПК-2.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **2.** **Классификации** **датчиков** **(Лек).** Основные физические принципы работы датчиков. Типы классификаций. Классификация по физическому принципу действия. По функциональному назначению. По характеру преобразования. Типы чувствительных элементов. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 2 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.7** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 2 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.2, ПК-2.1 | |
| **1.8** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 2 | | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 2. | | 3 | 7 | ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.10** | **Лекция** **3.** **Характеристик** **датчиков** **(Лек).** Технические характеристики. Метрологические характеристик. Функция преобразования. Коэффициент преобразования. Чувствительность преобразования. Порог чувствительности. Диапазон преобразования. Гистерезис. Нелинейность. Воспроизводимость. Надежность. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.11** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 3 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 3 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.13** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 3 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 3. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.15** | **Лекция** **4.** **Емкостные** **датчики** **(Лек).** Типы емкостные датчиков. Основные конструкции. Материалы емкостных датчиков. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 4 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Вопросы по ЛК 1-4 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 4 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.19** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 4. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.20** | **Лекция** **5.** **Магнитные** **датчики** **(Лек).** Типы магнитных датчиков. Основные конструкции. Магнитные материалы. | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 5 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 5 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.23** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 5 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.24** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 5. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.25** | **Лекция** **6.** **Пьезоэлектрические** **датчики** **(Лек).** Типы пьезоэлектрических датчиков. Основные конструкции. Пьезоэлектрики. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.26** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 6 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.27** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 6 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.28** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 6 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 6. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.30** | **Лекция** **7.** **Резистивные** **датчики** **(Лек).** Типы резистивных датчиков. Основные конструкции. Материалы. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.31** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 7 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.32** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 7 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.33** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 7 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.34** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 7. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.35** | **Лекция** **8.** **Датчики** **на** **ПАВ** **(Лек).** ПАВ. Типы датчиков. Основные конструкции. Материалы. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.36** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 8 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.37** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по ЛК 8 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.38** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК 8 | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.39** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Работа с литературой. Поиск статей по теме ЛК 8. | | 3 | 8 | ПК-2.2 | |
| **1.40** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Вопросы по ЛК 1-8 | | 3 | 2 (из них 1 на практ. подг.) | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 3 | 17,75 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 0,25 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Материалы и устройства сенсорики», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Какие типы датчиков вы знаете?  2. Какие технологические характеристики датчиков вам известны?  3. Какие магнитные материалы используются в датчиках? | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| 4. Что такое эффект Холла?  5. Какие резистивные датчики вы знаете?  6. Какие пьезоэлектрические материалы, применяемые в датчиках вы знаете?  7. Что такое магнитный гистерезис?  8. Какие материалы называются ферромагнетиками?  9. Что такое намагниченность? | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. |  | Савицкий В. А. Микросистемная техника и ее компоненты [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_1066.iso | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Мальцев П. П. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам:Сборник статей. - М.: Техносфера, 2005. - 590 с. | | | |
| 2. |  | Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение:. - М.: Техносфера, 2004. - 525 с. | | | |
| 3. |  | Певцов Е. Ф., Крутов В. В. Основы автоматизированного проектирования СВЧ устройств и систем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1975.iso | | | |
| 4. |  | Певцов Е. Ф., Деменкова Т. А., Аль-Натах Р. И. Основы моделирования и проектирования МЭМС в САПР CoventorWare [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1242.iso | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | | |
| 2. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 3. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 4. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 5. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 6. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 7. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 8. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 9. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 10. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 11. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | |
| 12. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 13. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 14. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 15. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Методы определения характеристик материалов и устройств** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **8 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 |  |
| 2 | | 4 | 144 | 16 | | | | 0 | | | 32 | 78 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 16 | | | 16 | 60 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель, Лавров С.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Методы определения характеристик материалов и устройств** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Методы определения характеристик материалов и устройств» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 8 з.е. (288 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-1** - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.1 : Применяет углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров в области электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные методики и подходы для исследования удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур, а также распределения в них концентрации носителей заряда | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять методики и подходы исследования полупроводниковых материалов гальваномагнитными и зондовыми методиками, строить простейшие физические и математические модели, описывающие проводимость полупроводниковых материалов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками выбора методик и подходов для определения проводимости полупроводниковых материалов и структур | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.2 : Анализирует технологическую проблему при заданных нормах технологического производства, выделяя её базовые составляющие и осуществляет поиск достоверной информации для её решения по различным типам запросов** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные методики и подходы для исследования параметров неравновесных носителей заряда в полупроводниковых материалах, а также оптические методики измерения свойств полупроводников | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять методики и подходы исследования полупроводниковых материалов методиками оптическими методиками, строить простейшие физические и математические модели, описывающие взаимодействия света и полупроводниковых структур | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками выбора методик и подходов для оценки времени жизни и подвижности носителей заряда в полупроводниковых материалах и структурах | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные методики и подходы для исследования параметров неравновесных носителей заряда в полупроводниковых материалах, а также оптические методики измерения свойств полупроводников | | | | | | |
| - основные методики и подходы для исследования удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур, а также распределения в них концентрации носителей заряда | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять методики и подходы исследования полупроводниковых материалов методиками оптическими методиками, строить простейшие физические и математические модели, описывающие взаимодействия света и полупроводниковых структур | | | | | | |
| - применять методики и подходы исследования полупроводниковых материалов гальваномагнитными и зондовыми методиками, строить простейшие физические и математические модели, описывающие проводимость полупроводниковых материалов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками выбора методик и подходов для оценки времени жизни и подвижности носителей заряда в полупроводниковых материалах и структурах | | | | | | |
| - навыками выбора методик и подходов для определения проводимости полупроводниковых материалов и структур | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Измерение удельного сопротивления полупроводников** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Измерение** **электро-физических** **параметров** **полупроводниковых** **материалов** **(Лек).** Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов. Двухзондовый метод. Влияние неоднородностей удельного сопротивления образца. Четырехзондовый метод измерений. Теория метода. Линейное расположение зондов. Расположение зондов по вершинам квадрата. Электрическая схема и методика измерений. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение удельного сопротивления (часть 1) | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение удельного сопротивления (часть 2) | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.4** | **Лекция** **2.** **Трехзондовый** **метод,** **основанный** **на** **измерении** **напряжения** **пробоя** **точечного** **контакта** **металл—полупроводник** **(Лек).** Особенность применения трехзондового метода. Схема метода. Погрешность трехзондового метода. Материал зонда. Профиль острия. Нагрузка на зонд. Тепловые эффекты. Обработка поверхности образца.  Применение четырехзондового метода к образцам простой геометрической формы. Образец полубесконечного объема с проводящей или изолирующей границей. Тонкая пластина. Двухслойная структура. Тонкий слой. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение четырехзондовым методом | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Использование четырехзондового метода | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.7** | **Лекция** **3.** **Измерение** **удельного** **сопротивления** **диффузионных,** **эпитаксиальных** **и** **ионно-легированных** **слоев** **четырехзондовым** **методом** **(Лек).** Основа метода. Последовательное удаление слоев. Влияние поверхности проводимости. Способы удаления слоев. Диффизный слой, изолированный p-n переходом. Метод сопротивления растекания. Теория метода. Измерение распределения удельного сопротивления. Использование поправочной функции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение четырехзондовым методом | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Применение метода растекания | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.10** | **Лекция** **4.** **Метод** **Ван-дер-Пау** **и** **двухкомбниациоиный** **четырехзондовый** **метод** **(Лек).** Метод Ван-дер-Пау. Двухкомбинационный четырехзондовый метод. Схема измерения двухкомбинационного метода. Система зондов на поверхности. Высокочастотные бесконтактные методы измерения. Индукционный метод. Конструкция экспериментальной установки индукционного метода. Емкостной метод. Конструкция экспериментальной установки емкостного метода. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение удельной проводимости эпитаксиальных слоев | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Использование индукционного метода | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.13** | **Лекция** **5.** **Измерение** **концентрации** **и** **подвижности** **носителей** **заряда** **в** **полупроводниковых** **материалах.** **(Лек).** Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Поперечный термогальванический эффект. Термогальванический эффект. Методы измерения ЭДС Холла. Геометрия образцов. Расположение проводящих контактов. Применение четырехзондового метода. Использование постоянного и переменното поля. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Коэффициент Холла в сильном магнитном поле. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет ЭДС Холла. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.16** | **Лекция** **6.** **Определение** **концентрации** **доноров** **и** **акцепторов** **по** **температурной** **зависимости** **концентрации** **носителей** **заряда** **(Лек).** Методы анализа температурных зависимостей концентрации носителей заряда. Расчет теоретических зависимостей концентрации электронов от температуры. Измерение распределения концентрации носителей заряда в диффузных, эпитаксиальных и ионно-легированных слоях. Анализ модели полупроводникового образца с неоднородным распределением концентрации носителей заряда. ЭДС Холла неоднородного образца. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Применение метода тока Холла. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ЭДС Холла для неоднородных образцов | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.19** | **Лекция** **7.** **Измерение** **распределения** **подвижности** **носителей** **заряда** **в** **диффузных,** **эпитаксиальных** **и** **ионно-легированных** **слоях.** **(Лек).** Последовательное удаление слоев полупроводниковой структуры. Определение эффективной подвижности носителей заряда. Определение концентрации доноров и акцепторов по холловской подвижности носителей заряда. Оценка концентрации ионизированных примесей. Построение зависимостей Брукса-Херринга. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Особенности распределения подвижности носителей заряда в ионно-легированных слоях | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Особенности распределения подвижности носителей заряда в эпитаксиальных слоях | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.22** | **Лекция** **8.** **Измерение** **подвижности** **носителей** **заряда** **методом** **тока** **Холла.** **(Лек).** Метод тока Холла. Расчет тока Холла. Экспериментальная установка для измерения тока Холла. Поправочные функции для расчёта тока Холла. Измерение подвижности носителей заряда методом тока геометрического магнитосопротивления. Метод геометрического сопротивления. Расчет подвижности геометрического сопротивления. Экспериментальная установка для измерения подвижности методом геометрического сопротивления. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Особенности распределения подвижности носителей заряда в диффузных слоях. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Применение метода геометрического магнитосопротивления | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.25** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Домашнее задание по теме лекции | | 2 | 40 | ПК-1.1 | |
| **1.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 38 | ПК-1.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | ПК-1.1 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | ПК-1.1 | |
| **3. Определение параметров неравновесных носителей заряда в полупроводниках. Оптические методы измерения параметров полупроводников** | | | | | | |
| **3.1** | **Лекция** **9.** **Оптические** **методы** **измерения** **параметров** **полупроводниковых** **материалов.** **(Лек).** Стационарная фотопроводимость. Спектральная зависимость фотопроводимости. Методы определения параметров. Определение параметров полупроводников путем измерения стационарной фотопроводимости. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Определение параметров полупроводников. Стационарная проводимость. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.3** | **Лекция** **10.** **Определение** **диффузной** **длины** **по** **фототоку** **короткого** **замыкания** **p-n** **перехода.** **(Лек).** Измерение диффузной длины по спектральной зависимости возбуждения и излучения фотолюминесценции. Метод поверхностной фото-ЭДС. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.4** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Фототок короткого замыкания p-n перехода. Анализ методики поверхностной фото-ЭДС. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **3.5** | **Лекция** **11.** **Измерение** **параметров** **полупроводников** **методом** **затухания** **фотопроводимости** **(Лек).** Схема экспериментальной установки для измерения времени жизни носителей заряда. Схема экспериментальной установки для измерения поверхностной рекомбинации носителей заряда. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Применение фазового метода измерения времени жизни носителей заряда. Методика накачки-зондирования | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.7** | **Лекция** **12.** **Фазовый** **и** **частотный** **методы** **измерения** **времени** **жизни** **носителей** **заряда** **(Лек).** Сдвиг фаз между светом возбуждения и фототоком. Частотная зависимость фототока. Фототок через контакт Шоттки. Фотолюминесценция. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Определение диффузной длины. Использование частотного метода для измерения времени жизни носителей заряда | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.9** | **Лекция** **13.** **Контроль** **структурных** **параметров** **полупроводниковых** **материалов.** **(Лек).** Инфракрасная интерференция. Физические основы метода. Выбор спектрального диапазона. Требования к параметрам подложки. Диапазон измеряемых толщин. Погрешность измерения толщины | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Экспериментальные методики исследования свойств полупроводников. Расчет оптического отражения от образца сложной структуры. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.11** | **Лекция** **14.** **Интерференция** **в** **видимой** **области** **спектра** **(Лек).** Способ обработки интерферограм и вычисления толщины эпитаксиального слоя. Инфракрасная фурье-спектроскопия. Принцип метода. Применение метода для точной оценки параметров кристаллов. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Использование метода фурье-спектроскопии. Интерферрограммы. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.13** | **Лекция** **15.** **Инфракрасная** **эллипсометрия** **(Лек).** Сущность метода. Схема экспериментальной установки. Примеры получаемых результатов. Обработка и анализ данных. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Особенности применения методики инфракрасной эллипсометрии. Анализ результатов эллипсометрии | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **3.15** | **Лекция** **16.** **Неоптические** **методики** **анализа** **свойств** **полупроводников.** **(Лек).** Метод окрашивания шлифа. Измерение отклонения от плоскостности и контроль. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Электронная спектроскопия для химического анализа. Электронная Оже-спектроскопия. Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод окрашивания шлифа. Метод Оже-спеткроскопии | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Домашнее задание по теме лекции | | 3 | 30 | ПК-1.2 | |
| **3.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям | | 3 | 30 | ПК-1.2 | |
| **3.19** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Определение удельного сопротивления полупроводниковых материалов зондовыми методами | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.20** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов методом Ван дер Пау | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.21** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Измерение концентрации и подвижности носителей заряда оптическими методами | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.22** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Измерение параметров полупроводниковых пленок методом инфракрасной интерференции | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **4. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **4.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 3 | 33,65 | ПК-1.2 | |
| **4.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2,35 | ПК-1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Методы определения характеристик материалов и устройств», 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 к экзамену (2 семестр):  •Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов.  •Эффект Холла.  •Параметры неравновесных носителей заряда.  •Методы измерения дрейфовой подвижности неосновных носителей заряда.  •Измерение коэффициента диффузии.  •Методы измерения диффузионной длины неосновных носителей заряда.  •Метод движущегося светового луча.  •Измерение времени жизни носителей заряда методом модуляции проводимости в точечном контакте. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| Вопросы к экзамену (3 семестр):  •Определение параметров полупроводников путем измерения стационарной фотопроводимости.  •Определение диффузионной длины  •Измерение диффузионной длины  •Оптические константы.  •Экспериментальные методы определения оптических констант.  •Спектральные приборы и устройства для исследования оптических свойств.  •Измерение концентрации и подвижности носителей заряда оптическими методами.  •Эффект Фарадея.  •Электронная спектроскопия для химического анализа.  •Электронная Оже-спектроскопия.  •Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория фемтосекундной оптики для нанотехнологий | | | | Оптическая спектроскопия коэффициентов отражения и пропускания, Оптическая спектроскопия магнито-оптического эффекта Керра, Синхронный широкополосный перестраиваемый генератор фемтосекундных импульсов, Фемтосекундная лазерная перестраиваемая система | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория фемтосекундной оптики для нанотехнологий | | | | Анализатор спектра сигналов СВЧ-диапазона Высокочувствительная камера, Криостат оптический азотно-гелиевый с блоком термостабилизации,  Монохроматор, Научный комплекс «Нелинейно- оптические свойства материалов», Научный комплекс «Электронная микроскопия», Система оптической микроскопии ближнего поля | |
| 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. |  | Тимофеев В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 512 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168751 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Павлов Л. П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов:Учеб. для вузов по спец. "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы". - М.: Высш. шк., 1987. - 238 с. | | |
| 2. |  | Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники:учебное пособие для вузов. - М.: Юрайт, 2014. - 463 с. | | |
| 3. |  | Шалимова К. В. Физика полупроводников [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 384 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php? pl1\_cid=25&pl1\_id=648 | | |
