|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Гибкое управление инженерными проектами** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра информатики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 22.03.2021 № 8  Зав. кафедрой Шамин Роман Вячеславович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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 информатики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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 | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 5 |
| методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-3.3 : Руководит работой команды, разрешает и противоречия на основе учёта интереса всез сторон** | | |
| **Знать:** | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| **Уметь:** | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации 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-2.3 : Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта** | | |
| **Знать:** | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| **Уметь:** | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **УК-1 : Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий** | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 6 |
|  |  |  |
| **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-1.3 : Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода** | | |
| **Знать:** | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| **Уметь:** | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |
| **Владеть:** | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |
|  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - Современные методы управления проектами | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| - Современные методы управления проектами | | |
| - Методы разработки гибкой концепции управления и плана реализации проекта с учётом возможных рисков реализации и возможностей их устранения | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| - 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 | | |
| - Методы мониторинг хода реализации инженерного проекта | | |
| **Уметь:** | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| - 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 | | | | | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта 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 | | | | | | |
| - Осуществлять мониторинг хода реализации проекта, корректировать отклонения, вносить дополнительные изменения в план реализации проекта 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:** | | | | | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками разработки концепции инженерного проекта 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 | | | | | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации проекта с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Навыками управления проектами с использованием гибкой методологии | | | | | | |
| - Ключевыми инструментами гибкого управления инженерными проектами с целью мониторинга хода реализации, корректировки отклонений и внедрения изменений в план реализации проекта 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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Выбор метода управления проектом, определение цели и задач проекта | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ жизненного цикла проекта. Создание иерархической структуры проекта. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.9** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **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-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 7 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.19** | **Командообразование** **в** **гибком** **управлении** **проектами** **(Лек).** Этапы командообразования. Распределение ролей в гибком управлении. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Распределение ролей в гибком управлении | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.21** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 8 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.22** | **Планирование** **гибких** **проектов** **(Лек).** Принцип быстрого планирования. Поэтапное уточнение планов. Техники планирования. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Уточнение планов гибких проектов. Разбор различных техник планирования. | | 2 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.24** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Изучение материалов лекции. Подготовка к практическому занятию. | | 2 | 8 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 12 |
| 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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| 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 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 13 |
|  |  |  |  |  |
| **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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 14 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Измерения полупроводниковых материалов и структур** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **7 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 | | | 32 | 24 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 44 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 16 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель, Лавров С.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Измерения полупроводниковых материалов и структур** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Измерения полупроводниковых материалов и структур» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 7 з.е. (252 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 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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 | 14 | ПК-1.1 | |
| **1.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 10 | ПК-1.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.1 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | 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. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Стационарная проводимость. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.4** | **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 | |
| **3.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Фототок короткого замыкания p-n перехода | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ методики поверхностной фото-ЭДС. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **3.7** | **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 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Применение фазового метода измерения времени жизни носителей заряда. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Методика накачки-зондирования | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.10** | **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 | |
| **3.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Определение диффузной длины | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Использование частотного метода для измерения времени жизни носителей заряда | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.13** | **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 | |
| **3.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Экспериментальные методики исследования свойств полупроводников. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет оптического отражения от образца сложной структуры | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.16** | **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 | |
| **3.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Использование метода фурье-спектроскопии | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Интерферрограммы. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.19** | **Лекция** **15.** **Инфракрасная** **эллипсометрия** **(Лек).** Сущность метода. Схема экспериментальной установки. Примеры получаемых результатов. Обработка и анализ данных. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **3.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Особенности применения методики инфракрасной эллипсометрии. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ результатов эллипсометрии | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.22** | **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 | |
| **3.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод окрашивания шлифа | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод Оже-спеткроскопии | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.25** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Домашнее задание по теме лекции | | 3 | 20 | ПК-1.2 | |
| **3.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям | | 3 | 24 | ПК-1.2 | |
| **3.27** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Определение удельного сопротивления полупроводниковых материалов зондовыми методами | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.28** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов методом Ван дер Пау | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.29** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Измерение концентрации и подвижности носителей заряда оптическими методами | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.30** | **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 «Измерения полупроводниковых материалов и структур», 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. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  |  | стр. 11 |
| •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 помещений** | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| 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 | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 12 |
|  | | | | 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. |  | 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 | | | |
| 2. |  | Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников:учеб. пособие для вузов. - М.: Наука, 1990. - 686 с. | | | |