| 4. |  | Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников:учеб. пособие для вузов. - М.: Наука, 1990. - 686 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 4. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 5. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 7. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 8. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 11. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 12. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 13. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Моделирование бизнес-процессов** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **1 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 | | 1 | 36 | 8 | | | | 0 | | | 8 | 11 | | 0,25 | | | 8,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2020 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *доцент, Вартанян А.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Моделирование бизнес-процессов** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 31.05.2020 № 1  Зав. кафедрой Сороко А.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Моделирование бизнес-процессов» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | <не удалось определить> | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Факультативы | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 1 з.е. (36 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **УК-2** - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | | | | | |
| **УК-3** - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2 : Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2.1 : Формирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию проектного управления** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Принципы проектного управления на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Формировать проектную задачу на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Методами формирования проектных задач на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2.2 : Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Типовые концепции проектов и теоретические основы планирования реализации проектов | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Разрабатывать концепции проектов и планы реализации проектов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Методами разработки концепции проектов и планов реализации проектов | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3 : Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.1 : Вырабатывает стратегию командной работы и на её основе организует отбор членов команд для достижения поставленной цели** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Принципы организации командной работы | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Организовывать и руководить работой команды | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Методами моделирования бизнес-процессов с учетом необходимости организации командной работы | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.2 : Организует и корректирует работу команды, в том числе и на основе коллегиальных решений** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Принципы организации и корректировки командной работы | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Организовывать, руководить и корректировать работу команды | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Методами моделирования бизнес-процессов с учетом необходимости организации командной работы | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Типовые концепции проектов и теоретические основы планирования реализации проектов | | | | | | |
| - Принципы организации и корректировки командной работы | | | | | | |
| - Принципы организации командной работы | | | | | | |
| - Принципы проектного управления на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Организовывать и руководить работой команды | | | | | | |
| - Разрабатывать концепции проектов и планы реализации проектов | | | | | | |
| - Организовывать, руководить и корректировать работу команды | | | | | | |
| - Формировать проектную задачу на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Методами моделирования бизнес-процессов с учетом необходимости организации командной работы | | | | | | |
| - Методами формирования проектных задач на основе моделирования бизнес-процессов | | | | | | |
| - Методами разработки концепции проектов и планов реализации проектов | | | | | | |
| - Методами моделирования бизнес-процессов с учетом необходимости организации командной работы | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Функциональный и процессный подходы к управлению организацией** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Причины** **неудач** **проектов** **моделирования** **и** **реорганизации** **бизнес-процессов** **(Лек).** Причины неудач проектов. Уровни развития проекта реинжиниринга бизнес-процессов. Состав этапов типового проекта моделирования и реорганизации бизнес-процессов организации. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Функционально-стоимостное моделирование.  Обсуждение темы «Методология описания бизнес-процессов». | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **2. Теоретические основы управления процессами** | | | | | | |
| **2.1** | **Теоретические** **основы** **управления** **процессами** **(Лек).** Управленческие циклы. Концепция Business Process Management. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Функционально-стоимостное моделирование. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **2.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **3. Процессы и их компоненты** | | | | | | |
| **3.1** | **Процессы** **и** **их** **компоненты** **(Лек).** Понятие процесса и бизнес-процесса. Классификация процессов. Организация как совокупность процессов. Потребители результатов бизнес-моделирования. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Обсуждение темы «Процессы и их компоненты». | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **3.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **4. Методология описания бизнес-процессов** | | | | | | |
| **4.1** | **Методология** **описания** **бизнес-процессов** **(Лек).** Понятие методологии описания бизнес-процессов. Виды моделей бизнес-процессов. История развития подходов к управлению качеством. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с нотацией IDEF0. Работа c функциональными блокам. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **4.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **5. Причины неудач проектов моделирования и реорганизации бизнес-процессов** | | | | | | |
| **5.1** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Обсуждение темы «Функциональный и процессный подходы к управлению организацией». | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **5.2** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **5.3** | **Функциональный** **и** **процессный** **подходы** **к** **управлению** **организацией** **(Лек).** Функциональное управление. Функционально-ориентированная организация. Эволюция бизнеса. Процессный подход. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **6. Постановка целей описания бизнес-процессов** | | | | | | |
| **6.1** | **Постановка** **целей** **описания** **бизнес-процессов** **(Лек).** Формулировка целей проекта. Методика структуризации целей проекта. Методика определения целей проекта на основе существующих проблем. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **6.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Создание контекстной диаграммы и диаграмм декомпозиции. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **6.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **7. Выбор методологии описания бизнес-процессов организации** | | | | | | |
| **7.1** | **Выбор** **методологии** **описания** **бизнес-процессов** **организации** **(Лек).** Методология ускоренного описания бизнес-процессов. Методология полного описания бизнес-процессов. Сравнительный анализ подходов: преимущества и недостатки. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **7.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Обсуждение темы «Теоретические основы управления процессами». | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **7.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **8. Подготовка проекта описания бизнес-процессов** | | | | | | |
| **8.1** | **Подготовка** **проекта** **описания** **бизнес-процессов** **(Лек).** Состав работ по подготовке проекта. Роли сотрудников в проекте. Ошибки выполнения подготовительного этапа проекта. | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **8.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Создание диаграммы «Дерево узлов» и диаграммы «Только для экспозиции». | | 3 | 1 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **8.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 3 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **9. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **9.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 3 | 8,75 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
| **9.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 0,25 | УК-2.1, УК- 2.2, УК-3.1, УК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| **5.1. Перечень компетенций** | | |
|  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Моделирование бизнес-процессов», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | |
|  |  |  |
| 1. «Феномен работы с прохладцей» и принципы управления Ф.У. Тейлора.  2. SWOT-анализ процесса. Анализ процесса по отношению к типовым требованиям.  3. Анализ проблем процесса: выделение проблемных областей. Ранжирование процессов на основе субъективной оценки.  4. Важные аспекты управления рабочей группой по моделированию бизнес-процессов.  5. Визуальный анализ графических схем процесса.  6. Группы выходов процесса.  7. Задачи руководства в проекте моделирования бизнес-процессов.  8. История развития методологий моделирования бизнес-процессов.  9. Классификация видов анализа бизнес-процессов.  10. Классификация показателей процесса.  11. Классификация потребителей результатов бизнес-моделирования.  12. Классификация процессов по отношению к клиентам. Классификация процессов по отношению к получению добавленной стоимости.  13. Классификация процессов. Классификация процессов по уровню подробности рассмотрения.  14. Концепция «достигающего рабочего» Ф.У. Тейлора.  15. Концепция «достигающего руководителя» Ф.У. Тейлора.  16. Косвенная оценка удовлетворенности клиентов.  17. Международные стандарты финансовой отчетности.  18. Методика ABC-анализа стоимости.  19. Методики, используемые при декомпозиции процессов. Особенности работы по организации сбора информации.  20. Методики проведения интервью. Общие правила проведения интервью.  21. Недостатки методики определения целей проекта на основе существующих проблем.  22. Недостатки методологии полного описания бизнес-процессов.  23. Недостатки методологии ускоренного описания бизнес-процессов организации.  24. Необходимы условия для успешности проектов по реорганизации бизнес-процессов.  25. Общие требования к информации о ходе процесса.  26. Определение «методология описания бизнес-процессов». Компоненты методологии.  27. Определение «моделирование бизнес-процессов». Типы моделей бизнес-процессов.  28. Основной принцип бизнес-анализа. Подчинение процессов стратегии.  29. Основные идеи Ф.У. Тейлора — «Научный подход к управлению» (Scientific Management).  30. Особенности проверки адекватности детальных процессов. Типовые ошибки выполнения работ по детальному описанию бизнес-процессов.  31. Ошибки выполнения подготовительного этапа проекта.  32. Перечень работ по сбору информации в подразделениях.  33. Показатели времени выполнения и показатели стоимости.  34. Показатели продукта.  35. Показатели эффективности процесса.  36. Понятие «5М» и ее развитие.  37. Понятие «Business Process Management». Здание Business Process Management.  38. Понятие «владелец процесса». Как принять решение о назначение владельца процесса?  39. Понятие «процесс». Эволюция организации бизнеса.  40. Понятие «процессно-ориентированная организация». Модель «поставщик/потребитель».  41. Понятие «регламент процесса». Информация, содержащаяся в регламенте процесса. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| 42. Понятие «функционально-ориентированная организация». Особенности функционально- ориентированной организации.  43. Понятия и характеристика входов и ресурсов процесса.  44. Последовательность работ, выполняемых на подготовительном этапе проекта.  45. Потоки информации звеньев функциональной иерархии.  46. Правила разработки и согласования документации.  47. Правила утверждения и внедрения документации.  48. Правила формирования схем моделей бизнес-процессов верхнего уровня. Основные группы функций процессов верхнего уровня.  49. Представление информации о ходе процесса.  50. Принципы управления А. Файоля.  51. Причины неудач проектов. Дать характеристику проблеме некорректной постановки целей проекта.  52. Причины неудач проектов. Дать характеристику проблеме отсутствие команды управленцев верхнего уровня.  53. Проблемы характерные для функциональной структуры.  54. Процедура контроля соответствия готового продукта требованиям спецификации.  55. Роли участников рабочей группы по моделированию бизнес-процессов.  56. Состав работ по подготовке проекта.  57. Сравнение существующих методологий описания бизнес-процессов по полноте описания процессов, степени участия персонала организации в проекте и трудоемкости выполнения проекта.  58. Сравнение существующих методологий описания бизнес-процессов по субъективности описания процессов, степени риска неудачи проекта и возможности использования результатов проекта.  59. Степень детальности описания процесса.  60. Схема взаимосвязей методологий описания бизнес-процессов.  61. Схема процесса, управляемого владельцем.  62. Теория администрирования А. Файоля.  63. Технические показатели и показатели качества.  64. Типы несоответствий при проверке корректности моделей процессов. Структура отчета по моделированию бизнес-процессов.  65. Требования к качеству информации, используемой для принятия управленческих решений.  66. Требования к рецензентам моделей бизнес-процессов. Реакция рецензентов при проверке адекватности моделей.  67. Уровни развития проекта реинжиниринга бизнес-процессов.  68. Цели описания бизнес-процессов верхнего уровня.  69. Цели проектов по моделирования процессов организации  70. Цикл «автор-читатель».  71. Циклы Тейлора и Исикавы.  72. Циклы Шухарта-Деминга и Харри и Шредера.  73. Шаги методологии полного описания бизнес-процессов.  74. Шаги методологии ускоренного описания бизнес-процессов.  75. Этапы жизненного цикла управления процессами.  76. Этапы методики определения целей проекта на основе существующих проблем.  77. Этапы методики структуризации целей проекта.  78. Этапы методики формирования схем детального описания процессов. Типы несоответствий создаваемых детальных процессов между собой.  79. Этапы типового проекта реорганизации бизнес-процессов. Дать характеристику третьего и четвертого этапа.  80. Этапы типового проекта реорганизации бизнес-процессов. Дать характеристику первого и второго этапа. | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь основного оборудования** | |
| Компьютерный класс | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование, специализированная мебель. | |
| 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. |  | Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов:Доп. УМО вузов в кач. учеб. пособия для вузов. - М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. - 397 с. | | | |
| 2. |  | Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 192 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=76825 | | | |
| 3. |  | Худякова Е. В., Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Кушнарёва М. Н., Горбачев М. И. Моделирование бизнес-процессов на предприятиях АПК [Электронный ресурс]:учебник для во. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 172 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/143702 | | | |
| 4. |  | Кошкин Д. Е., Мороз Ю. В., Шемончук Д. С. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс]:практикум для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 38.03.04 и 38.03.05 (первая часть). - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1937.iso | | | |
| 5. |  | Есаулов М. Н., Есаулов Н. П., Калушин С. В., и др. Управление процессами:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2015. - 115 с. | | | |
| 6. |  | Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес- процессов:. - М.: РИА "Стандарты и качество", 2004. - 404 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 2. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Моделирование в среде Комсол мультифизикс** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **6 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 |  |
| 2 | | 6 | 216 | 16 | | | | 0 | | | 64 | 82 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель, Буряков А.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Моделирование в среде Комсол мультифизикс** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Моделирование в среде Комсол мультифизикс» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 6 з.е. (216 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-3** - Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3 : Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.1 : Определяет возможные варианты физических и математических моделей в области наноэлектроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные возможности пакета аналитических вычислений Comsol Multiphysics для решения задач связанных с моделированием физических процессов при исследовании элементов наноэлектроники. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - использовать современные средства автоматизации, применять теоретические знания на практике с использованием аналитических возможностей пакета Comsol, моделировать и решать различные задачи исследования операций с помощью пакетаComsol | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации, понятийным аппаратом и современными вычислительными методами исследования операций | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.2 : Использует программные средства проектирования и моделирования элементов электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - эффективные методы проектирования и моделирования параметров и характеристик приборов, схем и устройств микро- и наноэлектроники различного функционального назначения | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять на практике методы и инструменты автоматизированного проектирования и моделирования микро- и наносистем | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами и инструментами специализированных систем автоматизированного проектирования и моделирования микро- и наносистем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - эффективные методы проектирования и моделирования параметров и характеристик приборов, схем и устройств микро- и наноэлектроники различного функционального назначения | | | | | | |
| - основные возможности пакета аналитических вычислений Comsol Multiphysics для решения задач связанных с моделированием физических процессов при исследовании элементов наноэлектроники. | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять на практике методы и инструменты автоматизированного проектирования и моделирования микро- и наносистем | | | | | | |
| - использовать современные средства автоматизации, применять теоретические знания на практике с использованием аналитических возможностей пакета Comsol, моделировать и решать различные задачи исследования операций с помощью пакетаComsol | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами и инструментами специализированных систем автоматизированного проектирования и моделирования микро- и наносистем | | | | | | |
| - Современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации, понятийным аппаратом и современными вычислительными методами исследования операций | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Моделирование в среде Комсол мультифизикс** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **в** **компьютерное** **моделирование.** **(Лек).** Начало работы Comsol Multiphysics. Физические интерфейсы. Рабочее окно программы. Основные этапы работы. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Введение** **в** **COMSOL** **Multiphysics.** **(Лек).** Начало работы в COMSOL Multiphysics | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Моделирование** **процессов** **теплопереноса.** **(Лек).** Моделирование процессов теплопереноса. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Моделирование** **процессов** **теплопереноса** **вызванных** **резистивным** **(Джоулевым)** **нагревом.** **(Лек).** Моделирование процессов теплопереноса вызванных резистивным (Джоулевым) нагревом. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Моделирование** **деформаций.** **(Лек).** Моделирование деформаций. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Моделирование** **микроэлектромеханических** **систем** **(МЭМС).** **(Лек).** Моделирование микроэлектромеханических систем (МЭМС). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Моделирование** **нагрева** **твердого** **тела** **в** **результате** **воздействия** **лазерным** **излучением.** **(Лек).** Моделирование нагрева твердого тела в результате воздействия лазерным излучением. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Моделирование** **полупроводниковых** **устройств.** **(Лек).** Моделирование полупроводниковых устройств. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Введение в компьютерное моделирование, метод конечных элементов. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Введение в COMSOL Multiphysics, начало работы, физические интерфейсы и основные этапы работы. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Моделирование процессов теплопереноса (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Моделирование процессов теплопереноса (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Моделирование процессов теплопереноса вызванных резистивным (Джоулевым) нагревом (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Моделирование процессов теплопереноса вызванных резистивным (Джоулевым) нагревом (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Моделирование деформаций (часть 1) | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Моделирование деформаций (часть 2) | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Моделирование микроэлектромеханических систем (МЭМС)(часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10. Моделирование микроэлектромеханических систем (МЭМС)(часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.19** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 11. Моделирование нагрева твердого тела в результате воздействия лазерным излучением (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Моделирование нагрева твердого тела в результате воздействия лазерным излучением (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13. Моделирование распределения электромагнитного излучения в слоистых наноструктурах методом конечных элементов в Comsol Multiphysics. Сравнение результатов моделирование, полученных разными методами, оценка погрешности (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14. Моделирование распределения электромагнитного излучения в слоистых наноструктурах методом конечных элементов в Comsol Multiphysics. Сравнение результатов моделирование, полученных разными методами, оценка погрешности (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 15. Моделирование полевого транзистора со встроенным каналом в COMSOL Multiphysics (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16. Моделирование полевого транзистора со встроенным каналом в COMSOL Multiphysics (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.25** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 17. Моделирование полевого транзистора с индуцированным каналом в COMSOL Multiphysics. Фотопроводящие антенны. Темновой ток. Переходной фототок (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 18. Моделирование полевого транзистора с индуцированным каналом в COMSOL Multiphysics. Фотопроводящие антенны. Темновой ток. Переходной фототок (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.27** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 19. Моделирование оптоэлектронных полупроводниковых устройств в COMSOL Multiphysics. Моделирование p-i-n фотодиода (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.28** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 20. Моделирование оптоэлектронных полупроводниковых устройств в COMSOL Multiphysics. Моделирование p-i-n фотодиода (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.29** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 21. Моделирование биполярного транзистора в COMSOL Multiphysics (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 22. Моделирование биполярного транзистора в COMSOL Multiphysics (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.31** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 23. Моделирование нагрева в биполярном транзисторе в COMSOL Multiphysics (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.32** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 24. Моделирование нагрева в биполярном транзисторе в COMSOL Multiphysics (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 25. Примеры проектирования в среде COMSOL Multiphysics: создание новых элементов микро-и наноэлектроники (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.34** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 26. Примеры проектирования в среде COMSOL Multiphysics: создание новых элементов микро-и наноэлектроники (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.35** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 27. Основы проектирования в среде COMSOL Multiphysics: Моделирование деформаций (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.36** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 28. Основы проектирования в среде COMSOL Multiphysics: Моделирование деформаций (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.37** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 29. Примеры проектирования в среде COMSOL Multiphysics: Моделирование нагрева твердого тела в результате воздействия лазерным излучением (часть 1). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.38** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 30. Примеры проектирования в среде COMSOL Multiphysics: Моделирование нагрева твердого тела в результате воздействия лазерным излучением (часть 2). | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.39** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.40** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.41** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Оформление практических работ | | 2 | 10 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.42** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим работам | | 2 | 10 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.43** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Выполнение курсовой работы | | 2 | 62 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 16 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 2 | 33,65 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Моделирование в среде Комсол мультифизикс», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Особенности интерфейса (понятия ядра (kernel) и рабочей области (notebook) пакета.  Справочная система пакета.  Встраиваемые моду-ли (add-ons).  Основные блоки.  Создание нового проекта в изучаемых пакетах моделирования  Основы языка программирования.  Понятие объекта.  Виды объектов.  Список как форма внутреннего представления объектов. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория моделирования и проектирования элементов микросистемной техники | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» | |
| 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. | | | |
| 3. |  | Comsol Multiphysics. Сублицензионный договор №31705027784 от 12.05.2017 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Коваленко А. В., Узденова А. М., Уртенов М. Х., Никоненко В. В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 228 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167416 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 1. |  | Певцов Е. Ф. АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА [Электронный ресурс]:. - М.: МИРЭА, 2013. - 42 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/mr\_145.pdf | | |
| 2. |  | Певцов Е. Ф., Тарасов И. Е., Миннебаев В. М. Автоматизированное проектирование цифровых схем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1243.iso | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 3. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | |
| 4. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 5. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 6. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Низкоразмерные системы** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 1 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Морозов В.Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Низкоразмерные системы** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Низкоразмерные системы» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ОПК-1** - Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | | | | | |
| **ОПК-2** - Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1 : Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1.1 : Выявляет естественнонаучную сущность проблемы в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные физические модели низкоразмерных систем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять физические соображения к выбору модели реальной низкоразмерной системы | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками решения стандартных задач в области низкоразмерных систем | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2 : Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2.1 : Применяет современные методы исследования в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - особенности квантовых состояний носителей заряда в типичных низкоразмерных системах | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - оценивать значения параметров, определяющих электронные свойства наносистем | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - навыками анализа физических эффектов, используемых в современной электронике | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - особенности квантовых состояний носителей заряда в типичных низкоразмерных системах | | | | | | |
| - основные физические модели низкоразмерных систем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - оценивать значения параметров, определяющих электронные свойства наносистем | | | | | | |
| - применять физические соображения к выбору модели реальной низкоразмерной системы | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками анализа физических эффектов, используемых в современной электронике | | | | | | |
| - навыками решения стандартных задач в области низкоразмерных систем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Свойства низкоразмерных систем** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение.** **Квантовые** **размерные** **эффекты.** **(Лек).** Понятие размерных эффектов в кристаллах. Типы размерных эффектов.  Классические размерные эффекты.  Баллистический транспорт. Мезоскопические системы. Понятие квантовых размерных эффектов. Квантовые точки. Квантовые проволоки. Двумерный электронный газ | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Квантовые** **ямы** **в** **наноструктурах.** **Квантовые** **барьеры** **в** **наноструктурах** **(Лек).** Одномерные потенциальные ямы. Коэффициент прохождения квазичастиц над квантовой ямой. Виртуальные уровни энергии. Двумерные и трехмерные ямы в наноструктурах. Коэффициент прохождения квазичастицей потенциального барьера. Квантовое туннелирование. “Прозрачные” и “квазиклассические” потенциальные барьеры. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Энергетическая** **плотность** **электронных** **состояний** **в** **низкоразмерных** **структурах** **(Лек).** Энергетическая плотность состояний в  одномерном и двумерном электронном газе. Энергия Ферми в низкоразмерных электронных газах. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Квантовые** **резисторы** **и** **квантовые** **контакты** **(Лек).** Проводимость квантового резистора. Проводимость квантового точечного контакта. Последовательное соединение квантовых резисторов. Резонансное туннелирование. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Контактные** **явления** **в** **кристаллических** **структурах** **(Лек).** Контакты: металл-металл, металл-полупроводник, металл-диэлектрик-полупроводник. Понятие инверсионного слоя. МОП-полевой транзистор. Образование вырожденного двумерного электронного газа в сильном поле. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Квантовый** **эффект** **Холла** **(Лек).** Целочисленный квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Дробный квантовый эффект Холла. | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Электронные** **состояния** **в** **нанокластерах** **(Лек).** Основные типы нанокластеров. Термодинамика нанокластеров. Электронные состояния в металлических и полупроводниковых нанокластерах. Оболочечная модель металлических нанокластеров. | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Перенос** **заряда** **в** **квантовых** **точках** **(Лек).** Типы квантовых точек. Электронные состояния в квантовых точках. Одноэлектронный транспорт через квантовые точки. Кулоновская блокада туннелирования. | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Условия появления классических и квантовых размерных эффектов в кристаллах. Устный опрос. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2.Определение эффективной размерности реальных наноструктур | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3.Волновые функции электронов в низкоразмерных структурах. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Локализованные состояния электронов в квантовых ямах. Устный опрос. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Решение задач по теме “Квантовые барьеры в наноструктурах” | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Качественный анализ квантовых состояний электронов в низкоразмерных структурах с ямами и барьерами | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7.Решение задач по теме “Плотность состояний в низкоразмерном электронном газе”. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Вычисление энергии Ферми в низкоразмерном электронном газе. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Качественный анализ искривления энергетических зон в полупроводниковых структурах | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10.Построение качественной картины энергетических зон в области контакта. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.19** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 11.Схема энергетических зон в двойных гетероструктурах | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в магнитном поле. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13.Калибровочные преобразования магнитного поля и волновых функций электронов | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14.Волновая функция электрона в слабом магнитном поле. Параллельное соединение квантовых резисторов. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 15.Свойства тензоров проводимости и сопротивлений двумерного электронного газа. Устный опрос. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16.Вычисление тензоров проводимости и сопротивлений с помощью кинетического уравнения | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.25** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 17.Электронные состояния в нанокластерах. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 18. Классический и квантовый режимы кулоновской блокады в квантовых точках | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.27** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.28** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.29** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.30** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.31** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.32** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.33** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 40 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **1.34** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Приобретение навыков решения задач по темам лекций | | 1 | 40 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 1 | 33,65 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  |  |  |  |  | . |
| **2.2** | | | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 1 | 2,35 | ОПК-1.1, ОПК -2.1 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Низкоразмерные системы», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Что такое ``классические размерные эффекты’’? Как они проявляются в электронике?  2.Что такое ``квантовые размерные эффекты’’? Как они проявляются в электронике?  3.Дать определения моделей наноструктур: нанокластера, квантовой точки, квантовой проволоки, двумерного электронного (дырочного) газа.  4.Записать общие выражения для волновой функции стационарного состояния электрона (дырки) в одномерной и двумерной наноструктурах (в приближении эффективной массы).  5.Что такое ``энергетические подзоны’’ в низкоразмерных структурах?  6.Описать схему численного расчета энергетического спектра квазичастицы (электрона или дырки) в одномерной прямоугольной потенциальной яме.  7. Описать схему вывода выражения для коэффициента прохождения квазичастицы над одномерной прямоугольной потенциальной ямой.  Примерные темы устных сообщений на практических занятиях:  1.Локализованные квантовые состояния квазичастиц в несимметричных потенциальных ямах.  2.Прохождение квазичастиц над несимметричной потенциальной ямой.  3.Энергетическая плотность электронных (дырочных) состояний в одномерной структуре с несколькими подзонами.  4.Энергетическая плотность электронных (дырочных) состояний в двумерной структуре с несколькими подзонами.  5.Эффект резонансного туннелирования в наноэлектронике.  6.Поведение электрического потенциала в области резкого гетероперехода.  7.Гетеролазеры. | | | | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | | **Перечнь основного оборудования** | | | | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | | | | |
| 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. | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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. |  | Морозов В. Г. Термодинамика и статистическая физика:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2018. - 244 с. | | |
| 2. |  | Морозов В. Г. Физика низкоразмерных структур [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/31012020/2254.iso | | |
| 3. |  | Щука А. А., Сигов А. С. Наноэлектроника [Электронный ресурс]:Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 297 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/470007 | | |
| 4. |  | Ефремов Ю. С. Статистическая физика и термодинамика [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 209 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472899 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спирин Г. Г. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества [Электронный ресурс]:Учебник для бакалавров. - Москва: Юрайт, 2019. - 369 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/425491 | | |
| 2. |  | Борисенко В. Е., Воробьева А. И., Данилюк А. Л., Уткина Е. А. Наноэлектроника: теория и практика:Учебник для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 366 с. | | |
| 3. |  | Гавриленко В. Г., Петров Е. Ю. Сборник задач по курсу “Термодинамика и статистическая физика” [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. - 10 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/144963 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 3. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 4. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 5. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 6. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 7. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 10. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 11. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 12. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 13. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Оптические материалы и оптические операции для информационных технологий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 2 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Гладышев И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Оптические материалы и оптические операции для информационных технологий** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Оптические материалы и оптические операции для информационных технологий» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-1** - Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров | | | | | |
| **ПК-2** - Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1 : Способен применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, физических, физико-химических свойствах, назначении наноматериалов и наноструктур, и методах измерения их параметров** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-1.2 : Анализирует технологическую проблему при заданных нормах технологического производства, выделяя её базовые составляющие и осуществляет поиск достоверной информации для её решения по различным типам запросов** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные понятия, определения и законы различных разделов оптики | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - оценивать пределы применимости результатов, полученных различными методами | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методиками экспериментального исследования свойств оптических материалов | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2 : Способен участвовать в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.1 : Участвует в разработке и внедрении современных технологических процессов, освоении нового оборудования, технологической оснастки, необходимых режимов производства изделий микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - строение и основные свойства оптических материалов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - проводить работу в области исследования оптических материалов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методиками исследования свойств оптических материалов | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные технологии изготовления волоконных световодов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Проводить измерения оптических, фотометрических и электрических величин | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - типовыми методиками выполнения оптических измерений различных величин и характеристик | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные технологии изготовления волоконных световодов | | | | | | |
| - строение и основные свойства оптических материалов | | | | | | |
| - основные понятия, определения и законы различных разделов оптики | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Проводить измерения оптических, фотометрических и электрических величин | | | | | | |
| - проводить работу в области исследования оптических материалов | | | | | | |
| - оценивать пределы применимости результатов, полученных различными методами | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - типовыми методиками выполнения оптических измерений различных величин и характеристик | | | | | | |
| - методиками исследования свойств оптических материалов | | | | | | |
| - методиками экспериментального исследования свойств оптических материалов | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Оптические материалы и оптические операции** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение.** **Механизмы** **формирования** **оптических** **свойств** **конденсированных** **сред** **(Лек).** Предмет, цели и задачи курса. Оптические материалы: понятия, разновидности. Роль оптических материалов в оптоинформатике. Основы физики оптических явлений в твердых телах. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Эксплуатационные** **свойства** **оптических** **стекол.** **(Лек).** Структура стекла и основы механизма проводимости.  Основное статистическое уравнение проводимости  стекол. Принцип формирования профиля показателя  преломления в элементах градиентной оптики.  Особенности ионообменных процессов между  стеклами и расплавами солей, между стеклами и  водными растворам электролитов. Химическая  устойчивость стекол. Влияние компонентов стекла на химическую устойчивость. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Волноводы:** **Планарные,** **Цилиндрические.** **Потери** **в** **оптических** **волокнах.** **Дисперсия** **в** **оптических** **волокнах.** **(Лек).** Волноводные моды. Эффективный показатель преломления. Модовые скорости. Схема мод.Распределение поля в моде. Дисперсия.Угол захвата и числовая апертура. Моды цилиндрического волновода. Число мод. Структурамод. Одномодовые волокна. Схема мод. Гауссова мода. Потери на поглощение. Градиентные волокна. Межмодовая дисперсия. Материальная дисперсия. Волноводная дисперсия. Дисперсия поляризационных мод. Суммарная дисперсия. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Нелинейнооптические** **эффекты** **в** **волоконных** **световодах.** **Волоконнооптические** **датчики.** **(Лек).** Поляризация диэлектрика в электрическом поле. Среды с квадратичной и кубичной оптической нелинейностью. Уравнение нелинейных волн. Оптические солитоны. Вынужденное комбинационное рассеяние. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Взаимодействие** **оптического** **излучения** **с** **твердыми** **телами.** **(Лек).** Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с веществом. Типы механизмов поглощения излучения. Физические явления при различных типах поглощения излучения: собственное и примесное поглощение в полупроводниках, прямые и непрямые переходы, поглощение свободными носителями, решёточное поглощение. Внутризонные переходы. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Фотоэлектрические** **явления** **в** **полупроводниках** **и** **полупроводниковых** **приборах.** **(Лек).** Основные параметры, характеризующие изменение состояние вещества при поглощении излучения: времена релаксации концентраций неравновесных носителей заряда, квантовый выход внутреннего фотоэффекта. Кинетика концентраций неравновесных носителей заряда. Собственная и примесная фотопроводимость полупроводников, прямые и непрямые переходы, время релаксации фотопроводимости, коэффициент усиления фотопроводимости. | | 2 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Оптические** **информационные** **технологии.** **(Лек).** Теория систем и преобразований в оптике. Голографические запоминающие устройства и оптическая память. Оптическая обработка информации. Интегральные преобразования и их компьютерная (БПФ) и оптическая линзовая реализации. Цифровая голография. Компьютерная оптика. Гибридные оптико-компьютерные системы обработки и передачи информации и их применение в радиолокации, аэрокосмическом зондировании наземных объектов, ядерной физике, биологии и др. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Оптические** **компьютеры** **(Лек).** Процессоры для улучшения качества изображений, распознавания и обработки данных. Мезооптика и сверхразрешение. Оптические системы с обратной связью. Адаптивная оптика. Мультистабильные оптические элементы. Оптические нейроподобные системы обработки информации. Фундаментальные физические пределы миниатюризации компьютерных систем. Квантовые компьютеры и нанотехнологии. Чисто оптические и гибридные компьютерные системы обработки изображений и многомерных массивов данных. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Основные термины и понятия оптического материаловедения. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Классификация оптических стекол. Методы формирования профиля показателя преломления в элементах градиентной оптики. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Одномодовые и многомодовые волоконные световоды. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Активные диэлектрики. Генерация второй оптической гармоники. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках. Барьерная фотоЭДС. Другие виды фотоЭДС, их недостатки и преимущества. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Фотоэффекты в полупроводниках. Генерация оптического излучения твердыми телами. Принцип работы лазера на p-n переходе. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Голография. Методы цифровой голографии. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Адаптивная оптика. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Преимущества оптических технологий. Первые оптические компьютеры. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК-2.1 | |