| 3. |  | Павлов Л. П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов:Учеб. для вузов по спец. "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы". - М.: Высш. шк., 1987. - 238 с. | | | |
| 4. |  | Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники:учебное пособие для вузов. - М.: Юрайт, 2014. - 463 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. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 3. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 4. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 5. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 6. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | | |
| 7. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | | |
| 8. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | | |
| 9. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | | |
| 10. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | | |
| 11. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | | |
| 12. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | | |
| 13. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| 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: | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 14 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Интегральная электроника** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **9 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 | 42 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
| 3 | | 5 | 180 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 16 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *старший преподаватель, Колесникова Т.Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Интегральная электроника** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Интегральная электроника» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 9 з.е. (324 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 физические и математические законы микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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** | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - устанавливать связь между электрическими параметрами интегральной схемы и параметрами входящих в нее элементов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - способами расчета и контроля основных технологических процессов и электрических параметров интегральных схем. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные физические и математические законы микро- и наноэлектроники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - устанавливать связь между электрическими параметрами интегральной схемы и параметрами входящих в нее элементов | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - способами расчета и контроля основных технологических процессов и электрических параметров интегральных схем. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Элементная база и технология производства интегральных схем** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Интегральные** **транзисторные** **структуры** **(Лек).** Интегральные униполярные транзисторы: МОП –транзисторы с индуцированным каналом, МОП –транзисторы со встроенным каналом, комплементарные структуры, транзистор с управляющим p-n переходом, полевой транзистор на гетеропереходах, V-МДП транзисторы | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет основных параметров указанных транзисторов в первой лекции : ВАХ, крутизны, порогового напряжения, тока насыщения, напряжения отсечки, емкостей барьерной и диффузионной | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.3** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **2.** **Интегральный** **биполярный** **транзистор** **(Лек).** эпитаксиально-планарный транзистор, многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторные структуры интегрально-инжекционной логики, транзистор с барьером Шоттки, арсенид-галлиевые трангзисторы | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Определение тока через базу n-p-n транзистора, определение коэффициента усиления по постоянному току, распределение избыточной концентрации в базе, вычисление тока эмиттера и дифференциального сопротивления между коллектором и базой | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.7** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Выпонение курсовой работы | | 2 | 30 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **3.** **Элементная** **база** **интегральных** **схем** **(Лек).** Изоляция элементов, интегральные диоды, интегральные резисторы, интегральные конденсаторы | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет диффузионных резисторов, расчет пинч-резистора, расчет конденсаторов биполярной структуры, расчет МОП – конденсаторов | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.10** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекци | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.11** | **Лекция** **4.** **Технология** **производства** **интегральных** **схем** **(Лек).** Фотолитография, электронолитография, рентгенолитография, ионная литография, лазерная литография, эпитаксия | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет профилей распределения примесей при ионной имплантации | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.14** | **Лекция** **5.** **Легирование** **полупроводников** **(Лек).** Высокотемпературное легирование. Ионная имплантация. Радиационно-стимулированная диффузия. Лазерный отжиг. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет профилей распределения примесей при высокотемпературной диффузии | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.17** | **Лекция** **6.** **Процессы** **обработки** **поверхности** **пластин** **полупроводников** **(Лек).** Травление, ионное травление, ионно-химическое травление, плазмохимическое травление, Лазерно-стимулированное травление. Металлизация. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Обзор литературы по плазмохимическому травлению. Особенности травления кремния, арсенида галлия, нитрида галлия. Подбор рецептуры газов | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.19** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.20** | **Лекция** **7.** **Сборка** **интегральных** **схем**  **(Лек).** Скрайбирование, монтаж кристаллов на основание корпуса, разварка выводов, герметизация корпусов, тестовые испытания, маркировка | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Классификация интегральных схем | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.23** | **Лекция** **8.** **Технологические** **маршруты** **производства** **интегральных** **схем.** **(Лек).** Ограничители и формирователи напряжения прямоугольной формы.  Релаксационные генераторы на основе ОУ. Одновибраторы и управляемые генераторы на основе ОУ. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Основные параметры интегральных схем. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.25** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по Разделу | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **1.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 2 | 6 | ПК-1.2 | |
| **1.27** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 6 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 2 | 16 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4. Логические и аналоговые интегральные схемы** | | | | | | |
| **4.1** | **Лекция** **9.** **Классификация** **и** **основные** **характеристики** **логических** **элементов** **(Лек).** Классификация и основные характеристики логических элементов | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет транзисторного ключа, реализованного на биполярном транзисторе | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.3** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.4** | **Лекция** **10.** **Логические** **ИС** **на** **биполярных** **транзисторах** **(Лек).** Транзисторная логика с непосредственными связями. Резистивно-транзисторная логика. Интегральная инжекционная логика. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Эмиттерно-связанная логика | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Нарисовать схемы РТЛ, ИИЛ, ДТЛ, ТТЛ, ЭСЛ и проверить соответствующие таблицы истинности | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.7** | **Лекция** **11.** **Логические** **элементы** **ИС** **на** **МДП** **транзисторах** **(Лек).** Схемы на транзисторах с каналами одного типа проводимости. Схемы на комплементарных транзисторах. Сравнительный анализ логических элементов. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Для элемента ТТЛ определить напряжения на базах всех  входящих в него транзисторов для обоих логических состояний при температуре -60 С и 120 С Uи.п. =5 В, оцените максимальный выходной ток при замыкании выхода с общей шиной. Нарисуйте входные и выходные характеристики | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.10** | **Лекция** **12.** **Запоминающие** **устройства** **(Лек).** Классификация запоминающих устройств. Запоминающие устройства на биполярных структурах. Запоминающие устройства на арсениде галлия. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **4.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет минимальной мощности, потребляемой элементом памяти в режиме хранения Uпор3,4 = -1,5 В, Uпор.1,2,3,4 =0,7 В. Удельная крутизна всех транзисторов одинакова и равна 0,1 ма/В | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.13** | **Лекция** **13.** **Триггеры.** **(Лек).** Бистабильные ячейки, триггер Шмитта, RS-триггер, RST-триггер, D-триггер, Т-триггер, JK-триггер | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Составить таблицу переключений триггера. На вход триггера поданы сигналы S=R=0 –запрещенная комбинация. Затем подаются сигналы S=R=1. В каком состоянии окажется триггер? В каком состоянии окажется триггер, если поменять запрещенные комбинации местами? | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.16** | **Лекция** **14.** **Цифровые** **устройства** **на** **основе** **триггеров** **(Лек).** Счетчики, регистры сдвига, сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексор. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Нарисовать четверть сумматор и его схемы на элементах И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Нарисовать полусумматор и его структурную схему. Нарисовать схему сумматора, реализованного на двух полусумматорах на ИЛЭ типа ИЛИ-НЕ. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.19** | **Лекция** **15.** **Аналоговые** **ИС** **(Лек).** Операционный усилитель: дифференциальный усилитель, структурная схема операционного усилителя, линейные включения операционного усилителя, нелинейные включения ОУ. Преобразователи ЦАП-АЦП. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Проведите моделирование двухвходового сумматора и дифференциатора и снимите его АЧХ | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** По теме Лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.22** | **Лекция** **16.** **Интегральные** **схемы** **СВЧ-диапазона** **(Лек).** Элементная база электроники СВЧ. Интегральные транзисторы СВЧ –диапазона. Монолитные арсенид галиевые ИС. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Обзор по транзисторным структурам, используемых в GaAS ИС: полевой транзистор с барьером Шоттки, транзисторы на горячих электронах (HEMT), биполярные гетеротранзисторы (HBT) | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по Разделу | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **4.25** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Исследование активных и пассивных элементов биполярных транзисторов | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **4.26** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** Исследование логических элементов на биполярных транзисторах. Резистивно- транзисторная логика (РТЛ), Транзисторно- транзисторная логика | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **4.27** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Исследование логических элементов на биполярных транзисторах. Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ), интегральная инжекционная логика (ИИЛ или И2 Л). | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **4.28** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Исследование переходные процессов в ЭСЛ схемах. | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **4.29** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к практическим и лапбораторным занятиям | | 3 | 30 | ПК-1.2 | |
| **4.30** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Контрольные вопросы | | 3 | 50 | ПК-1.1 | |
| **5. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **5.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 3 | 33,65 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **5.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2,35 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Интегральная электроника», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел 1.  1. Построение графиков ВАХ, крутизны от напряжения на затворе, тока насыщения в канале от напряжения на стоке.  2. Модель Эберса-Молла.  3. Методы изоляции в современных БИС  4. Схемы диодного включения транзистора?  5. Добротность интегрального конденсатора?  6. Что такое фотолитография ?  7. Что такое фотошаблон ?  8. Что такое рентгеношаблон ?  9. Виды эпитаксии?  10. Что такое процесс легирования полупроводников?  11. Законы, отражающие процесс высокотемпературной диффузии?  12. Что такое ионная имплантация?  13. Что такое процесс травления и какие функции он выполняет?  14. Какие функции выполняет пленка диоксида кремния на кремнии?  15. Что такое процесс плазменного травления?  16. Процессы металлизации вы знаете?  17. Сборка интегральных схем?  18. Что такое процент выхода годных?  19. К какому типу изоляции относится изопланарная технология на биполярных транзисторах?  20. Что такое комбинированный тип изоляции элементов?  21. Почему МДП-интегральные схемы изготавливают на кремниевых подложках с | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
| ориентацией поверхности по плоскости (100)?  Раздел 2  1. Что такое логический элемент ИС?  2. На какие три основные группы делятся логические элементы ИС, реализованные на биполярных транзисторах?  3. Что такое степень интеграции?  4. Как работает логическая ячейка И2Л, ДТЛ, ТТЛ, ЭСЛ?  5. Как формируются ячейки памяти на МДП-транзисторах и биполярных транзисторах?  6. Что такое ЗУ динамического типа?  7. Что такое бистабильная ячейка?  8. Чем отличается RST-триггер отRS –триггера?  9. Какие функции выполняют Т-триггер, D- триггер?  10. Что такое сдвиговый регистор?  11. Что такое мультиплексор?  12. Что такое дешифратор? | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Учебная лаборатория интегральной электроники | | | | Измерительный стенд «Исследование биполярных транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд. компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «C-V характеристики» | |
| 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. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | |
| 1. |  | Щука А. А., Сигов А. С. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника [Электронный ресурс]:Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 326 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/470589 | | |
| 2. |  | Щука А. А. Микроэлектроника:. - , 2016. - 726 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 342 с. | | |
| 2. |  | Щука А. А., Сигов А. С. Электроника:Учеб. пособие. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 799 с. | | |
| 3. |  | Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии:Учеб. пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2004. - 327 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 3. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 4. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 5. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 6. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 7. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 8. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 9. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 10. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | |
| 11. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 15. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 16. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 17. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 18. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 12 |
| 19. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 20. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 21. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 22. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Испытания и надежность изделий твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **7 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 | | | 32 | 24 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 44 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 16 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Адонин А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Каевицер Е.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Испытания и надежность изделий твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Колковский Ю.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Испытания и надежность изделий твердотельной электроники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 7 з.е. (252 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 понятия теории надежности, контрольно-измерительное оборудование для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить измерение параметров и характеристик изделий твердотельной | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками проведения испытания для контроля качества и оценки надежности изделий твердотельной электроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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 о техническом обслуживании, номенклатуру запасных частей | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить осмотр и ремонт изделий твердотельной электроники | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками проведения текущего обслуживания и выявления причин отказов | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Основные понятия о техническом обслуживании, номенклатуру запасных частей | | | | | | |
| - основные понятия теории надежности, контрольно-измерительное оборудование для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - проводить осмотр и ремонт изделий твердотельной электроники | | | | | | |
| - проводить измерение параметров и характеристик изделий твердотельной | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками проведения текущего обслуживания и выявления причин отказов | | | | | | |
| - навыками проведения испытания для контроля качества и оценки надежности изделий твердотельной электроники | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Надежность изделий твердотельной электроники** | | | | | | |
| **1.1** | **Введение.** **Основные** **понятия** **надежности.** **(Лек).** Введение в предмет. Надежность. Изделие. Элемент. Система. Основные состояния и события, характеризующие надежность. Причины отказов. Свойства изделий с позиций надежности. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Вводное занятие | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.5** | **Случайные** **величины** **и** **их** **характеристики** **(Лек).** Функция вероятности случайной величины. Плотность вероятности. Числовые характеристики непрерывных случайных величин. Моменты распределения. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.8** | **Показатели** **надежности** **(Лек).** Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Плотность распределения наработки до отказа. Интенсивность отказов. Средняя наработка до первого отказа. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.11** | **Типичные** **распределения** **отказов** **(Лек).** Этапы эксплуатации. Законы распределения отказов. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.13** | **Безотказность** **(Лек).** Характеристики безотказности. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.15** | **Надѐжность** **сложных** **невосстанавливаемых** **изделий** **(Лек).** Безотказность при основном соединении. Безотказность при резервировании. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.18** | **Надѐжность** **восстанавливаемых** **изделий** **(Лек).** Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.19** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.20** | **Ремонтопригодность** **изделий.** **Долговечность** **изделий** **и** **их** **элементов.** **Сохраняемость** **(Лек).** Среднее время восстановления (ремонта) и его дисперсия. Коэффициент Технического использования. Коэффициент готовности.Показатели долговечности. Коэффициент долговечности. Показатели сохраняемости. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.25** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы | | 2 | 16 | ПК-1.1 | |