| **1.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.19** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.25** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по Лекциям | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.26** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.27** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.28** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.29** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.30** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.31** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.32** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу. | | 2 | 2 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.33** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание рефератов | | 2 | 40 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **1.34** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Повторение лекционных и практических материалов | | 2 | 40 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-1.2, ПК- 2.1, ПК-2.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Оптические материалы и оптические операции для информационных технологий», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Разновидности оптических материалов. Классификация свойств оптических материалов.  2.Комплексный характер оптических постоянных – диэлектрической проницаемости и  показателя преломления. Физическая природа оптических постоянных.  3.Количественные характеристики прохождения монохроматического луча через  пластину из оптического материала. Закон Ламберта-Бугера. Закон Бера.  4.Виды и механизмы поглощения в различных спектральных диапазонах.  5.Основные оптические характеристики стекол в диапазоне их прозрачности. Нормальная и аномальная дисперсии.  6.Рефракция: удельная рефракция, молярная рефракция, формула Коши.  7.Основные оптические характеристики, используемые в фотонике: главный показатель преломления, средняя дисперсия, число Аббе, частная дисперсия.  8.Методы получения поляризованного излучения.  9.Материалы для оптических деталей поляризационных приборов.  10.Искусственная анизотропия.  11.Вращение плоскости поляризации.  12.Интерференция поляризованных лучей.  13.Устройства для анализа поляризованного излучения.  14.Поляризационная аппаратура.  15.Фотоэлектрические измерительные микроскопы.  16.Фотоэлектрические автоколлиматоры.  17.Растровые измерительные приборы.  18.Устройство сканирующих микроскопов.  19.Принципы устройства колориметрических приборов.  20.Содержание ГОСТ по колориметрическим измерниям.  21.Дисперсионное уравнение планарного волновода.  22.Материалы интегральной оптики.  23.Связанные оптические волноводы.  24.Распространение световых волн в периодических структурах  25.Понятие нелинейно – оптической среды и величина интенсивности светового поля,  необходимая для проявления нелинейно - оптических свойств среды.  26.Выражение для диэлектрической проницаемости среды с квадратичной  нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.  27.Понятие времени жизни неравновесных носителей заряда, скорость генерации, скорость рекомбинации носителей заряда. Механизмы фотопроводимости.  28.Фотопроводимость полупроводника. Собственная и примесная фотопроводимости.  29.Кинетика концентраций носителей заряда при освещении. Определение параметров полупроводника по кинетической кривой фотопроводимости. | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. |  | Гужов В. И., Ильиных С. П. Оптические измерения. Компьютерная интерферометрия [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 258 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472112 | | | |
| 2. |  | Патрушева Т. Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и наноэлектроники:Учебное особие для вузов. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 260 с. | | | |
| 3. |  | Сарина М. П., Холявко В. Н. Волновая и квантовая оптика [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2019. - 124 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/152332 | | | |
| 4. |  | Кирилловский В. К. Современные оптические исследования и измерения [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 304 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167816 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Листвин А. В., Листвин В. Н., Швырков Д. В. Оптические волокна для линий связи:. - М.: ЛЕСАРарт, 2003. - 288 с. | | | |
| 2. |  | Фриман Р. Л. Волоконно-оптические системы связи:Пер. с англ.. - М.: Техносфера, 2007. - 511 с. | | | |
| 3. |  | Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника:Пер. с фр.. - М.: Техносфера, 2004. - 589 с. | | | |
| 4. |  | Коровченко, Усков, Потапов Оптоэлектроника [Электронный ресурс]:. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. - 32 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/437114 | | | |
| 5. |  | Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы:. - СПб.: Питер, 2011. - 943 с. | | | |
| 6. |  | Холево А. С. Введение в квантовую теорию информации [Электронный ресурс]:. - , 2002. - 126 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/mm\_09018.djvu | | | |
| 7. |  | Шредер Г., Трейбер Х. Техническая оптика:Пер. с нем.. - М.: Техносфера, 2006. - 424 с. | | | |
| 8. |  | Андреев А. Н., Гаврилов Е. В., Ишанин Г. Г., и др. Оптические измерения:Учеб. пособие для вузов. - М.: Логос, 2008. - 415 с. | | | |
| 9. |  | Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н.,Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты:. - М.: Академия: ПрофОбрИздат, 2002. - 464 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 4. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 5. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 7. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 8. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 9. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | |
| 10. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 14. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 15. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 16. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 17. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 18. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 19. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Организация исследований** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 1 | | 3 | 108 | 16 | | | | 0 | | | 0 | 74 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Мишина Е.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Организация исследований** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Организация исследований» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | 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-2** - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | | | | | |
| **ОПК-2** - Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2 : Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2.1 : Формирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию проектного управления** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - современные источники научной информации, в частности российские и международные базы данных научных журналов и патентных источников; способы поиска и анализа источников, обосновывающих методы и подходы решения задачи, ее новизну, актуальность и значимость. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - на основе выбранных источников ставить проектную задачу, обосновывать ее новизну и значимость, выбирать адекватные методы и подходы решения задачи, анализировать задачу, выделяя этапы её решения. | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - способами решения поставленных задач посредством проектного управления | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2.2 : Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы и план реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - способы формулировки целей, задач, проблем, рисков и значимости проектов, этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами. | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| **Уметь:** | | |
| - разрабатывать проект с учетом анализа рисков его реализации, определять целевые этапы, основные направления и ожидаемые результаты работ; организовывать контроль реализации проекта учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками разработки и управления проектами, навыками контроля выполнения плана работ и достижения ожидаемых результатов; навыками корректировки плана и обоснования корректировки в случае отклонений хода реализации проекта; навыками создания заявок на участие в конкурсах, навыками оформления и представления отчетной документации по проекту | | |
|  |  |  |
| **ОПК-2 : Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы** | | |
|  |  |  |
| **ОПК-2.1 : Применяет современные методы исследования в области электроники** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - способы проведения сравнительного анализа методов исследования по заданному направлению в области электроники на основе различных источников | | |
| **Уметь:** | | |
| - проводить сравнительный анализ методов исследования по заданному направлению в области электроники на основе различных источников; выбор адекватного метода исследования на основе проведенного анализа по источникам, а также анализа доступных ресурсов и инфраструктуры | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками выбора адекватного метода исследования по заданному направлению в области электроники на основе проведенного анализа по источникам, а также анализа доступных ресурсов и инфраструктуры | | |
|  |  |  |
| **ОПК-2.2 : Умеет представлять результаты работы** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - современные методы исследования материалов и изделий электроники и наноэлектроники и способы представления результатов исследований по данному направлению | | |
| **Уметь:** | | |
| - представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками организации и проведения исследований научными коллективами различного уровня, представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы | | |
|  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - способы формулировки целей, задач, проблем, рисков и значимости проектов, этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами. | | |
| - современные методы исследования материалов и изделий электроники и наноэлектроники и способы представления результатов исследований по данному направлению | | |
| - способы проведения сравнительного анализа методов исследования по заданному направлению в области электроники на основе различных источников | | |
| - современные источники научной информации, в частности российские и международные базы данных научных журналов и патентных источников; способы поиска и анализа источников, обосновывающих методы и подходы решения задачи, ее новизну, актуальность и значимость. | | |
| **Уметь:** | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - проводить сравнительный анализ методов исследования по заданному направлению в области электроники на основе различных источников; выбор адекватного метода исследования на основе проведенного анализа по источникам, а также анализа доступных ресурсов и инфраструктуры | | | | | | |
| - разрабатывать проект с учетом анализа рисков его реализации, определять целевые этапы, основные направления и ожидаемые результаты работ; организовывать контроль реализации проекта учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | | | | | |
| - представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы | | | | | | |
| - на основе выбранных источников ставить проектную задачу, обосновывать ее новизну и значимость, выбирать адекватные методы и подходы решения задачи, анализировать задачу, выделяя этапы её решения. | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками организации и проведения исследований научными коллективами различного уровня, представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы | | | | | | |
| - способами решения поставленных задач посредством проектного управления | | | | | | |
| - навыками разработки и управления проектами, навыками контроля выполнения плана работ и достижения ожидаемых результатов; навыками корректировки плана и обоснования корректировки в случае отклонений хода реализации проекта; навыками создания заявок на участие в конкурсах, навыками оформления и представления отчетной документации по проекту | | | | | | |
| - навыками выбора адекватного метода исследования по заданному направлению в области электроники на основе проведенного анализа по источникам, а также анализа доступных ресурсов и инфраструктуры | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Организация исследований в электронике** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Общие** **вопросы** **методологии** **и** **организации** **научных** **исследований.** **(Лек).** Наука как вид человеческой деятельности. Классификация наук. Понятие о методе исследования.Общенаучные методы и методы частных наук. Классификация научных исследований (теоретические и экспериментальные исследования; фундаментальные и прикладные исследования). Виды исследовательской деятельности (НИР, НИОКР).  Стандарты научной деятельности. Воспроизводимость. Историческая эволюция стандартов научного экспериментирования. Методология научного исследования. | | 1 | 2 | ОПК-2.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Контрольные вопросы по ЛК1 | | 1 | 4 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.3** | **Лекция** **2.** **Организационная** **структура** **органов** **управления** **наукой** **и** **научно-исследовательских** **организаций.** **Функции** **различных** **подразделений.** **(Лек).** Министерство науки высшего образования РФ. Департаменты министерства. Российская академия наук. Высшая аттестационная комиссия (ВАК) и порядок присуждения ученых степеней. Наука в научных институтах и вузах. Дирекция учреждения по науке. Научно –исследовательские части (НИЧ). Институт, отдел, лаборатория. Учреждения МЕГА-science. Программы академического обмена. Международное сотрудничество в науке. Необходимость международной научной дискуссии. | | 1 | 2 | УК-2.2 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Контрольные вопросы по ЛК2 | | 1 | 4 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **3.** **Источники,** **определяющие** **направления** **развития** **науки.** **(Лек).** Программа «Наука». Закон о науке. Указы президента. Дорожные карты. | | 1 | 2 | УК-2.1 | |
| **1.6** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 4 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **4.** **Финансирование** **науки** **(Лек).** Финансирование науки: программы, гранты. Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). Российский научный фонд (РНФ). Постановление р.220 – Мегагранты. Федерально-целевые программы. Фонд Перспективных исследований. Фонд содействия инновациям. Особенности конкурсов различных фондов. | | 1 | 2 | УК-2.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.9** | **Лекция** **5.** **Информационная** **основа** **научного** **исследования.** **Алгоритм** **научного** **исследования** **(Лек).** Информационная основа научного исследования. РИНЦ. Скопус. Сети науки. Алгоритм научного исследования. Актуальность исследования. Постановка целей и задач исследования. Формирование плана исследования и разбиение на этапы. Проведение исследований как часть алгоритма. Выявление особенностей исследуемых эффектов. Обработка результатов исследований. Обсуждение результатов. Пересмотр и корректировка плана исследований. Формулирование выводов. Перспективы практического применения результатов. Формирование технического задания на выполнение ОКР (НИОКР). | | 1 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.10** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Изучение конкурсной документации одного из научных фондов РФ. Подготовка научного проекта в соотвествии с конкурсной документацией. | | 1 | 20 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.11** | **Лекция** **6.** **Основы** **проектного** **менеджмента** **(Лек).** Определение проекта. Роль руководителя проекта. Принципы проектного менеджмента и основные термины, используемые в проектном менеджменте. Стадии проекта. Формирование коллектива исполнителей, распределение обязательств. Организационная структура. Взаимодействие с руководством организации и администрацией. Системы учета и контроля. Соисполнители проекта. Сравнительный анализ затрат и результатов проекта. Особенности научно-технических результатов. Определение объемов и сроков выполнения проекта. Условия и ограничения выполнения проекта. Индикаторы выполнения проекта. Виды ресурсов. Планирование бюджета. Классификация расходов на проект. Учет финансовых расходов. Финансовая отчетность. | | 1 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 4 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.13** | **Лекция** **7.** **Публикация** **и** **патентование.** **Правовая** **защита** **результатов** **исследований.** **(Лек).** Публикация статьи в научном журнале. Принципы выбора журнала для публикации:. Обнародование результатов исследований на конференциях. Основы законодательства в части патентования. Патентный поиск. Какие результаты не могут быть запатентованы (особенности патентования в России и за рубежом). Составление заявки. Взаимодействие с патентными организациями. Информационные базы патентов. Алгоритм публикации результатов исследований. Международные системы цитирования и методы работы с ними. | | 1 | 2 | УК-2.1, ОПК- 2.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.15** | **Лекция** **8.** **Организация** **исследований** **на** **предприятиях.** **Подготовка** **магистерской** **диссертации** **(Лек).** Организация исследований на предприятиях: на примере конкретных предприятий РФ. Требования к оформлению магистерской диссертации. Тематика и содержание разделов. Ссылки и цитирование. Взаимодействие с научным руководителем. б к защите, взаимодействие с рецензентом. Процедура предзащиты – зачем она нужна, к чему готовиться, подводные камни. Защита и действия после нее. | | 1 | 2 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  |  |  |  |  | . |
| **1.16** | | | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Перекрестное рецензирование проектов, подготовленных коллегами | | | 1 | 20 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **1.17** | | | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям | | | 1 | 12 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | | | | |
| **2.1** | | | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | | 1 | 17,75 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
| **2.2** | | | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 1 | 0,25 | УК-2.1, УК- 2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Организация исследований», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Порядок присвоения научных степеней и званий в России и за рубежом.  2.Назовите различие и сходство организации фундаментальных и прикладных исследований.  3.Перечислите виды исследовательской деятельности.  4.Перечислите права и обязанности руководителя и исполнителей проекта.  5.Назовите основные стадии реализации проекта | | | | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | | **Перечнь 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. |  | Шерстюк Н. Э., Гладышев И. В., Кузнецов В. В. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) [Электронный ресурс]:. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/11062021/2714.iso | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Пузыня К. Ф., Казанцев А. К., Барютин Л. С. Организация и планирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок:Учеб. пособие для инж. -экон. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1989. - 222 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 3. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 4. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 5. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 6. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 7. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 8. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 9. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 10. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 11. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 12. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 13. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 14. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 15. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 16. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 17. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 18. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 19. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Системы автоматизированного проектирования** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **6 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 |  |
| 2 | | 6 | 216 | 16 | | | | 0 | | | 64 | 82 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. техн. наук, доцент, Певцов Е.Ф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Системы автоматизированного проектирования** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 6 з.е. (216 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-3** - Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3 : Способен определять возможные варианты физической реализации, физические и математические модели микро- и наносистем и использовать программные средства их проектирования и моделирования** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.1 : Определяет возможные варианты физических и математических моделей в области наноэлектроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основы построения СБИС на основе КМОП-схем и современные системы автоматизированного проектирования и моделирования устройств электронной компонентной базы | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять на практике знания принципов построения элементов интегральных схем, физические и математические модели элементов электронной компонентной базы и инструменты систем автоматизированного проектирования и моделирования для разработки устройств электронной компонентной базы | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методами проектирования и моделирования устройств электронной компонентной базы на основе современных специализированных программных пакетов автоматизированного проектирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.2 : Использует программные средства проектирования и моделирования элементов электроники** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **Знать:** | | | | | | |
| - методы и средства автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять на практике методы и средства автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - инструментами и методами автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - методы и средства автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
| - основы построения СБИС на основе КМОП-схем и современные системы автоматизированного проектирования и моделирования устройств электронной компонентной базы | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять на практике методы и средства автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
| - применять на практике знания принципов построения элементов интегральных схем, физические и математические модели элементов электронной компонентной базы и инструменты систем автоматизированного проектирования и моделирования для разработки устройств электронной компонентной базы | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - инструментами и методами автоматизации технических экспериментов и проектирования электронных устройств и систем | | | | | | |
| - методами проектирования и моделирования устройств электронной компонентной базы на основе современных специализированных программных пакетов автоматизированного проектирования | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Методы и инструменты проектирования приборов твердотельной электроники и интегральных схем.** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **МОП** **транзисторы.** **Инвертор** **(Лек).** МОП транзисторы. Инвертор | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.2** | **Лекция** **2.** **Комбинационные** **логические** **схемы.** **(Лек).** Уровни реализации комбинационных логических схем и параметры, подлежащие оптимизации. Достоинства и недостатки КМОП. Типовые комбинационные схемы. Драйверы. Пример. Типовые комбинационные схемы. Шифраторы. Пример. Типовые комбинационные схемы. Дешифраторы. Пример. Типовые комбинационные схемы. Мультиплексор-демультиплексор. Типовые комбинационные схемы. Полусумматор и полный сумматор из двух полусумматров. Типовые комбинационные схемы. Комбинационный одноразрядный сумматор. Типовые комбинационные схемы. Комплементарные проходные логические схемы. Типовые комбинационные схемы. Одноразрядный сумматор на комплементарных ключах. Динамические логические схемы. Принцип работы. Динамические логические схемы. Их преимущества. Схема типа «домино». Реализация «третьего» состояния (Z-состояние). Выход с тремя состояниями. Конечные автоматы: последовательностные синхронные схемы. Триггеры как простейшие конечные автоматы. Триггеры на комбинационных вентилях. Динамические защелки. Полупроводниковая память. Классификация полупроводниковых ЗУ. Статические и динамические ЗУ. Характеристики разных типов памяти. Архитектура ЗУ с произвольной выборкой. ПЗУ NAND и NOR. Программируемые вентильные матрицы. Многократно репрограммируемые ЗУ. Статические оперативные ЗУ. Элементы динамических оперативных ЗУ. Основные параметры схем памяти. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.3** | **Лекция** **3.** **Последовательностные** **логические** **схемы** **(Лек).** Последовательностные синхронные схемы как конечные автоматы. R-S триггеры. Схемы на вентилях и таблицы истинности. Синхронный R-S триггер. Временная диаграмма. D-триггер. Временная диаграмма. Простейшие конечные автоматы: схемы с двумя внутренними состояниями, триггеры. JK триггер. Таблицы истинности. T и D триггеры, построенные на базе JK триггера. Временные параметры триггеров. Состязания в триггерах. КМОП псевдостатическая защелка. Схема синхронизации фронтом D-триггера. Синхронизация фронтом JK триггера. MS триггер. Основные схемы триггеров на комбинационных вентилях. Тактируемый RS триггер на КМОП. Принцип работы. Тактируемые КМОП цифровые схемы (ТК МОП). Триггеры, нечувствительные к перекрытиям тактовых импульсов. Принцип работы. Схемы MS D-триггера. MS D-триггер с установкой начального состояния. Схема формирования неперекрытых импульсов. Двухфазный динамический триггер. Принцип работы. Динамическая защелка на проходных элементах. Принцип работы. Схемы динамических защелок на вентилях. Принцип работы. Передаточные вентили в динамических схемах. Динамические схемы с предварительной зарядкой (PE). Проблемы в каскадных схемах PE. Логика «Domino». Тактируемый NP сумматор на КМОП. Принцип работы. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.** **Введение** **в** **методологию** **проектирования** **ИС** **(Лек).** Общие понятия о содержании пакетов САПР: CAD, CAE, CALS, САМ, EDA. Основные этапы создания ИС. Определение термина техническое задание на проект СБИС. Цели и задачи процесса проектирования. Что представляет собой законченный проект? Основные технические характеристики ИС современного микропроцессора. Обоснование необходимости автоматизации проектирования ИС. Уровни абстракции при проектировании ИС. Диаграмма Гайского-Кана. История. Этапы создания ИС. Уровни проектирования. Цикл проектирования СБИС. Возможные стратегии организации процесса проектирования СБИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.5** | **Лекция** **5.** **Проектирование** **топологии** **СБИС** **(Лек).** Основные маски, которые требуются для изготовления инвертора в кремниевой пластине p-типа. Основные технологические операции, которые требуются для изготовления инвертора в кремниевой пластине p-типа. Основные элементы топологии КМОП. Главные геометрические параметры интегрального МОП-транзистора Интегральный резистор. Расчет электрического сопротивления. Интегральный конденсатор. Расчет электрической емкости. Характеристические параметры технологии ИС. Области топологии, определяемые пользователем. Принципы компоновки объектов на микросхеме. Алгоритм для автоматизированного размещения блоков. Назначение ячеек ввода-вывода. Организация питания на кристалле. Этапы синтеза топологии. Вентильный список цепей. Этапы размещения объектов на кристалле. Стратегии размещения. Encounter Digital Implementation System фирмы Cadence Основные инструменты Cadence для автоматизированного проектирования ИС. Их назначение. Правила DRC. Нормы проектирования и правила Мида-Конвей. Типичные ошибки топологии. Терминология для обозначения элементов топологии. Маски для субмикронных топологий. Этапы проверки топологии. Эффект антенны и его устранение. Стоимость изготовления современных СБИС и ее составляющие. Структура издержек производства микросхем различных поколений Проблемы уменьшения размеров: литография и маски Современные методы литографии и области их применения. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.6** | **Лекция** **6.** **Особенности** **проектирования** **и** **моделирования** **СВЧ** **устройств** **(Лек).** СВЧ диапазоны электромагнитного излучения. Основные сведения из теории СВЧ устройств. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла . Длинные линии. Телеграфные уравнения и параметры линии передачи. Стоячие волны. Согласованная нагрузка. Нагрузка холостого хода и корткого замыкания. Рассогласованная нагрузка. Коэффициент отражения. Диаграмма Вольперта-Смита. Обоснование построения диаграммы Вольперта-Смита. Примеры применения диаграммы Вольперта-Смита. S-параметры. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.7** | **Лекция** **7.** **Обзор** **современных** **систем,** **применяющихся** **для** **проектирования** **и** **моделирования** **электронной** **компонентной** **базы** **(Лек).** Введение: консорциум Europractice. САПР для моделирования новых материалов и приборов: COMSOL Multiphysics, ANSYS, TCAD Sentaurus, Silvaco, CoventorWare. САПР для проектирования интегральных схем, систем на кристалле и систем в корпусе: XILINX, INTEL (Altera), Cadence Design Systems, Synopsys, Siemens (Mentor Graphics). САПР для проектирования печатных плат. Общие сведения об СВЧ устройствах, методах анализа и расчета их параметров. САПР для проектирования и моделирования СВЧ устройств. Моделирование и проектирование электронных устройств и систем на основе ЭКБ. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.** **Проблемы** **масштабирования** **при** **проектировании** **СБИС** **(Лек).** Основные параметры МОП транзистора, влияющие на его характеристики. Основные производители полупроводниковых ИС в стране. Основные положения Стратегии развития электронной промышленности России до 2030 г. Расчет выхода годных. Характеристические параметры технологии ИС. Технологические операции, которые дополнительно применяются при уменьшении размеров транзисторов. Ограничения дальнейшей миниатюризации транзисторов по базовой КМОП технологии. Основные проблемы микроминиатюризации МОП-транзисторов. Формирование плавного p-n перехода в 0,18 мкм n-канальном MOSFET. Способы увеличения производительности транзистора. Какие параметры влияют на пороговое напряжение, и каким образом? Проблемы при уменьшении размеров межсоединений. Перспективные технологии КМОП СБИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 1. МОП транзисторы. КМОП инвертор. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 2. Комбинационные логические схемы. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 3. Последовательностные логические схемы. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 4. Введение в методологию проектирования ИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 5. Проектирование топологии СБИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 6. Моделирование электронных схем. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** ПР 7. Проверочная работа | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.16** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 8. Проблемы масштабирования при проектировании СБИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Применение метода комплексных амплитуд для расчета схем. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10. Длинные линии и методы определения их параметров. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.19** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 11. Диаграммы Вольперта-Смита. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Системы параметров двух- и четырехполюсников S-параметры СВЧ устройств и методы их определения. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13. Инструменты САПР для моделирования СВЧ-устройств. Расчет схем с пассивными компонентами. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14. Моделирование СВЧ-устройств. Моделирование схем фильтров. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 15. Моделирование и расчет схем СВЧ по данным библиотек производителей ЭКБ. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16. Моделирование частотных зависимостей параметров фильтра как четырехполюсника. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.25** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 17. Моделирование частотных зависимостей параметров фильтра как четырехполюсника. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 18. Подстройка и оптимизация параметров с помощью системы ADS. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.27** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 19. Подстройка и оптимизация параметров с помощью системы ADS. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.28** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 20. Моделирование и расчет схем СВЧ усилителей. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.29** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 21. Моделирование и расчет схем СВЧ усилителей. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 22. Реализация проектных процедур типового маршрут проектирования топологии на основе применения инструментов САПР Cadence Design Systems и на примере микропроцессора с архитектурой MIPS (Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages). Маршрут проектирования. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.31** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 23. Микропроцессор MIPS. Анализ микроархитектуры. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.32** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 24. Микропроцессор MIPS. Анализ микроархитектуры. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 25. Микропроцессор MIPS. Поведенческое описание. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.34** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 26. Микропроцессор MIPS. Поведенческое описание. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.35** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 27. Микропроцессор MIPS. Проектирование топологии. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.36** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 28. Микропроцессор MIPS. Проектирование топологии. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.37** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 29. Инструменты проверки проектов ИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.38** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 30. Инструменты проверки проектов ИС. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.39** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 31. Моделирование СВЧ-устройств методом гармонического баланса. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.40** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 32. Моделирование СВЧ-устройств методом гармонического баланса. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.41** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Методы и инструменты проектирования приборов твердотельной электроники и интегральных схем. | | 2 | 50 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.42** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 25. Ответы на вопросы для самопроверки. МОП транзисторы. Инвертор. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.43** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 26. Ответы на вопросы для самопроверки. Комбинационные логические схемы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.44** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 27. Ответы на вопросы для самопроверки. Последовательностные логические схемы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.45** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 28. Ответы на вопросы для самопроверки. Введение в методологию проектирования ИС | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.46** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 29. Ответы на вопросы для самопроверки. Проектирование топологии СБИС | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.47** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 30. Ответы на вопросы для самопроверки. Моделирование электронных схем | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.48** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 31. Обзор современных систем, применяющихся для проектирования и моделирования электронной компонентной базы. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  |  | . |
| **1.49** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 32. Проблемы масштабирования при проектировании СБИС | | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.50** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям | | | 2 | 16 | ПК-3.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | | 2 | 16 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | | 2 | 33,65 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 2 | 2,35 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Вентильный список цепей (netlist).  2. Основные этапы работы RTL Compiler.  3. Задание путей к файлам библиотек и HDL описаний.  4. Загрузка файлов библиотек и проекта в базу данных.  5. Трансляция (сборка) проекта.  6. Задание пользовательских ограничений.  7. Синтез проекта.  8. Анализ результатов.  9. Выгрузка файлов проекта.  10. Порядок работа с RTL Compiler.  11. Основные команды скриптового описания.  12. Основные инструменты программы Ecounter.  13. Подготовка к работе с Encounter.  14. Создание нового проекта. | | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | **Перечнь 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. | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
|  | | | |  | |
| Учебная лаборатория | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», демонстрационные платы ATLYS c FPGA Spartfn6, лаборатрные стенды NI ELVIS, преобразователь, цифровой осциллограф, измеритель RLC, демо-платы с МЭМС акселерометром, источник питания | |
| 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. | | | |
| 3. |  | Comsol Multiphysics. Сублицензионный договор №31705027784 от 12.05.2017 г. | | | |
| 4. |  | LabVIEW. Контракт № 0373100029519000161 от 10.12.2019 г. | | | |
| 5. |  | Atmel Studio. Свободное программное обеспечение | | | |
| 6. |  | Vivado Design Suite WebPACK. Свободное программное обеспечение | | | |
| 7. |  | Xilinx ISE Web Pack. Свободное программное обеспечение | | | |
| 8. |  | National Instrument в комплекте с NI ELVIS. Лицензионное программное обеспечение с серийным номером M84X87575 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Певцов Е. Ф., Деменкова Т. А., Аль-Натах Р. И. Основы моделирования и проектирования МЭМС в САПР CoventorWare [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1242.iso | | | |
| 2. |  | Певцов Е. Ф., Тарасов И. Е., Миннебаев В. М. Автоматизированное проектирование цифровых схем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1243.iso | | | |
| 3. |  | Индришенок В. И., Певцов Е. Ф. Основы приборно-технологического моделирования в Sentaurus TCAD [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/25052018/1738.iso | | | |
| 4. |  | Певцов Е. Ф., Крутов В. В. Основы автоматизированного проектирования СВЧ устройств и систем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1975.iso | | | |
| 5. |  | Харрис Д. М., Харрис С. Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера:пер. с англ.. - М.: ДМК Пресс, 2018. - 792 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Крекрафт Д. И., Джерджли С. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала:[Учеб. пособие]. - М.: Техносфера, 2005. - 360 с. | | | |
| 2. |  | Щука А. А., Сигов А.С. Электроника:Учеб. пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. | | | |
| 3. |  | Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники:Пер. с англ.. - М.: Мир, 2003. - 704 с. | | | |
| 4. |  | Рабаи Ж. М., Чандракасан А., Николич Б. Цифровые интегральные схемы:Метология проектирования. - М.: Вильямс, 2007. - 911 с. | | | |
| 5. |  | Тарасов И. Е., Певцов Е. Ф. Основы проектирования цифровых устройств с использованием языка VERILOG [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МГТУ МИРЭА, 2011. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_816.iso | | | |
| 6. |  | Титце У. Полупроводниковая схемотехника:. - , 2008. - 827 с. | | | |
| 7. |  | Хартов В. Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих:учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во МГУ им. Баумана, 2012. - 280 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 8. |  | Бессонов А. С. Технологии программирования последовательных интерфейсов семейства RS-232 в измерительных системах:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2011. - 143 с. | | |
| 9. |  | Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника:Учеб. пособие для вузов и техникумов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2001. - 518 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 3. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 4. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 5. |  | Imec R&D, nano electronics and digital technologies  https://www.imec.be | | |
| 6. |  | iXBT — интернет-издание о компьютерной технике  https://www.ixbt.com | | |
| 7. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 8. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 9. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 10. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 11. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 12. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 13. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 15. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 16. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 17. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Социология** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **2 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 |  |
| 1 | | 2 | 72 | 16 | | | | 0 | | | 0 | 38 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2020 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. филос. наук, доцент, Арапова Эльмира Асфаровна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Социология** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 28.08.2020 № 1  Зав. кафедрой Гайдамашко И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Социология» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 2 з.е. (72 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **УК-3** - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | | | | | |
| **УК-5** - Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | | | | | |
| **УК-6** - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3 : Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.1 : Вырабатывает стратегию командной работы и на её основе организует отбор членов команд для достижения поставленной цели** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - принципы и технологии выработки стратегии командной работы для достижения поставленной цели, процессы внутренней динамики команды, технологии и методы кооперации в командной работе; методы отбора членов команды. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять теоретические основы выработки стратегии командной работы, осуществлять отбор членов команды для достижения поставленной цели на практике | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками отбора членов команды и организации совместной работы в команде для достижения поставленной цели. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.2 : Организует и корректирует работу команды, в том числе и на основе коллегиальных решений** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основы организации и корректировки работы команды с учетом коллегиальных решений; | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| основные характеристики коллектива; особенности поликультурного коллектива | | |
| **Уметь:** | | |
| - организовывать и руководить работой команды, управлять процессами групповой динамики; анализировать состояние социальной группы, | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками развития лидерских качеств и использования их в управлении командой, выявления и оценки конфликтных ситуаций и выбора оптимального способа выхода из них | | |
|  |  |  |
| **УК-5 : Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия** | | |
|  |  |  |
| **УК-5.1 : Анализирует важнейшие идеологические и культурные ценности** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - различные исторические типы культур | | |
| **Уметь:** | | |
| - объяснить феномен культуры, её роль в человеческой жизнедеятельности; адекватно оценивать межкультурные диалоги в современном обществе | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками формирования психологическибезопасной среды в профессиональной деятельности | | |
|  |  |  |
| **УК-5.2 : Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействие с учётом особенностей деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп** | | |
| **Знать:** | | |
| - механизмы межкультурного взаимодействия в обществе на современном этапе, принципы соотношения общемировых и национальных культурных процессов | | |
| **Уметь:** | | |
| - толерантно взаимодействовать с представителями различных культур | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками межкультурного взаимодействия с учетом разнообразия культур | | |
|  |  |  |
| **УК-6 : Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки** | | |
|  |  |  |
| **УК-6.1 : Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные) для успешного выполнения порученного задания** | | |
| **Знать:** | | |
| - проблемы и специфику различных типов ресурсов, основные понятия социологического знания. | | |
| **Уметь:** | | |
| - применять теоретические основы оценивания ресурсов личности, вырабатывать стратегии эффективного выполнения порученного задания | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками оценивания и управления личностными, ситуативными, временными ресурсами, способностью совершенствоваться на основе самооценки | | |
|  |  |  |
| **УК-6.2 : Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной(в том числе профессиональной) деятельности па основе самооценки** | | |
| **Знать:** | | |
| - определение и роль самооценки в развитии личности, сущность, признаки и специфику образовательных потребностей | | |
| **Уметь:** | | |
| - использовать способы совершенствования деятельности в различных видах деятельности, | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| осуществлять самоанализ. | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами определения и управления образовательными потребностями, навыками совершенствования своей деятельности и саморазвития на основе самооценки | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - определение и роль самооценки в развитии личности, сущность, признаки и специфику образовательных потребностей | | | | | | |
| - различные исторические типы культур | | | | | | |
| - проблемы и специфику различных типов ресурсов, основные понятия социологического знания. | | | | | | |
| - механизмы межкультурного взаимодействия в обществе на современном этапе, принципы соотношения общемировых и национальных культурных процессов | | | | | | |
| - основы организации и корректировки работы команды с учетом коллегиальных решений; основные характеристики коллектива; особенности поликультурного коллектива | | | | | | |
| - принципы и технологии выработки стратегии командной работы для достижения поставленной цели, процессы внутренней динамики команды, технологии и методы кооперации в командной работе; методы отбора членов команды. | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять теоретические основы выработки стратегии командной работы, осуществлять отбор членов команды для достижения поставленной цели на практике | | | | | | |
| - толерантно взаимодействовать с представителями различных культур | | | | | | |
| - применять теоретические основы оценивания ресурсов личности, вырабатывать стратегии эффективного выполнения порученного задания | | | | | | |
| - организовывать и руководить работой команды, управлять процессами групповой динамики; анализировать состояние социальной группы, | | | | | | |
| - использовать способы совершенствования деятельности в различных видах деятельности, осуществлять самоанализ. | | | | | | |
| - объяснить феномен культуры, её роль в человеческой жизнедеятельности; адекватно оценивать межкультурные диалоги в современном обществе | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами определения и управления образовательными потребностями, навыками совершенствования своей деятельности и саморазвития на основе самооценки | | | | | | |
| - навыками оценивания и управления личностными, ситуативными, временными ресурсами, способностью совершенствоваться на основе самооценки | | | | | | |
| - навыками развития лидерских качеств и использования их в управлении командой, выявления и оценки конфликтных ситуаций и выбора оптимального способа выхода из них | | | | | | |
| - навыками отбора членов команды и организации совместной работы в команде для достижения поставленной цели. | | | | | | |
| - навыками межкультурного взаимодействия с учетом разнообразия культур | | | | | | |
| - навыками формирования психологическибезопасной среды в профессиональной деятельности | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Социология как наука.История социологии** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Социология** **как** **наука.История** **социологии** **(Лек).** Предмет социологии. Структура и уровни социологического знания.  Возникновение и основные этапы развития социологии.  О.Конт, Г.Спенсер, Э.Дюркгейм, П.А Сорокин, М.Вебер и др. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **1.2** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 5 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Предмет социологии. Структура и уровни социологического знания. История развития социологической мысли. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **2. Общество как социальная система**  **Социальная структура общества.** | | | | | | |
| **2.1** | **Общество** **как** **социальная** **система**  **Социальная** **структура** **общества.**  **(Лек).** Общество как социальная система: признаки и типологии.  Социальное неравенство и социальная структура общества. Социальная стратификация. Понятие социального института. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Общество как социальная система. Социальные институты. Социальный прогресс и регресс  Социальная структура общества. Социальное неравенство. Социальная стратификация. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **2.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **3. Социальная мобильность**  **Социология личности** | | | | | | |