| **1.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 8 | ПК-1.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.1 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **3. Обеспечение надежности и ремонт** | | | | | | |
| **3.1** | **Обеспечение** **надѐжности** **в** **производстве** **(часть** **1)** **(Лек).** Системы управления надѐжностью. Конструктивные методы обеспечения надѐжности. Технологические методы. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Состав отбраковочных испытаний. Тренировки. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.3** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.4** | **Обеспечение** **надѐжности** **в** **производстве** **(часть** **2)** **(Лек).** Технологические методы обеспечения надеждности. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Электротренировка, термотренировка, электротермотренировка. Выбор режима тренировки | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.7** | **Обеспечение** **надѐжности** **в** **эксплуатации** **(часть** **1)** **(Лек).** Основные понятия о техническом обслуживании. Определение периодичности работ технического обслуживания. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Требования к конструкции корпусов. Классификация корпусов по технологии изготовления и используемым материалам. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.10** | **Обеспечение** **надѐжности** **в** **эксплуатации** **(часть** **2)** **(Лек).** Продолжительность обслуживания изделий | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Конструкция и надежность различных типов корпусов | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.13** | **Ремонт** **изделий** **(часть** **1)** **(Лек).** Характеристики видов ремонтов. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.16** | **Ремонт** **изделий** **(часть** **2)** **(Лек).** Содержание текущих ремонтов. Определение продолжительности простоев в ремонте | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.18** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.19** | **Обеспечение** **запасными** **частями** **(Лек).** Номенклатура запасных частей. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.21** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **3.22** | **Определение** **расхода** **(Лек).** Определение расхода запасных частей. | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задания по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по лекции | | 3 | 2 | ПК-1.2 | |
| **3.25** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Механизмы внезапных и постепенных отказов диодов и биполярных транзисторов ИС. Отказы пассивных элементов ИС. Дефекты металлизации на кристалле ИС. Механизмы отказов МДП ИС. Методы предотвращения указанных дефектов | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.26** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** Общие дефекты в твердых телах. Дефекты в кремниевой подложке. Дефекты пленок поликристаллического кремния. Дефекты структуры  диэлектрических слоев. Методы предотвращения указанных дефектов | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.27** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Катастрофические и скрытые повреждения ИС под воздействием  электростатических разрядов (ЭСР). Порог чувствительности и энергия, необходимая для повреждения ИС. Зависимость количества разрядных  импульсов ЭСР, приводящих к катастрофическим  отказам ИС, от величины напряжения ЭСР | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.28** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Источники радиации. Влияние радиации на кремниевые биполярные логические и аналоговые ИС. Воздействие радиации на МДП-схемы. Отжиг радиационных повреждений ИС | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.2 | |
| **3.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы, отчеты по лабораторным занятиям | | 3 | 30 | ПК-1.2 | |
| **3.30** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к практическим и лабораторным занятиям | | 3 | 14 | 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 «Испытания и надежность изделий твердотельной электроники», 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 2 семестр:  1.Чем обусловлено возникновение проблемы надежности? Примеры цены надежности. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  |  | стр. 9 |
| Стоимость качества ИС на различных стадиях применения.  2.Качество. Надежность. Три этапа обеспечения надежности в процессе конструирования, изготовления, эксплуатации.  3.Исправное и работоспособное состояние. Долговечность и сохраняемость.  4.Понятие отказа изделия. Признаки деления и виды отказов. Механизмы отказов ИЭТ.  5.Вероятность безотказной работы. Определения, свойства, функции.  6.Вероятность появления отказов, свойства функции.  7.Интенсивность отказов, определение, единицы измерения, зависимость от времени и нагрузки.  Вопросы 3 семестр:  1.Классификация уровней надежностей для ИЭТ. Зависимость между основными характеристиками надежности.  2.Гамма-процентный срок сохраняемости.  3.Общие дефекты в твердых телах.  4.«Ростовые» и «технологически вносимые», первичные и вторичные дефекты.  5.Понятие дефектности или сплошности оксида. Привести примеры сплошности оксида на различных технологических операциях.  6. Причины короткого замыкания в диодах, транзисторах и ИС.  7.Туннельный пробой. Лавинный пробой, причины.  8.Причины изменения обратного тока планарного р+ - n– диода.  9.Причины изменения обратного тока n+ -р– диода.  10.Причины дрейфа обратных токов и коэффициента усиления по току  транзисторов.  11.Виды и причины отказов резисторных и емкостных элементов.  12.Надежность металлизации, основные виды отказов металлизации.  13. Внезапные и постепенные отказы параметров МДП-транзисторов.  14.Пробой подзатворного диэлектрика. Тепловой пробой подзатворного оксида. Пробой перехода сток-подложка.  15.Типовая зависимость интенсивности ИЭТ от времени без отбраковочных и с отбраковочными испытаниями. Задачи отбраковочных испытаний. Состав отбраковочных испытаний (визуальные, климатические, механические, электрические) и их комбинации.  16. Что такое тренировка ИЭТ? Критерий правильности выбранного режима тренировки.  17. Методы электротренировки.  18.Статический метод электротермотренировки.  19.Динамические методы электротермотренировки.  20.Что такое тестирование, проводимое одновременно с электротермотренировкой.  21.Какие виды испытаний и их периодичность проводятся на заводе изготовителе ИС?  22.Характеристики источников радиационного излучения.  23.Влияние радиации на биполярные логические и аналоговые ИС.  24.Влияния радиации на МДП схемы.  25.Влияние конструктивных факторов на радиационную стойкость биполярных БИС.  26.Влияние конструктивных факторов на радиационную стойкость МДП – схем | | | |
| **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 помещений** | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий | | Мультимедийное оборудование, | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
| лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Учебная лаборатория интегральной электроники | | | | Измерительный стенд «Исследование биполярных транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд. компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «C-V характеристики» | |
| 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. |  | Иванов В. И., Лучников П. А., Сигов А. С., и др., Гуляев Ю. В. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы:учебник для бакалавриата и магистратуры. - М.: Юрайт, 2016. - 461 c | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Козырь И. Я. Качество и надежность интегральных схем:. - , 1987. - 143 с. | | | |
| 2. |  | Раннев Г. Г., Сурогина В. А., Калашников В. И., и др., Раннев Г. Г. Информационно- измерительная техника и электроника:Учебник для вузов. - М.: Академия, 2007. - 511 с. | | | |
| 3. |  | Горнев Е. С., Бокарев В. П., Мельников А. А. Технология интегральных схем:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2012. - 123 с. | | | |
| 4. |  | Быстров Ю. А., Колгин Е. А., Котлецов Б. Н. Технологический контроль размеров в микроэлектронном производстве:. - М.: Радио и связь, 1988. - 165 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 10. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | | |
| 11. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
| 13. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 15. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 16. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 17. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 18. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 19. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 20. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 21. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 22. |  | 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; | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | стр. 12 | | | | |
| 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 | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |
|  | 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 | | | | | | | |  |  |  | |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра иностранных языков (ИРТС)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 23.03.2021 № 8  Зав. кафедрой Чернова Н.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| - 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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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. | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 7 |
| 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. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 8 |
| 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? | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 9 |
| 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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| 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 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 10 |
|  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | |
| 1. |  | 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 | | |
| 2. |  | 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 | | |
| 3. |  | 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 | | |
| 4. |  | 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 | | |
| 5. |  | 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 | | |
| 6. |  | 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 | | |
| 7. |  | Дидык Н. В. Professional English [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: https://library.mirea.ru/secret/16022021/2579.iso | | |
| 8. |  | 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 | | |
| 9. |  | Шевцова Г. В., Москалец Л. Е. Английский язык для технических вузов:учебное пособие. - М.: ФЛИНТА, 2018. - 392 с. | | |
| 10. |  | 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 | | |
| 11. |  | 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 | | |
| 12. |  | Рыбакова М. В. Английский язык [Электронный ресурс]:метод. пособие для магистрантов. - М.: МИРЭА, 2017. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/12012018/1623.iso | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Get on well with radioengineering and electronics [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1389.iso | | |
| 2. |  | 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 | | |
| 3. |  | 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 | | |
| 4. |  | 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 | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | MyGrammarLab http://www.MyGrammarLab.com | | |
| 2. |  | English Grammar Online https://www.ego4u.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, | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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 и автоматизация эксперимента** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель, Буряков А.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| *ассистент, Глинский И.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Компьютерные технологии и автоматизация эксперимента** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Компьютерные технологии и автоматизация эксперимента» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| 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-4.2 | |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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 | 20 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 20 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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 | 20 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **2.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | | 1 | 20 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | | 1 | 33,65 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 1 | 2,35 | ОПК-4.1, ОПК -4.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Компьютерные технологии и автоматизация эксперимента», 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 помещений** | | | **Перечень основного оборудования** | | | | |
| Специализированная учебно-научная лаборатория моделирования и | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 9 |
| 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. |  | 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 | | | |
| 2. |  | Певцов Е. Ф. АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА [Электронный ресурс]:. - М.: МИРЭА, 2013. - 42 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/mr\_145.pdf | | | |
| 3. |  | 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 | | | |
| 4. |  | 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 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 3. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 4. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | | |
| 5. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | | |
| 6. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 10 |
| 7. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 8. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 9. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 10. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | |
| 11. |  | Stephen Wolfram: Official Website http://www.stephenwolfram.com | | |
| 12. |  | Wolfram: вычисления и знания, рука к руке http://www.wolfram.com | | |
| 13. |  | Wolfram Mathworld: The Web's Most Extensive Mathematics Resourse http://www.mathworld.wolfram.com | | |
| 14. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 15. |  | iXBT — интернет-издание о компьютерной технике  https://www.ixbt.com | | |
| 16. |  | 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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| 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 бизнес-процессов** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 31.05.2021 № 1  Зав. кафедрой Сороко А.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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 информационных технологий в государственном управлении** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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 | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-2 : Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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 | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 8 |
| «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. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 9 |
| 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
|  |  |  |  |  |  |
| **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
| **Наименование помещений** | | | | **Перечень 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, | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Монолитные интегральные схемы на основе полупроводниковых наногетероструктур** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 32 | 42 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. техн. наук, доцент, Миннебаев В.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Монолитные интегральные схемы на основе полупроводниковых наногетероструктур** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Колковский Ю.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Монолитные интегральные схемы на основе полупроводниковых наногетероструктур» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 3 з.е. (108 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **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:** | | | | | |
| - особенности проектирования и применения элементарной базы СВЧ интегральных схем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проектировать и оптимизировать интегральные схемы СВЧ усилителей | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - опытом применения полученных навыков при проектировании интегральных схем на основе полупроводниковых наногетероструктур | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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 | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проанализировать технологическую проблему, выделить базовые составляющие | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками поиска достоверной информации для решения технологической проблемы | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - нормы технологического производства | | | | | | |
| - особенности проектирования и применения элементарной базы СВЧ интегральных схем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - проанализировать технологическую проблему, выделить базовые составляющие | | | | | | |
| - проектировать и оптимизировать интегральные схемы СВЧ усилителей | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками поиска достоверной информации для решения технологической проблемы | | | | | | |
| - опытом применения полученных навыков при проектировании интегральных схем на основе полупроводниковых наногетероструктур | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Сверхвысокочастотные интегральные микросхемы** | | | | | | |