| **3.1** | **Социальная** **мобильность**  **Социология** **личности**  **(Лек).** Социальная мобильность. Вертикальная и горизонтальная мобильность. Межпоколенная мобильность. Закономерности вертикальной мобильности.  Социология личности. Социологические теории личности. Социальные статусы и роли. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Социальная мобильность.  Личность как объект исследований. Социальное поведение, социальные роли и социальные статусы. Социализация личности. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **3.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **4. Социология конфликта**  **Социологическое исследование** | | | | | | |
| **4.1** | **Социология** **конфликта**  **Социологическое** **исследование**  **(Лек).** Социальные конфликты: понятие, причины, типология и динамика.  Социологическое исследование как инструмент познания социальной действительности | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Социология конфликта  Программа социологического исследования. Методы конкретного социологического исследования. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **4.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **5. Политология как наука**  **Власть и политика.** | | | | | | |
| **5.1** | **Политология** **как** **наука**  **Власть** **и** **политика.**  **(Лек).** Политология как наука. Объект, предмет, методы политологии.  Власть и политика. Социальные функции политической власти. Легальность и легитимность власти | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **5.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Предмет политологии.  Сущность и многообразие власти. Политическая власть. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **5.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **6. Государство как институт политической системы общества.**  **Политические идеологии.** | | | | | | |
| **6.1** | **Государство** **как** **институт** **политической** **системы** **общества.**  **Политические** **идеологии.**  **(Лек).** дарство как институт политической системы общества. Политические режимы. Формы правления. Формы территориального устройства государства.  Политические идеологии современности. Консерватизм. Либерализм. Социал-демократическая идеология. Современные радикальные идеологии. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **6.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Политические системы и режимы. Государство и гражданское общество.  Политическая идеология. Социальные функции идеологии и идейно-политический спектр. Политические идеологии прошлого и современности. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **6.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **7. Политические партии и партийные системы**  **Избирательные системы современности** | | | | | | |
| **7.1** | **Политические** **партии** **и** **партийные** **системы**  **Избирательные** **системы** **современности**  **(Лек).** Политические партии и партийные системы. Цели и функции политических партий. Многопартийность как гарант демократии. Партийные системы. Особенности партийной системы России.  Избирательные системы современности. Избирательное право. Типология избирательных систем. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **7.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Политические партии и партийные системы  Избирательные системы современности | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **7.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **8. Политическая элита и лидерство.**  **Мировая политика.** | | | | | | |
| **8.1** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Политическая элита. Правящая элита и ее роль в политике. Политическое лидерство.  Современный мировой политический процесс. Международные отношения государств. Глобальные проблемы и роль национальных государств в их разрешении. Роль международных организаций в мировой политике. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **8.2** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 5 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **8.3** | **Политическая** **элита** **и** **лидерство.**  **Мировая** **политика.**  **(Лек).** Политическая элита и ее роль в политике. Классические теории элит. Способы рекрутирования элит. Политическое лидерство Функции и стили деятельности политического лидера.  Современный мировой политический процесс. Международные отношения. Геополитические модели мира. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК- 5.2, УК-3.1, УК-3.2, УК- 6.1, УК-6.2 | |
| **9. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **9.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-6.1, УК-6.2 | |
| **9.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-6.1, УК-6.2 | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Социология», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| 1. Предмет, методы и функции социологии. Типы социологических теорий.  2. Становление и основные этапы развития западной социологической мысли.  3. Становление и особенности русской социологи.  4. Понятие и признаки общества. Типология общества. Общественный прогресс и регресс.  5. Социальная стратификация: исторические типы и современное понимание.  6. Понятие и виды социальной мобильности.  7. Социальные институты и их роль в общественной жизни.  8. Социология личности. Понятие и структура личности.  9. Социализация личности и ее формы.  10. Конкретное социологическое исследование. Основные этапы и методы КСИ.  11. Политология как наука. Предмет, методы, категории и функции политологии.  12. Политика как общественное явление: структура, виды и функции.  13. Политическая элита и ее функции. Рекрутирование элиты.  14. Политическое лидерство: понятие, функции и стили деятельности лидера.  15. Политическая система общества и ее элементы. Типология политических систем.  16. Государство как главный институт политической системы. Особенности государственного устройства РФ.  17. Характеристика демократического, авторитарного и тоталитарного политического режима.  18. Политические партии и партийные системы. Специфика партийной системы в современной России.  19. Политические идеологии.  20. Социальные и политические конфликты. Причины конфликтов и способы их разрешения.  21. Особенности современного мирового политического процесса. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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 организаци | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
|  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | |
| 1. |  | Кравченко А. И. Основы социологии и политологии:учебник для бакалавров. - М.: Проспект, 2015. - 352 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Масловский М. В. Социология политики: классические и современные теории:Учеб. пособие. - М.: Новый дом, 2004. - 173 с. | | |
| 2. |  | Горелов А.А. Основы социологии и политологии:Учебное пособие. - Москва: Флинта, 2003. - 416 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 2. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Технологии для материаловедения** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 1 | | 4 | 144 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 62 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Юрасов А.Н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Технологии для материаловедения** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Технологии для материаловедения» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | 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: | | | | | |
| **ОПК-2** - Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | | | | | |
| **ОПК-3** - Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2 : Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2.1 : Применяет современные методы исследования в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные понятия и закономерности в области материаловедения | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить теоретическое и экспериментальное исследование материалов различной природы | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками обработки экспериментальных данных | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-3 : Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-3.1 : Использует новую информацию в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные физические законы в области электроники, закономерности их физических свойств | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить анализ результатов научных исследований в области электроники | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - навыками работы на технологических установках | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-3.2 : Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач в области электроники** | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные процессы получения материалов | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - ставить и решать материаловедческие задачи | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования знаний физики, математики и электроники при решении инженерных задач в области материаловедения | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные процессы получения материалов | | | | | | |
| - основные физические законы в области электроники, закономерности их физических свойств | | | | | | |
| - основные понятия и закономерности в области материаловедения | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - ставить и решать материаловедческие задачи | | | | | | |
| - проводить анализ результатов научных исследований в области электроники | | | | | | |
| - проводить теоретическое и экспериментальное исследование материалов различной природы | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования знаний физики, математики и электроники при решении инженерных задач в области материаловедения | | | | | | |
| - навыками работы на технологических установках | | | | | | |
| - навыками обработки экспериментальных данных | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Технологии для материаловедения** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.Строение** **материалов.** **Дефекты** **кристаллической** **структуры.** **(Лек).** Введение. Технические параметры материалов. Атомная структура твердых тел. Гетерополярная или ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Вандерваальсова связь. Особенности атомно-кристаллического строения. Понятие об изотропии и анизотропии. Аллотропия или полиморфные превращения. Магнитные превращения. Дефекты. Строение металлического слитка. Изотропность аморфного состояния вещества. Аморфизация вещества. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.2** | **Лекция** **2.Фазовые** **превращения.** **Кристаллизация.** **Теория** **сплавов.** **Фазовое** **равновесие.** **Диаграммы** **фазового** **состояния.** **(Лек).** Механизм и закономерности кристаллизации металлов. Условия получения мелкозернистой структуры. Строение металлического слитка. Физические методы исследования. Понятие о сплавах и методах их получения. Особенности строения, кристаллизации и свойств сплавов. Диаграмма состояния. Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Диаграмма состояния сплавов. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.3** | **Лекция** **3.Железоуглеродистые** **сплавы.** **Стали.** **Чугуны.** **(Лек).** Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо – углерод. Структуры железоуглеродистых сплавов. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов. Процессы при структурообразовании железоуглеродистых сплавов. Структуры железоуглеродистых сплавов. Стали. Классификация и маркировка сталей. Чугуны. Диаграмма состояния железо – графит. Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **4.Цветные** **металлы** **и** **сплавы** **на** **их** **основе.** **(Лек).** Свойства алюминия. Получение алюминия. Алюминиевые сплавы. Получение и основные свойства магния. Магниевые сплавы. Промышленное использование сплавов магния. Получение и основные свойства титана. Титановые сплавы. Использование титана и его сплавов в качестве конструкционных материалов. Получение и свойства меди. Сплавы меди. Промышленное использование меди и ее сплавов. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **5.Полимерные** **и** **керамические** **материалы.** **Неорганические** **стекла** **и** **ситаллы.** **(Лек).** Понятие полимеров и их основные характеристики. Синтез полимеров. Фазовые и физические состояния полимеров. Пластики и эластики. Клеи и герметики. Физико-механические и электрические характеристики полимеров. Керамические материалы. Природная и искусственная керамика. Структура неорганических стекол. Стекла. Технологические особенности получения неорганических стекол. Понятие ситаллов. Структура ситаллов. Диэлектрические и физико-механические характеристики ситаллов. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.6** | **Лекция** **6.Композиционные** **материалы.** **(Лек).** Понятие композиционных материалов. Классификация композитов. Структура композитов. Композиты с металлической, полимерной и неорганической матрицами. Упрочняющий наполнитель. Структуры композиционных материалов. Полиармированные композиты. Эффективность армирования. Способы получения композитов. Физико-механические свойства композиционных материалов. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **7.Конструкционные** **материалы.** **(Лек).** Конструкционные материалы. Стали. Классификация легированных сталей. Классификация конструкционных сталей. Твердые сплавы. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **8.Термическая** **и** **химико-термическая** **обработка** **материалов.** **(Лек).** Виды термической обработки металлов. Промежуточное превращение. Превращение аустенита в мартенсит при высоких скоростях охлаждения. Отжиг и нормализация. Назначение и режимы. Химико-термическая обработка стали. Цементация. Структура цементованного слоя. Термическая обработка после цементации. Азотирование. Цианирование и нитроцементация. Диффузионная металлизвция. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1.Технические параметры материалов (часть 1). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2.Технические параметры материалов (часть 2). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3.Диаграмма состояния железо – углерод (часть 1). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4.Диаграмма состояния железо – углерод (часть 2). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5.Фазовые и физические состояния полимеров (часть 1). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6.Фазовые и физические состояния полимеров (часть 2). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7.Влияние легирующих элементов на превращения в стали (часть 1). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8.Влияние легирующих элементов на превращения в стали (часть 2). | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **1.17** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.19** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по лекциям | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.24** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **1.25** | **Лабораторная** **работа** **1.** **(Лаб).** Диаграммы фазового равновесия | | 1 | 4 | ОПК-2.1, ОПК -3.1 | |
| **1.26** | **Лабораторная** **работа** **2.** **(Лаб).** Измерение механической прочности цветных сплавов (часть 1) | | 1 | 4 | ОПК-2.1, ОПК -3.1 | |
| **1.27** | **Лабораторная** **работа** **3.** **(Лаб).** Измерение механической прочности цветных сплавов (часть 2) | | 1 | 4 | ОПК-2.1, ОПК -3.1 | |
| **1.28** | **Лабораторная** **работа** **4.** **(Лаб).** Исследование прочности клеевого соединения. | | 1 | 4 | ОПК-2.1, ОПК -3.1 | |
| **1.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Поиск новой информации по заданной теме. | | 1 | 30 | ОПК-2.1 | |
| **1.30** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным работам. | | 1 | 32 | ОПК-2.1, ОПК -3.2, ОПК-3.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Технологии для материаловедения», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| – Межатомное взаимодействие, влияние энергии межатомного взаимо-действия на свойства материалов.  – Типы химических связей между атомами.  – Влияние типа связи на свойства материалов.  – Параметры ячейки.  – Основные типы кристаллических решеток.  – Анизотропия кристаллов. Полиморфизм.  – Индексы кристаллических плоскостей и направлений.  – Дефекты строения реальных кристаллов.  – Понятие о сплавах, системе, компонентах и фазах.  – Твердые растворы, механические смеси, химические соединения.  – Кристаллизация. Физическая природа кристаллизации металлов.  – Механизм и кинетика кристаллизации: зарождение и рост кристаллов. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| – Факторы, влияющие на процесс кристаллизации.  – Форма и размеры кристаллов.  – Строение слитков металлов.  – Диаграммы состояния сплавов.  – Связь между структурой и свойствами сплавов.  – Термическая обработка металлических материалов.  – Виды термообработки и их назначение, выбор режимов термообработ-ки.  – Электрические свойства проводников.  – Влияние структуры материала на удельное электросопротивление.  – Температурный коэффициент удельного электросопротивление.  – Контактная разница потенциалов и ее практическое использование.  – Материалы высокой электропроводности,  – Физические и экономические критерии выбора материаловов высокой электропроводности.  – Электрическая очистка и старение диэлектриков.  – Экспериментальные способы определения объемного и поверхностного сопротивления.  – Поляризация диэлектриков.  – Виды поляризации, особенности упругой и релаксационной поляриза-ции.  – Механизмы поляризации.  – Электронная, ионная, дипольная и спонтанная поляризация.  – Влияние температуры и частоты электрического поля на диэлектриче-скую проницаемость.  – Практическое применение диэлектриков с различными видами и меха-низмами поляризации.  – Диэлектрические потери. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| специализированная учебная лаборатория материалов | | | | Лабораторные установки: 1-исследование свойств магнитных материалов(4 типа), 2- исследование свойств сегнетоэлектриков (2 типа), 3 - исследование свойств элементов электронной техники (3 типа), 4 - исследование свойств устройств микроэлектроники (2 типа). | |
| 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. |  | Блантер М. С., Сундеев Р. В. Материаловедение наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]:практикум. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/25092018/1792.iso | | |
| 2. |  | Кондратенко В. С., Кобыш А. Н. Инновационное материаловедение [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1978.iso | | |
| 3. |  | Земсков Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт- Петербург: Лань, 2019. - 188 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113910 | | |
| 4. |  | Сапунов С. В. Материаловедение [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 208 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168740 | | |
| 5. |  | Бондаренко Г. Г., Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. Материаловедение [Электронный ресурс]:Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 327 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/468630 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Бурый Г. Г. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Омск: СибАДИ, 2019. - 222 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/149463 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 4. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 5. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 6. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 7. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 8. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 9. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 10. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 14. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 15. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 16. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 17. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 18. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 19. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 20. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 21. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Технологии личностного роста** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра современных технологий управления** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **2 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 |  |
| 2 | | 2 | 72 | 16 | | | | 0 | | | 16 | 22 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. психол. наук, доцент, Быкова Анна Викторовна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Технологии личностного роста** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 27.03.2021 № 1  Зав. кафедрой Денисов Д.Ю. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Технологии личностного роста» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 2 з.е. (72 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **УК-6** - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-6 : Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-6.1 : Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные) для успешного выполнения порученного задания** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные теоретико-методологические подходы и технологии личностного роста; основные теоретико-методологические подходы в исследованиях профессиональной деятельности | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить самоанализ и самооценку; определять приоритеты собственной профессиональной деятельности; применять критическое мышление для оценки путей и способов совершенствования собственной профессиональной деятельности | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-6.2 : Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной(в том числе профессиональной) деятельности па основе самооценки** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - особенности формирования профессионального интереса и учебной мотивации; основы саморефлексии и самопознания; собственные профессиональные интересы и потребности, собственные профессиональные и личностные ресурсы | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - систематизировать профессиональные знания с целью написания плана-проекта профессиональной деятельности; определять приоритеты профессионального роста | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **Знать:** | | | | | | |
| - особенности формирования профессионального интереса и учебной мотивации; основы саморефлексии и самопознания; собственные профессиональные интересы и потребности, собственные профессиональные и личностные ресурсы | | | | | | |
| - основные теоретико-методологические подходы и технологии личностного роста; основные теоретико-методологические подходы в исследованиях профессиональной деятельности | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - систематизировать профессиональные знания с целью написания плана-проекта профессиональной деятельности; определять приоритеты профессионального роста | | | | | | |
| - проводить самоанализ и самооценку; определять приоритеты собственной профессиональной деятельности; применять критическое мышление для оценки путей и способов совершенствования собственной профессиональной деятельности | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Основы профессионально-личностного роста и саморазвития** | | | | | | |
| **1.1** | **Саморазвитие** **и** **личностный** **рост** **(Лек).** Саморазвитие и самоорганизация личности: проблемы определения, основные компоненты и аспекты. Проблемы личностного и профессионального развития. Личностные и профессиональные качества. Взаимодействие личности и профессиональной организации. Личностно-центрированный подход и технологии развития личности | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Возможности и технологии личностного роста | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.3** | **Личностный** **рост** **как** **условие** **профессиональной** **успешности** **(Лек).** Личностные рост: критерии, признаки. Колесо жизненного баланса. Как найти и выбрать свое поле профессиональной деятельности. Формирование фундамента для персонального и профессионального роста. Роль характера, системы собственных принципов и ценностей. Изучение практических методов самостоятельного повышения уровня самоуважения и стрессоустойчивости | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Типы личностей и их возможности в трудовом коллективе | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.5** | **Эффективные** **коммуникации** **в** **профессиональной** **деятельности** **(Лек).** Навыки влияния без полномочий. Линия аргументации. Лестница конфликта. Нестандартные шефы. Токсичные люди. Разрешить конфликт. Сильные вопросы | | 2 | 2 | УК-6.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Принципы построения конструктивных отношений | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.7** | **Интеллектуальная** **и** **эмоциональная** **составляющая** **профессиональной** **деятельности** **(Лек).** Когнитивная эффективность: холистический подход.  Теория и мифы об эффективности. Биологические основы эффективности. Осознанность и расширение фокуса внимания как основа эффективности  Интеллектуальная и эмоциональная составляющие контроля над событиями, которые происходят в жизни. Эмоциональный интеллект | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Навыки осознанности | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.9** | **Сила** **воли** **и** **мотивация** **(Лек).** Нейромедиаторы мотивации. Что такое «внешняя»‎ мотивация и чем она полезна. Питание и «окна самоконтроля»‎. Сила позитивного примера для «безвольных»‎. Какой тайм-менеджмент действительно полезный. Чем опасна «новая жизнь с понедельника»‎. Как разбудить мотивацию на уровне мозга | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Воля, мотивация и самоконтроль | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.11** | **Взаимодействие** **в** **группах** **(Лек).** Живые команды. Управление стрессом в проектах. Управление людьми и проектами в современном мире. Проблемы современного управления. Идея проектного управления. Люди — живые системы. Формирование команды | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Структура и принципы взаимодействия в малых группах | | 2 | 2 | УК-6.1 | |
| **1.13** | **Креативность** **и** **фасилитация** **(Лек).** Синектика. Дизайн мышление. Craft. 6 слуг. РТВ. Латеральное мышление. Причинно-следственный анализ. Снежный ком. ДАРИЗ | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Креативное управление | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.15** | **Определение** **жизненных** **стратегий** **(Лек).** Ценностные ориентации. Жизненный выбор. Жизненное планирование. Временные перспективы. Определение жизненных стратегий. Стратегии самообучения. Коучинговые инструменты для выхода из ментального ступора. Самоменеджмент | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.16** | **Написание** **эссе** **(Пр).** Проблемы самореализации личности в современном обществе | | 2 | 2 | УК-6.2 | |
| **1.17** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 22 | УК-6.1, УК-6.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | УК-6.1, УК-6.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | УК-6.1, УК-6.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Технологии личностного роста», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1. В чем сущность личностного роста менеджера.  2. Вербальное общение (оптимальное использование речевых средств).  3. Виды общения: познавательное общение; убеждающее общение.  4. Воля как высший уровень регуляции человека. Волевые качества личности.  5. Выделите и обоснуйте навыки постановки индивидуальных и профессиональных целей.  6. Выделите и обоснуйте факторы успеха в жизни.  7. Выделите психологические основы, влияющие на уровень и качество жизни.  8. Выделите секреты и техники эффективного общения, убеждения и влияния.  9. Групповые характеристики.  10. Жизненный путь: понятие, стадии.  11. Каких базовые принципы и законы лежат в основе высоких достижений.  12. Какое отношение имеет интеллектуальная и эмоциональная составляющие контроля над событиями, которые происходят в жизни человека к выполнению трудовых функций.  13. Классификация групп.  14. Классификация и характеристики неформальных групп.  15. Личностный рост и саморазвитие: понятие, техники и стратегии.  16. Личность как объект различных наук. Понятие «человек», «индивид», «личность», «субъект», «деятельность».  17. Методы самостоятельного повышения уровня самоуважения и стрессоустойчивости.  18. Назовите основные механизмы познания другого человека в процессе общения. Приведите примеры.  19. Общая характеристика компонентов личности, отвечающих за саморегуляцию и индивидуальность. Направленность личности.  20. Опишите возможности использования колеса жизненного баланса для личностного роста.  21. Основные сферы становления личности: деятельность, общение, самосознание.  22. Охарактеризуйте коммуникативную сторону общения. Приведите примеры коммуникативных барьеров.  23. Охарактеризуйте роль подсознания для личностного роста и достижения успеха.  24. Охарактеризуйте страхи и комплексы, мешающие в работе и жизни, как их преодолеть и обрести уверенность.  25. Оцените роль внешнего вида при воздействии на восприятие.  26. Понятие неформальных групп (организаций).  27. Понятия группы, команды, команды проекта.  28. Природа и типология невербальной коммуникации.  29. Профессиональный рост: понятие, ресурсы.  30. Психологическая структура личности.  31. Психологические аспекты формирования формальной и неформальной организации.  32. Развитие, механизм образования формальных н неформальных организаций.  33. Раскройте роль характера, систему собственных принципов и ценностей в достижении | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| успеха.  34. Раскройте сущность психологического благополучия современного человека.  35. Способности и задатки.  36. Существует ли эмоциональный интеллект. Обоснуйте свой ответ.  37. Сформулируйте практические рекомендации по увеличению энергичности, повышению эффективности, укреплению ресурсов и средств.  38. Сформулируйте приемы управления своими ресурсами и практики для  39. Технология и методы эффективного трудоустройства  40. Типы темперамента, их физиологическая основа и психологическая характеристика.  41. Факторы, влияющие на эффективность работы группы.  42. Формальные группы (организации), их типы и особенности.  43. Функции общения: коммуникативная, интерактивная, перцептивная.  44. Характер и его структура. Акцентуации характера. Связь темперамента и характера.  45. Характеристика групп по критерию работоспособности.  46. Что означает понятие «активное слушание»? Приведите примеры того, как надо и как не надо слушать.  47. Что способствует достижению эффективному выбору своего поля профессиональной деятельности.  48. Эмоции и чувства: понятие, виды, свойства, функции, механизмы формирования. Управление эмоциями. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. |  | Зобков В. А. Методология личностного развития [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 172 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/477209 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Кавун Л. В. Психология личности. Теории зарубежных психологов [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 109 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472071 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 2. |  | Глозман Ж. М. Психология. Общение и здоровье личности [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 193 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472262 | | |
| 3. |  | Елисеев О. П. Практикум по психологии личности [Электронный ресурс]:Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 390 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/471972 | | |
| 4. |  | Чернышев А. С., Сарычев С. В. Социальная психология личности и группы [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 201 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/477204 | | |
| 5. |  | Рамендик Д. М. Тренинг личностного роста [Электронный ресурс]:Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 136 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/470461 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 2. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 3. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Физика твердого тела** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 1 | | 5 | 180 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Юрасов А. Н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Физика твердого тела** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А. С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Физика твердого тела» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ОПК-1** - Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1 : Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1.1 : Выявляет естественнонаучную сущность проблемы в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные законы и принципы физики твердого тела | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - решать задачи по физике твердого тела | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками применения общих подходов физики твердого тела | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1.2 : Определяет пути решения и оценивает эффективность сделанного выбора при решении задачи в области электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы для оценки эффективности выбора в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| - навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы для оценки эффективности выбора в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | | |
| - основные законы и принципы физики твердого тела | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | | |
| - решать задачи по физике твердого тела | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в области микро и нанотехнологий, наноэлектроники c применением аппарата физики твердого тела | | | | | | |
| - навыками применения общих подходов физики твердого тела | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Основные законы и принципы физики твердого тела** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **в** **физику** **твердого** **тела** **(Лек).** Понятие и виды конденсированного состояния. Место физики твердого тела в физике конденсированного состояния. Нобелевские премии по физике твердого тела. Методы исследования.  Основные подходы в изучении физики твердого тела: квазичастицы, электронная структура, явления переноса. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Основные подходы в изучении физики твердого тела: квазичастицы, электронная структура, явления переноса. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Основные подходы в изучении физики твердого тела: квазичастицы, электронная структура, явления переноса. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.5** | **Лекция** **2.** **Квантовомеханическая** **основа** **физики** **твердого** **тела.**  **(Лек).** Шкала электромагнитных волн. Планетарная модель атома. Опыт Резерфорда. Квантово-механическое описание атомов. Водородоподобный атом.  Квантовые числа. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Переход от суммирования к интегрированию.Квантово-механическое описание систем многих частиц. Гамильтониан твердого тела. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Переход от суммирования к интегрированию. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.7** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.8** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Переход от суммирования к интегрированию. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.9** | **Лекция** **3** **Основные** **величины,** **используемые** **в** **ФТТ**  **(Лек).** Основные физические величины в ФТТ. Метод размерностей. Тензор. Физические примеры. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Метод размерностей. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.11** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Метод размерностей. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.13** | **Лекция** **4** **Виды** **квазичастиц.** **Их** **основные** **характеристики.**  **(Лек).** Виды квазичастиц. Их основные характеристики. Два вида статистики: статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Числа заполнения. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Два вида статистики: статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Числа заполнения. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Два вида статистики: статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Числа заполнения. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.17** | **Лекция** **5** **Фермионы** **и** **бозоны**  **(Лек).** Электронный газ. Принцип Паули. Плотность электронных состояний. Равновесное распределение при Т=0. Энергия, импульс и скорость Ферми электронов. Распределение Ферми при конечных температурах. Химический потенциал. Теплоемкость вырожденного ферми-газа. Газ бозе частиц. Бозе-Эйнштейновская конденсация. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Решение типовых задач | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.19** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Контрольные вопросы. Решение задач. | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.21** | **Лекция** **6** **Квазиклассическое** **приближение.** **Квантовые** **эффекты.**  **(Лек).** Квазиклассическое приближение и квантовый предел. Квантовые эффекты. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Квазиклассическое приближение и квантовый предел. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.23** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.24** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Контрольные вопросы. Решение типовых задач. | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.25** | **Лекция** **7** **Вторичное** **квантование** **в** **ФТТ** **(Лек).** Вторичное квантование. Гармонический осциллятор. Вторичное квантование бозонов и фермионов.Основное состояние идеального квантового газа.Фотоны. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Вывод формулы для спектральной плотности равновесного излучения. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.27** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.28** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Вывод формулы для спектральной плотности равновесного излучения. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.29** | **Лекция** **8** **Основы** **кристаллофизики**  **(Лек).** Аморфные и кристаллические тела, жидкости и жидкие кристаллы. Трансляции, элементарная ячейка. Решетка Браве, базис. Кристаллические системы и типы решеток Браве. Точечные и пространственные преобразования симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии кристалла. Примитивная элементарная ячейка Вигнера-Зейтца.  Индексы Миллера для атомных плоскостей и кристаллографических направлений.  Атомные структуры некоторых соединений NaCl, графита, алмаза и т.д. Квазикристаллы. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов на кристалле. Условия Вульфа-Брэгга. Форм-фактор атома. Структурный фактор. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Кристаллические системы и типы решеток Браве. Примитивная элементарная ячейка Вигнера-Зейтца. Индексы Миллера для атомных плоскостей и кристаллографических направлений.  Атомные структуры некоторых соединений NaCl, графита, алмаза и т.д. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.31** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.32** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Кристаллические системы и типы решеток Браве. Примитивная элементарная ячейка Вигнера-Зейтца.  Индексы Миллера для атомных плоскостей и кристаллографических направлений.  Атомные структуры некоторых соединений NaCl, графита, алмаза и т.д.  Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.33** | **Лекция** **9** **Методы** **структурных** **исследований.** **Обратное** **пространство.** **Дефекты** **кристаллической** **решетки.** **Основы** **теории** **упругости**  **(Лек).** Методики структурных исследований: метод Лауэ, вращающегося кристалла, порошковый метод Дебая-Шерера.  Обратное пространство. Векторы обратной решетки. Брэгговские плоскости. Зона Бриллюэна.  Дефекты кристаллической решетки: точечные, линейные, плоские, объемные. Вектор Бюргерса.  Тензор деформации. Тензор упругих напряжений. Закон Гука. Упругие свойства кристаллов. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.34** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Обратное пространство. Векторы обратной решетки. Брэгговские плоскости. Зона Бриллюэна. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.35** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.36** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 9. Обратное пространство. Векторы обратной решетки. Брэгговские плоскости. Зона Бриллюэна. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.37** | **Лекция** **10** **Фононы** **(Лек).** Законы дисперсии. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний кристаллической решетки. Понятие о квазичастицах. Фононы. Энергия и квазиимпульс фонона. Операторы рождения и уничтожения фононов. Оператор числа частиц. Спектральная плотность фононных состояний. Фононные спектры. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.38** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10. Фононы. Энергия и квазиимпульс фонона. Операторы рождения и уничтожения фононов. Оператор числа частиц. Спектральная плотность фононных состояний. Фононные спектры. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.39** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.40** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 10. Фононы. Энергия и квазиимпульс фонона. Операторы рождения и уничтожения фононов. Оператор числа частиц. Спектральная плотность фононных состояний. Фононные спектры. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.41** | **Лекция** **11** **Теплоемкость** **кристаллической** **решетки.** **Вклад** **электронной** **теплоемкости.**  **(Лек).** Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга-Пти. Модели Эйнштейна и Дебая. Вклад электронной теплоемкости. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.42** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 11. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга-Пти. Модели Эйнштейна и Дебая. Вклад электронной теплоемкости. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.43** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.44** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 11. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга-Пти. Модели Эйнштейна и Дебая. Вклад электронной теплоемкости. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.45** | **Лекция** **12** **Электрические** **свойства** **(Лек).** Проводимость и сопротивление. Проводники, полупроводники, диэлектрики.Сопротивление металлов. Правило Маттиссена. Размерный эффект Сопротивление сплавов. Правило Норхейма. Корреляция Муиджи. Эффект Кондо.  Диэлектрическая проницаемость. Модель Друде-Лоренца. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.46** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Диэлектрическая проницаемость. Модель Друде-Лоренца. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.47** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.48** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 12. Диэлектрическая проницаемость. Модель Друде-Лоренца. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.49** | **Лекция** **13** **Магнитные** **свойства** **КС**  **(Лек).** Виды магнитного упорядочения. Ферромагнетизм. Магнитная проницаемость и восприимчивость. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.50** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13. Виды магнитного упорядочения. Ферромагнетизм. Магнитная проницаемость и восприимчивость. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.51** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.52** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 13. Виды магнитного упорядочения. Ферромагнетизм. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.53** | **Лекция** **14** **Кинетические** **явления** **(Лек).** Кинетические явления. Их классификация.  Магнитосопротивление. ГМС, ТМС, КМС, ГМИ. Эффект Холла. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.54** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14. Магнитосопротивление. ГМС, ТМС, КМС, ГМИ. Эффект Холла. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.55** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.56** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 14. Магнитосопротивление. ГМС, ТМС, КМС, ГМИ. Эффект Холла. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.57** | **Лекция** **15** **Оптические** **и** **магнитооптические** **методы** **исследования** **конденсированных** **сред.**  **(Лек).** Оптические и магнитооптические методы исследования конденсированных сред. Магнитооптические эффекты. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.58** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 15. Оптические и магнитооптические методы исследования конденсированных сред. Магнитооптические эффекты. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.59** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.60** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 15. Оптические и магнитооптические методы исследования конденсированных сред. Магнитооптические эффекты. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.61** | **Лекция** **16** **Основы** **физики** **наноструктур** **(Лек).** Наноструктуры. Размерный эффект.  Оптические и магнитооптические эффекты в наноструктурах. Нанокомпозиты. Теория эффективной среды.Магниторефрактивный эффект как бесконтактный способ измерения магнитосопротивления. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.62** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16. Наноструктуры. Размерный эффект.  Оптические и магнитооптические эффекты в наноструктурах. Нанокомпозиты. Теория эффективной среды.Магниторефрактивный эффект как бесконтактный способ измерения магнитосопротивления. | | 1 | 2 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.63** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **1.64** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 16. Наноструктуры. Размерный эффект. Оптические и магнитооптические эффекты в наноструктурах. Нанокомпозиты. Теория эффективной среды.Магниторефрактивный эффект как бесконтактный способ измерения магнитосопротивления. Контрольные вопросы | | 1 | 3 | ОПК-1.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 1 | 33,65 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 2,35 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Физика твердого тела», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1.Основные подходы в изучении физики твердого тела.  2.Виды квазичастиц. Их основные характеристики.  3.Электронный газ.  4.Приближение почти свободных электронов. Приближение сильной связи.  5.Основы кристаллофизики.  6.Квантование колебаний кристаллической решетки.  7.Виды магнитного упорядочения.  8.Магнитная проницаемость и восприимчивость. Теория среднего поля.  9.Явления переноса. Их классификация.  10.Электропроводность металлов. Теория Друде. Сопротивление металлов. Сопротивление сплавов.  11.Полупроводники.  12.Диэлектрики, их виды.  13.Явление сверхпроводимости.  14.Магнитооптические эффекты. Их использование в исследованиях конденсированных сред.  15.Композиты. Роль размерных эффектов. Теория эффективной среды. | | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. |  | Морозов В. Г. Термодинамика и статистическая физика:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2018. - 244 с. | | | |
| 2. |  | Юрасов А. Н. Магнитооптические эффекты и магниторефрактивный эффект в нанокомпозитах:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - 56 с. | | | |
| 3. |  | Морозов А. И., Сигов А. С. Фрустрированные магнитные наноструктуры:. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 140 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Иродов И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Электронный ресурс]:. - , 2001. - 196 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/mm\_06163.djvu | | | |
| 2. |  | Морозов А. И. Теория упругости [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МГТУ МИРЭА, 2010. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_949.iso | | | |
| 3. |  | Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика:[в 10 т.]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - | | | |
| 4. |  | Морозов А. И. Физика твердого тела. Кристаллическая структура. Фононы:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2010. - 139 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 2. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 3. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 4. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 5. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | | |
| 6. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 7. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 8. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 9. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 10. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 11. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Физико-технологический институт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ФТИ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шамин Р.В. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Химия в материаловедении** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **5 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 |  |