| **1.1** | **Введение** **(Лек).** Понятие СВЧ интегральных микросхем, функциональные и конструктивные особенности СВЧ интегральных микросхем | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.3** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.4** | **Элементарная** **база** **СВЧ** **ИМС** **(Лек).** Элементы с распределенными и сосредоточенными параметрами | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.6** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.7** | **Согласование** **импедансов** **в** **СВЧ** **ИМС** **(Лек).** Теорема Фано. Коэффициенты отражения и система S – параметров СВЧ многополюсников. Взаимные и невзаимные многополюсники, ГИС Y-циркулятора и вентиля. Синтез согласующих цепей с помощью диаграммы Смита. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.10** | **ИМС** **на** **СВЧ** **диодах** **(Лек).** Шумовые характеристики двухполюсников. ИМС СВЧ детектора, смесителя, фазовращателя | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.12** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.13** | **ИМС** **СВЧ** **транзисторных** **усилителей** **(Лек).** Усилительные и шумовые характеристики активных четырехполюсников. ГИС и МИС СВЧ усилителей | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.15** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.16** | **СВЧ** **микроэлектроника** **как** **направление** **наноэлектроники** **(часть** **1)** **(Лек).** Полевые транзисторы с барьером Шоттки на арсениде галлия с субмикронными затворами. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.19** | **СВЧ** **микроэлектроника** **как** **направление** **наноэлектроники** **(часть** **2)** **(Лек).** Гетероструктурные полевые транзисторы (HEMT). | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.22** | **СВЧ** **микроэлектроника** **как** **направление** **наноэлектроники** **(часть** **3)** **(Лек).** СВЧ гетероструктурные биполярные транзисторы (ГБТ). | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по теме лекции | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.24** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.25** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Подготовка докладов по теме, обзор литературы | | 2 | 32 | ПК-1.2 | |
| **1.26** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекции и практическим занятиям | | 2 | 10 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Монолитные интегральные схемы на основе полупроводниковых наногетероструктур», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 7 |
| Вопросы:  1. Понятие СВЧ ИМС. Особенности элементной базы.  2. Микрополосковый волновод в СВЧ ИМС.  3. Копланарный волновод в СВЧ ИМС.  4. S-параметры многополюсников. Взаимные и невзаимные многополюсники.  5. Согласование импедансов в СВЧ ИМС. Критерии согласования импедансов на заданной частоте.  6. Согласование импедансов в рабочей полосе частот. Предельная полоса согласования (теорема Фано).  7. Диаграмма Смита.  8. Синтез согласующих цепей на отрезках волноводов с помощью диаграммы Смита.  9. Синтез согласующих цепей на идеальных реактивностях с помощью диаграммы Смита.  10. Фильтр – прототип на идеальных реактивностях.  11. Фильтры низких частот в СВЧ ИМС.  12. Полосно-пропускающие фильтры в СВЧ ИМС.  13. Синфазные делители / сумматоры мощности в СВЧ ИМС.  14. Направленные ответвители в СВЧ ИС.  15. Квадратурные мосты в СВЧ ИМС.  16. ИМС дискретных фазовращателей на отрезках волноводов и реактивностях.  17. Переключательные р-i-n - диоды в СВЧ ИМС.  18. ИМС фазовращателей отражательного типа.  19. Варакторные диоды в СВЧ ИМС. Сверхрезкие p-n переходы.  20. Диоды Шоттки в СВЧ ИМС. Отличие механизма протекания тока в диодах Шоттки от диодов на основе p-n переходов.  21. Коэффициент шума СВЧ ИС многокаскадного приёмника. | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Баранов С. А. Устройства СВЧ и антенны:учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линяя - Телеком, 2018. - 344 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 8 |
| 2. |  | Виноградов А. Ю., Кабетов Р. В., Сомов А. М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны [Электронный ресурс]:. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2016. - 444 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111106 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Воскресенский Д. И., Гостюхин В. Л., Максимов В. М., Пономарев Л. И., Воскресенский Д. И. Устройства СВЧ и антенны:Учеб. для вузов. - М.: Радиотехника, 2006. - 376 с. | | |
| 2. |  | Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 480 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=300 | | |
| 3. |  | Васильев А. Г., Колковский Ю. В., Концевой Ю. А. СВЧ приборы и устройства на широкозонных полупроводниках:. - М.: Техносфера, 2011. - 415 с. | | |
| 4. |  | Бабинцев Д. В., Балыко А. К., Баранов А. В., и др. Электронные устройства СВЧ:. - , 2008. - 349 с. | | |
| 5. |  | Арешкин А. А. Микроминиатюризация и технология изготовления элементов и устройств СВЧ РЛС:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2011. - 79 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 2. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 3. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 4. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 5. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 6. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 7. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 8. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 9. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 10. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 11. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 12. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 13. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 14. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 15. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 16. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 17. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 18. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 9 |
| 19. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 20. |  | iXBT — интернет-издание о компьютерной технике  https://www.ixbt.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. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 10 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Наноразмерная электроника** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 32 | 42 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. техн. наук, доцент, Крутов В.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Наноразмерная электроника** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Наноразмерная электроника» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 3 з.е. (108 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **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 понятия и термины наноэлектроники, назначение наноразмерных устройств и тенденции развития данной области | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - осуществлять оперативный поиск информации в предметной области в научно-технической литературе и Web-ресурсах | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в предметной области | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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:** | | | | | |
| - диапазоны оценочных значений основных параметров изделий наноэлектроники и методы их расчёта | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - использовать методы расчёта параметров изделий наноэлектроники в профессиональной деятельности | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами определения основных параметров изделий наноэлектроники | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - диапазоны оценочных значений основных параметров изделий наноэлектроники и методы их расчёта | | | | | | |
| - основные понятия и термины наноэлектроники, назначение наноразмерных устройств и тенденции развития данной области | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - использовать методы расчёта параметров изделий наноэлектроники в профессиональной деятельности | | | | | | |
| - осуществлять оперативный поиск информации в предметной области в научно-технической литературе и Web-ресурсах | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - методами определения основных параметров изделий наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в предметной области | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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** | **Лекция** **1.** **Предмет,** **содержание,** **задачи** **курса** **(Лек).** Содержание и задачи курса. Литература. Web-ресурсы. Квантовые объекты (квантовые ямы, провода, точки). Туннелирование электронов. Примеры наноразмерных устройств и их назначение. Стратегия развития наноэлектроники в РФ до 2030г. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 1.Термины и определения наноразмерной электроники | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.3** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 2.Контрольные вопросы по разделу 1 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.4** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** СРС 1. Реферат на заданную тему с презентацией. | | 2 | 5 | ПК-1.1 | |
| **1.5** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **2. Наноразмерные устройства** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция2.** **Наноразмерные** **ферритовые** **устройства** **СВЧ** **диапазона** **(Лек).** Устройства СВЧ, содержащие наноферриты в качестве ключевых элементов. Уменьшение тангенса угла диэлектрических потерь наноферритов. Ферритовые фильтры подавления ВЧ помех. Ферритовые вентили одностороннего прохождения ЭМ волны. Ферритовые циркуляторы. Преимущества нанозернистых ферритов. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 3. Контрольные вопросы по ЛК2 | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Расчёт плотности мощности (Ватт/м3) тепловыделения и значения тангенса диэлектрических потерь наноферрита. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Определение оптимального размера зерна наноферрита с помощью зависимостей размера зерна феррита от избытка окиси иттрия и температуры спекания | | 2 | 3 | ПК-1.2 | |
| **2.5** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.6** | **Лекция** **3.** **Наноразмерные** **отражатели**  **в** **гетеролазерах** **на** **базе** **GaAs**  **(Лек).** Микрорезонатор из двух распределенных брэгговских отражателей (РБО). Преимущества РБО. Толщина слоя. Отличия свойств четвертьволновых соседних слоёв. Полупроводниковые и гибридные РБО. Количество парных слоёв. Полоса частот, коэффициент отражения. VCSEL на базе GaAs. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.7** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 5. Контрольные вопросы по ЛК3 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Расчёт коэффициента отражения РБО при заданных значениях показателей преломления и числа пар слоёв. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Полагая, что материалы слоёв РБО имеют показатель преломления приблизительно равный 2,2, определить оптимальную длину волны излучения, если толщина слоя РБО равна 70 нм. | | 2 | 3 | ПК-1.2 | |