| 1 | | 5 | 180 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р техн. наук, профессор, Буш А.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Химия в материаловедении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  направленность: «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  | . |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | | |  | . |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Химия в материаловедении» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Разработка современных материалов для устройств информационных технологий, возобновляемых источников энергии и сенсорики | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Обязательная часть | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 5 з.е. (180 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ОПК-1** - Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1 : Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1.1 : Выявляет естественнонаучную сущность проблемы в области электроники** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные методы изучения и описания строения материалов микроэлектроники: их макроструктуры и микроструктуры, внутреннего строения вещества (строения атомов, ионов, молекул и кристаллов), особенности структуры и свойств кристаллов важнейших структурных типов. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - интерпретировать данные о строении атомов, ионов и молекул, атомно-кристаллической структуре, использовать эти данные для определения основных особенностей свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками определения, описания и интерпретации основных особенностей структуры и свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-1.2 : Определяет пути решения и оценивает эффективность сделанного выбора при решении задачи в области электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Основные результаты физико-химического анализа химических процессов в гетерогенных системах, фазовых диаграмм одно-, двух- и трехкомпонентных систем, поверхностных | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| явлений; основные понятия и представления о химической кинетике и об электрохимических процессах | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - использовать результаты физико-химического анализа для определения оптимальных методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования результатов физико-химического анализа для определения методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Основные результаты физико-химического анализа химических процессов в гетерогенных системах, фазовых диаграмм одно-, двух- и трехкомпонентных систем, поверхностных явлений; основные понятия и представления о химической кинетике и об электрохимических процессах | | | | | | |
| - основные методы изучения и описания строения материалов микроэлектроники: их макроструктуры и микроструктуры, внутреннего строения вещества (строения атомов, ионов, молекул и кристаллов), особенности структуры и свойств кристаллов важнейших структурных типов. | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - использовать результаты физико-химического анализа для определения оптимальных методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | | |
| - интерпретировать данные о строении атомов, ионов и молекул, атомно-кристаллической структуре, использовать эти данные для определения основных особенностей свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками использования результатов физико-химического анализа для определения методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | | |
| - навыками определения, описания и интерпретации основных особенностей структуры и свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Учение о строении вещества: макроструктура и микроструктура материалов, внутреннее строение вещества (строение и свойства атомов, ионов, молекул, радикалов, природа химической связи, описание атомно-кристаллической структуры)** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Предмет,** **основные** **разделы** **и** **методы** **физической** **химии.** **Строение** **вещества:** **квантово-механическое** **описание** **строения** **атома** **(Лек).** Предмет, методы исследований и основные разделы физической химии. Основные физико-химические закономерности – теоретическая база технологических процессов твердотельной электроники.  Квантово-механическое описание атомных систем. Уравнение Шредингера. Атомные орбитали водородоподобных атомов. Спин электрона. Квантовые числа – n, l, m, s, j. Пространственное распределение электронной плотности.  Гамильтониан свободного многоэлектронного атома. Подходы к решению уравнения Шредингера для многоэлектронного атома. Атомные орбитали и квантовые числа многоэлектронных атомов. Принцип запрета Паули. Электронные конфигурации и термы. Правила Хунда. Электронные слои и оболочки. Последовательность энергетических уровней. Периодический закон химических элементов Д.И. Менделеева. s-, p- и переходные элементы.  Орбитальный и спиновый магнетизм электронной оболочки. Диамагнетики и парамагнетики. Магнитные свойства ионов переходных элементов. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК 1 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.3** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 1 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.4** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК1 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: квантово-механическое описание строения атома». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.6** | **Лекция** **2.** **Строение** **вещества:** **химическая** **связь** **и** **строение** **молекул.** **(Лек).** Определение и основные параметры химической связи. Строение молекул. Типы химической связи. Энергия ионизации, сродство к электрону и электроотрицательность. Полярность и поляризуемость связи.  Квантово-механическая модель ковалентной связи по методу валентных связей. Решение Гейтлера и Лондона уравнения Шредингера для молекулы H2. Обменный механизм образования ковалентной связи. Кратность связи; сигма-, пи- и дельтаcвязи. Теория гибридизации. Пространственная конфигурация молекул и комплексов. Влияние неподеленной электронной пары центрального атома на строение молекул. Положения, лежащие в основе метода ВС.  Теория молекулярных орбиталей. Метод ЛКАО МО. Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие МО. Энергетические диаграммы МО. Обозначения МО. Порядок связи. МО в двухатомных, трехатомных и пятиатомных молекулах. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.7** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК 2 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.8** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 2 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.9** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Методы рентгеновского фазового анализа. | | 1 | 4 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.10** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК2 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.11** | **Лекция** **3.** **Строение** **вещества:** **описание** **структуры** **кристаллов.** **(Лек).** Уровни структуры: макро-, микро-, нано-, атомно-кристаллическая структура. Определения, примеры. Определение кристалла: непериодические структуры (квазикристаллы, модулированные и композитные структуры), периодические структуры. Кристаллы с периодическими структурами. Понятия: кристаллическая решетка, узел, элементарная ячейка. Однозначный выбор элементарной ячейки, правила Браве. 14 решеток Браве. Сингонии, кристаллографические системы. Закрытые и открытые элементы симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии, их символика. Полярные, нецентросимметричные и центросимметричные точечные группы. Операция инверсии времени (антисимметрия). Группы магнитной симметрии. Атомно-кристаллическая структура, изоструктурность, изотипность, координационные числа и координационные многогранники. Примеры кристаллических структур (перовскита, слоистых перовскитов, шпинели, купратов, проявляющих высокотемпературную сверхпроводимость). Физико-химические основы управления типом и концентрацией точечных дефектов в кристаллических фазах переменного состава. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: химическая связь и строение молекул». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |
| **1.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 3. Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.14** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 3 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: описание структуры кристаллов». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **1.17** | **Лекция** **4.** **Учение** **о** **растворах.** **(Лек).** Растворы: определение, понятия и классификация. Идеальные, регулярные, реальные растворы. Различные способы выражения состава растворов: массовая, мольная доля и объемная доли компонентов раствора.  Давление насыщенного пара растворов. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование. Абсолютно идеальные растворы. Следствия из закона Рауля. Понижение температуры кристаллизации растворов (криоскопия). Повышение температуры кипения растворов нелетучих веществ (эбуллиоскопия).  Осмотическое давление растворов. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления идеальных и предельно разбавленных растворов.  Абсорбция. Давление газа над неидеальным раствором. Закон Генри. Закон распределения растворяемого вещества по фазам в гетерогенной системе. Экстракция. Очистка металлов от примесей зонной плавкой.  Термодинамика неидеальных растворов. Учет отклонения в поведении реальных растворов от идеальных заменой концентрации раствора его активностью. Выбор стандартного состояния раствора.  Типы твердых растворов. Факторы, влияющие на образование твердых растворов. Морфотропные переходы. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 4. Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.19** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 4 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.20** | **Лабораторная** **работа** **2.** **(Лаб).** Дериватографический анализ процесса разложения MCO3, M = Ca, Sr, Ba. | | 1 | 4 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **1.21** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **1.22** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Подготовка обзора на тему «Учение о растворах». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2. Физико-химические основы синтеза и анализа материалов микроэлектроники (химические процессы в гетерогенных системах, фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем, основы химической кинетики, основные понятия об электрохимических процессах, поверхностные явления)** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция** **5.** **Химические** **процессы** **в** **гетерогенных** **системах.** **Диаграммы** **состояний** **(фазовые** **диаграммы)** **состав-свойство.** **(Лек).** Гомогенные и гетерогенные системы. Фаза, независимые компоненты, степени свободы системы. Общие условия равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса.  Однокомпонентные системы. Равновесные соотношения при фазовых переходах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.  Диаграммы состояний (фазовые диаграммы) состав-свойство. Фазовые диаграммы – физико-химические основы синтеза веществ.  Типы диаграмм состояний двухкомпонентных систем. Диаграммы плавкости систем, компоненты которых образуют: эвтектическую смесь; твёрдые растворы; конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся промежуточные химические соединения. Эвтектика, перитектика.  Общая характеристика трёхкомпонентных систем. Свойства концентрационного треугольника.  Фазовые диаграммы, имеющие важное значение в микроэлектронике. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 5. Контрольные вопросы по ЛК5 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.3** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 5 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.4** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **2.5** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Подготовка обзора на тему «Химические процессы в гетерогенных системах. Диаграммы состояний (фазовые диаграммы) состав-свойство». | | 1 | 6 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2.6** | **Лекция** **6.** **Основы** **химической** **кинетики.** **(Лек).** Кинетика гомогенных химических реакций. Скорость химической реакции. Основной закон химической кинетики (закон действующих масс). Закон Гульдберга–Вааге. Константа равновесия химической реакции. Молекулярность и порядок химической реакции. Моно-, би- и тримолекулярные реакции. Причины несовпадения порядка реакции и ее молекулярности. Выражения для скорости реакции первого, второго и третьего порядков. Период полураспада (полу-превращения). Методы определения порядка химических реакций.  Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант–Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химической реакции, ее физический смысл. Теория активных столкновений. Теория переходного состояния (теорией активного комплекса). Энергетические диаграммы пути реакции. Зависимость скорости реакции от энтропии активации.  Сложные реакции: обратимые, последовательные и параллельные, ступенчатые, консекутивные, сопряженные, цепные.  Особенности кинетики гетерогенных процессов. Порядок гетерогенных реакций. Диффузионные и химические ограничения скорости реакции. Кинетическая и диффузионная области контроля гетерогенного процесса.  Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и ингибиторы. Порядок гетерогенных реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и ингибиторы. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.7** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 6. Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.8** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 6 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.9** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Получение керамических образцов сегнетоэлектрической фазы BaTiO3. | | 1 | 4 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **2.10** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.11** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Подготовка обзора на тему «Основы химической кинетики». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2.12** | **Лекция** **7.** **Основные** **понятия** **об** **электрохимических** **процессах.** **(Лек).** Предмет электрохимии как науки. Растворы электролитов. Твердые электролиты. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Сильные и слабые электролиты, изотонический коэффициент. Закон разбавления Оствальда. Причины электролитической диссоциации. Термодинамический метод изучения свойств сильных электролитов. Активность, коэффициент активности.  Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов, их концентрационная зависимость.  Электрохимическая ячейка (гальванический элемент - ГЭ). Двойной электрический слой, электролитическая упругость растворения. электродные потенциалы, ЭДС ГЭ. Формула Нернста для электродного потенциала.  Стандартный водородный электрод. Водородная шкала потенциалов. Электрохимический ряд напряжений. Примеры гальванических элементов.  Неравновесные электрохимические процессы. Электролиз. Законы Фарадея электролиза.  Электрохимическая кинетика и электродные процессы. Поляризация электродов. Электродная поляризация. Электродное перенапряжение, его виды. Напряжение разложения электролита.  Полярографический анализ. Полярограф Гейровского.  Применения электрохимические процессов. Химические источники тока. Гальванотехника. Электрохимическое выделение металлов, их рафинирование. Электрохимическое растворение и пассивность металлов. Анодное растворение металлов и сплавов, катодное осаждение металлов. Коррозия и защита от коррозии. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 7. Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.14** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК 7 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **2.16** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Подготовка обзора на тему «Основные понятия об электрохимических процессах». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | |  |  |  |  | . |
| **2.17** | **Лекция** **8.** **Поверхностные** **явления** **(Лек).** Поверхность и родственные объекты, различие их физических свойств от свойств объемных фаз.  Поверхностная энергия и ее анизотропия. Термодинамика поверхности. Равновесные формы тел. Поверхностное натяжение. Давление над искривленной поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа. Зависимость давления насыщенного пара жидкости от кривизны поверхности. Уравнение Томсона (Кельвина) и следствия из него.  Особенности атомной структуры поверхностного слоя. Релаксация и реконструкция структуры в поверхностных системах.  Смачивание и растекание жидкости. Леофильные и леофобные системы.  Адгезия, когезия. Работа когезии и адгезии, уравнение Дюпре.  Капиллярные явления. Формула Жюрена. Пористость. Капиллярная конденсация.  Адсорбция на поверхностях твердых или жидких тел. Физическая и химическая адсорбция. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса и Ленгмюра. Мономолекулярная и потенциальная теории адсорбции. Влияние неоднородности поверхности и энергетики кристаллов на адсорбцию. Уравнение полимолекулярной адсорбции. Супрамолекулярная структура адсорбентов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эффект Ребиндера. Применение адсорбентов.  Десорбция. Термодесорбционная спектроскопия.  Механизмы роста на поверхности: зародышевый рост Фольмера-Вебера, послойный роста Франка - ван-дер-Мерве, смешанный механизма роста Странского – Крастанова. Эпитаксиальные пленки. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 8. Контрольные вопросы по ЛК8 | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.19** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Вопросы по ЛК \* | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.20** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Методы выращивание монокристаллов, получение кристаллов Al2O3 бестигельной зонной плавкой. | | 1 | 4 | ОПК-1.2, ОПК -1.1 | |
| **2.21** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **2.22** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Подготовка обзора на тему «Поверхностные явления». | | 1 | 6 | ОПК-1.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 1 | 33,65 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 2,35 | ОПК-1.1, ОПК -1.2 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| . |  | . |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | |
|  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | |
|  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Химия в материаловедении», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | |
|  |  |  |
| Записать гамильтониан свободного многоэлектронного атома.  Вид волновых функций, получаемых при решении уравнение Шредингера для водородоподобных атомов.  Что определяют квантовые числа – n, l. m, s, j.  Пространственное распределение электронной плотности s-, p- и d-электронов.  Подходы к решению уравнения Шредингера для многоэлектронного атома.  Атомные орбитали и квантовые числа многоэлектронных атомов.  Принцип запрета Паули. Электронные конфигурации и термы. Правила Хунда.  Электронные слои и оболочки.  Последовательность энергетических уровней. Периодический закон химических элементов Д.И. Менделеева. s-, p- и переходные элементы.  Влияние неподеленной электронной пары центрального атома на пространственная строение молекул.  Теория молекулярных орбиталей (МО). Метод ЛКАО МО.  Энергетические диаграммы МО. Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие МО. Обозначения МО. Порядок связи.  Особенности однокомпонентных систем, равновесные соотношения при фазовых переходах, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.  Диаграммы состояний (фазовые диаграммы) состав-свойство. Фазовые диаграммы – физико- химические основы синтеза веществ.  Типы диаграмм состояний двухкомпонентных систем (диаграммы плавкости систем, компоненты которых образуют: эвтектическую смесь; твёрдые растворы; конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся промежуточные химические соединения).  Дать определения эвтектики, перитектики, привести примеры содержащих их диаграмм состояний.  Общая характеристика трёхкомпонентных систем. Свойства концентрационного треугольника.  Фазовые диаграммы, имеющие важное значение в микроэлектронике.  Дать определения поверхности и родственных объектов, указать различие их физических свойств от свойств объемных фаз.  Поверхностная энергия и ее анизотропия. Термодинамика поверхности.  Поверхностное натяжение. Давление над искривленной поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа.  Зависимость давления насыщенного пара жидкости от кривизны поверхности. Уравнение Томсона (Кельвина) и следствия из него.  Особенности атомной структуры поверхностного слоя. Релаксация и реконструкция структуры в поверхностных системах.  Смачивание и растекание жидкости. Леофильные и леофобные системы.  Адгезия, когезия. Работа когезии и адгезии, уравнение Дюпре.  Капиллярные явления. Формула Жюрена. Пористость. Капиллярная конденсация.  Адсорбция на поверхностях твердых или жидких тел. Физическая и химическая адсорбция.  Уравнение изотермы адсорбции Гиббса и Ленгмюра.  Влияние неоднородности поверхности и энергетики кристаллов на адсорбцию. Уравнение полимолекулярной адсорбции.  Супрамолекулярная структура адсорбентов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эффект Ребиндера. Применение адсорбентов.  Десорбция. Термодесорбционная спектроскопия. | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  |  | . |
| Механизмы роста на поверхности: зародышевый рост Фольмера-Вебера, послойный роста Франка - ван-дер-Мерве, смешанный механизма роста Странского – Крастанова. Эпитаксиальные пленки. | | | | | |
| **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 помещенией** | | | | **Перечнь 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. | |
| Лаборатория научно-исследовательского института материалов твердотельной электроники | | | | Установка для проведения рентгенографического анализа, Установка для проведения дериватографического анализа, Установка для выращивания кристаллов методом оптической зонной плавки, Установка для изготовления керамики | |
| 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. |  | Буш А. А. Электронная структура и свойства химических элементов [Электронный ресурс]:. - , 2014. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_1145.iso | | | |
| 2. |  | Еремин В. В., Каргов С. И., Успенская И. А., Кузьменко Н. Е., Лунин В. В. Основы физической химии. В 2 ч [Электронный ресурс]:учебник. - Москва: Лаборатория знаний, 2019. - 625 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/116100 | | | |
| 3. |  | Буш А. А. Атомно- кристаллическое строение материалов [Электронный ресурс]:. - , 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1280.iso | | | |
| 4. |  | Буш А. А. Химическая связь, строение молекул. [Электронный ресурс]:. - , 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_1146.iso | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Цирельсон В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Электронный ресурс]:учебное пособие для вузов. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 522 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94104 | | | |
| 2. |  | Горшков В. И., Кузнецов И. А. Основы физической химии [Электронный ресурс]:учебник. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 410 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97412 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| . | | |  | . |
| 3. |  | Буш А. А. Физико-химические основы и методы роста монокристаллов, выращивание кристаллов AL2 O3 бестигельной зонной плавкой [Электронный ресурс]:метод. указ. для студ. днев. отд.. - М.: МИРЭА, 2011. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_528.iso | | |
| 4. |  | Буканова Е. Ф., Дулина О. А. Коллоидная химия в вопросах и ответах [Электронный ресурс]:сборник заданий. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/06032019/1925.iso | | |
| 5. |  | Буш А. А. Технология керамических материалов, особенности получения керамики ВТСП фазы YBa<sub>2</sub> Сu<sub>3</sub> О<sub>7-y</sub>:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2000. - 80 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | |
| 2. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 3. |  | Химические наука и образование в России  http://www.chem.msu.su/rus | | |
| 4. |  | ХиМик.ru - сайт о химии http://www.xumuk.ru | | |
| 5. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 6. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 7. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 8. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 9. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 10. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 12. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 13. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 14. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.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, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых 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 имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся 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.  Медиаматериалы 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. | | |