| **2.10** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **2.11** | **Лекция** **4.** **Особенности** **микрорезонаторов** **VCSEL** **на** **нитриде** **галлия** **(Лек).** Три основных типа микрорезонаторов на РБО. Преимущества диэлектрических РБО (увеличение коэффициента отражения и уменьшение количества пар слоёв). Оптимальный тип РБО в УФ диапазоне. Четвертьволновые слои кварц/оксид ниобия. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 7. Контрольные вопросы по ЛК4 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Оценить значение толщины слоя РБО для синего луча, если показатель преломления слоёв приблизительно равен 2,3. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Оценить значение оптимальной длины волны излучения при толщине слоя брэгговской решётки 50 нм, если показатель преломления слоёв приблизительно равен 2,3. | | 2 | 3 | ПК-1.2 | |
| **2.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.16** | **Лекция** **5.** **Наноразмерные** **ячейки** **флэш-памяти** **FG** **(Лек).** Основные типы ячеек флэш-памяти. Электрически стираемая память EEPROM. Ячейки на основе МОП-транзистора с плавающим затвором (FGMOS, FG-технология). МОП-транзистор с изолированн затвором (MOSFET). MOSFET с индуцированным (инверсным) каналом. Туннелирование электронов через тонкие наноразмерные слои диэлектрика. Недостатки FG флэш-памяти. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.17** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 9. Контрольные вопросы по ЛК5 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 10. Оценить величину напряжения на затворе в MOSFET с индуцированным каналом, при которой появляется проводящий канал? Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.19** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Анализ FG-ячеек флэш-памяти | | 2 | 3 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.20** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **2.21** | **Лекция** **6.** **Наноразмерные** **ячейки** **флэш-памяти** **CTF** **(Лек).** CTF-технология – ячейки памяти с захватом заряда (Charge Trap Flash). МНОП-транзистор (металл-нитрид-окисел-п/п). TANOS структура. Слой нитрида кремния (вместо поликрист кремния). Преимущества по сравнению с флэш-памятью FG (уменьшение помех между ячейками, высокая плотность данных, ниже стоимость изготовления, ниже потребляемая мощность). Недостатки обеих технологий. Одноуровневые (однобитов) ячейки (SLC). Многоуровн ячейки (MLC). Преимущества SLC-ячеек. Варианты компоновки ячеек памяти. Трехмерная флэш-память NAND. Меры увеличения плотности данных. Механизмы неустойчивости уровня порогового напряжения Vt ячеек CTF. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 11. Контрольные вопросы по ЛК6 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Сравнительный анализ CTF-ячеек с захватом заряда и FG-ячеек с плавающим затвором. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.24** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Предложить и обосновать способы увеличения плотности данных флэш-памяти | | 2 | 3 | ПК-1.2, ПК-1.1 | |
| **2.25** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.26** | **Лекция** **7.** **Безмасочная** **литография** **высокого** **разрешения** **(Лек).** Методы безмасочной литографии (воздействие пучками заряженных частиц, воздействие острием кантилевера АСМ, безмасочная фотолитография). Режимы безмасочной фотолитографии (запись перемещающимся фокусированным лучом, интерференционная фотолитография). Фотолитография с использованием фокусированного луча, управляемого акустооптическим дефлектором (АОД). Фотолитография с помощью фокусированных лазерных лучей на 2-х длинах волн. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.27** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 13. Контрольные вопросы по ЛК7 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.28** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 14. Расчёт периода формируемой структуры при использовании двухлучевой интерференционной фотолитографии. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **2.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Изобразить блок-схему технологической установки быстрого перемещения фокусированного лазерного луча по поверхности образца | | 2 | 3 | ПК-1.2 | |
| **2.30** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.31** | **Лекция** **8.** **Наноразмерные** **отражатели** **рентгеновского** **излучения** **(Лек).** Области применения отражателей рентгеновского излучения. Многослойные рентгеновские зеркала (МРЗ). Фокусировка излучения с помощью рентгеновских зеркал. Формирование параллельного пучка с помощью параболического МРЗ. Материалы для парных четвертьволновых слоёв. Интерференционная рентгеновская литография. Ограничения на диапазон длин волн рентгеновского излучения. Формирование нанофильтров с помощью интерференционной рентгеновской литографии. | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.32** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 15. Контрольные вопросы по ЛК8 | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **2.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 16. Технологический маршрут изготовления нанофильтра с помощью интерференционной рентгеновской литографии. Презентация и обсуждение рефератов на заданную тему. | | 2 | 2 | ПК-1.2 | |
| **2.34** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Обосновать выбор верхней и нижней границ диапазона длин волн МРЗ, используемых в интерференционной рентгеновской литографии | | 2 | 3 | ПК-1.2 | |
| **2.35** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Наноразмерная электроника», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| \* Какие требования предъявляются к материалу чередующихся слоёв распределённый брэгговских отражателей?  \* Напишите формулу для расчёта толщины слоя брэгговского отражателя.  \* Чему приблизительно равна толщина слоя брэгговской решётки-отражателя VCSEL на базе GaAs?  \* Проэкспонированные участки каких фоторезистов удаляются путём травления в фотолитографии высокого разрешения? | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
| \* Каковы преимущества безмасочной литографии?  \*Чему равен период формируемой структуры при использовании двухлучевой интерференционной фотолитографии? Поясните все обозначения, входящие в формулу.  \* С помощью какого устройства осуществляется быстрое перемещение фокусированного лазерного луча по поверхности образца в процессе безмасочной фотолитографии? | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:учебное пособие для вузов. - М.: Лаборатория знаний, 2019. - 342 с. | | | |
| 2. |  | 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 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники:Пер. с англ.. - М.: Техносфера, 2007. - 367 с. | | | |
| 2. |  | Гуртов В. А. Твердотельная электроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2008. - 510 с. | | | |
| 3. |  | Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 480 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=300 | | | |
| 4. |  | Воротилов К. А., Мухортов В. М., Сигов А. С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства:. - М.: Энергоатомиздат, 2011. - 174 с. | | | |
| 5. |  | Щука А. А., Сигов А. С. Наноэлектроника:учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 344 с | | | |
| 6. |  | Чаплыгин Ю. А. Нанотехнологии в электронике:. - , 2013. - 686 с. | | | |
| 7. |  | Зебров Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники:Учеб. пособие для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 240 с. | | | |
| 8. |  | Ю П., Кардона М. Основы физики полупроводников:Пер. с англ.. - М.: Физматлит, 2002. - 560 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 11. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 15. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | |
| 16. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 19. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 20. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 21. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 22. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 23. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 24. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.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, | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| 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 в электронике** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Мишина Е.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Организация исследований в электронике** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Организация исследований в электронике» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-2** - Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | | | | | |
| **УК-1** - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2 : Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-2.2 : Представляет 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 | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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:** | | | | | |
| - Нормативные документы, регламентирующие проведение научных исследований и составление отчетной документации | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Анализировать на основе нормативных документов проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 5 |
| - Алгоритмами составления документации для проведения работ, направленных на разрешения проблемной ситуации | | |
|  |  |  |
| **УК-1.2 : Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации; критически оценивает надежность источников информации** | | |
| **Знать:** | | |
| - Современные источники научной информации, в частности российские и международные базы данных научных журналов и патентных источников | | |
| **Уметь:** | | |
| - Критически оценивать надежность источников информации и на этой основе разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками составления описания современного состояния исследований в заданной области | | |
|  |  |  |
| **УК-1.3 : Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода** | | |
| **Знать:** | | |
| - Алгоритмы составления стратегии исследования научными коллективами различного уровня с указанием целей и конкретных задач, их новизны, актуальности и значимости, методов и подходов к решению задач, а также роли отдельных исполнителей | | |
| **Уметь:** | | |
| - Разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода | | |
| **Владеть:** | | |
| - Навыками создания заявок на участие в конкурсах, навыками оформления и представления отчетной документации по проекту | | |
|  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - Современные источники научной информации, в частности российские и международные базы данных научных журналов и патентных источников | | |
| - современные методы исследования материалов и изделий электроники и наноэлектроники и способы представления результатов исследований по данному направлению | | |
| - Алгоритмы составления стратегии исследования научными коллективами различного уровня с указанием целей и конкретных задач, их новизны, актуальности и значимости, методов и подходов к решению задач, а также роли отдельных исполнителей | | |
| - Нормативные документы, регламентирующие проведение научных исследований и составление отчетной документации | | |
| **Уметь:** | | |
| - Разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода | | |
| - Критически оценивать надежность источников информации и на этой основе разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода | | |
| - представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы | | |
| - Анализировать на основе нормативных документов проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками организации и проведения исследований научными коллективами различного уровня, представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| - Алгоритмами составления документации для проведения работ, направленных на разрешения проблемной ситуации | | | | | | |
| - Навыками составления описания современного состояния исследований в заданной области | | | | | | |
| - Навыками создания заявок на участие в конкурсах, навыками оформления и представления отчетной документации по проекту | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | УК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Контрольные вопросы по ЛК1 | | 1 | 4 | УК-1.1 | |
| **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-1.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Контрольные вопросы по ЛК2 | | 1 | 4 | УК-1.1, УК-1.2 | |
| **1.5** | **Лекция** **3.** **Источники,** **определяющие** **направления** **развития** **науки.** **(Лек).** Программа «Наука». Закон о науке. Указы президента. Дорожные карты. | | 1 | 2 | УК-1.1, ОПК- 2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.6** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 4 | УК-1.1, УК-1.2 | |
| **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-1.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | УК-1.1 | |
| **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-1.2, УК- 1.3, 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-1.2, УК- 1.3, 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-1.2, УК- 1.3, ОПК-2.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 4 | УК-1.2, УК- 1.3, ОПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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-1.1, УК-1.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 2 | УК-1.1, УК- 1.2, 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-1.1, УК-1.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Перекрестное рецензирование проектов, подготовленных коллегами | | 1 | 20 | УК-1.1, УК- 1.3, ОПК-2.2 | |
| **1.17** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям | | 1 | 12 | УК-1.1, УК- 1.2, УК-1.3, ОПК-2.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 | ОПК-2.2, УК- 1.1, УК-1.2, УК-1.3 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 | ОПК-2.2, УК- 1.1, УК-1.2, УК-1.3 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Организация исследований в электронике», 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. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 9 |
| 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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Шерстюк Н. Э., Гладышев И. В., Кузнецов В. В. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) [Электронный ресурс]:метод. указания. - М.: РТУ МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/04122018/1881.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. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 4. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 5. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | | |
| 6. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | | |
| 7. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | | |
| 8. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | | |
| 9. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 10 |
| 10. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 11. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 16. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 19. |  | 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. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Перспективные технологии микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **7 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 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 26 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 0 | | | 32 | 42 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р техн. наук, профессор, Воротилов К.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Перспективные технологии микро- и наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Перспективные технологии микро- и наноэлектроники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 7 з.е. (252 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 тенденции развития современной микро- и наноэлектронной индустрии. | | | | | |
| - Основные технологические операции микроэлектронного производства | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Анализировать движущие силы развития отрасли | | | | | |
| - Анализировать сравнительные характеристики и перспективы развития различных видов изделий | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Навыками определения конструктивных и технологических особенностей производства транзисторных элементов ИС | | | | | |
| - Навыками определения конструктивных и технологических особенностей производства систем многоуровневой разводки ИС | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.2 : Использует программные средства проектирования и моделирования элементов электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Перспективные материалы и технологии для решения задач транзисторного цикла производства интегральных схем | | | | | |
| - Перспективные материалы и технологии для решения задач цикла создания систем многоуровневой металлизации | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Анализировать возможность применения тех или иных материалов в технологических процессах производства интегральных схем | | | | | | |
| - Анализировать применимость технологических методов к стадиям процесса производства интегральных схем | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Навыками владения технологическим оборудованием для производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - Навыками владения измерительным оборудованием для контроля материалов, применяемых в технологических процессах создания изделий микро- и наноэлектроники | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Перспективные материалы и технологии для решения задач транзисторного цикла производства интегральных схем | | | | | | |
| - Перспективные материалы и технологии для решения задач цикла создания систем многоуровневой металлизации | | | | | | |
| - Основные тенденции развития современной микро- и наноэлектронной индустрии. | | | | | | |
| - Основные технологические операции микроэлектронного производства | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Анализировать возможность применения тех или иных материалов в технологических процессах производства интегральных схем | | | | | | |
| - Анализировать движущие силы развития отрасли | | | | | | |
| - Анализировать применимость технологических методов к стадиям процесса производства интегральных схем | | | | | | |
| - Анализировать сравнительные характеристики и перспективы развития различных видов изделий | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Навыками владения измерительным оборудованием для контроля материалов, применяемых в технологических процессах создания изделий микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - Навыками владения технологическим оборудованием для производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - Навыками определения конструктивных и технологических особенностей производства транзисторных элементов ИС | | | | | | |
| - Навыками определения конструктивных и технологических особенностей производства систем многоуровневой разводки ИС | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Полупроводниковая индустрия и технологии. Технологии изготовления транзисторных элементов.** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **(Лек).** Содержание и задачи курса.  Источники изучения курса.  Обязательная литература. Дополнительная литература. Понятийный аппарат микроэлектронной индустрии, термины и определения. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с лабораториями НОЦ "Технологический центр". Обзор технологического и измерительного оборудования для осаждения и контроля тонких пленок. Инструктаж по технике безопасности. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 1 и ПР 1 | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.4** | **Лекция** **2.** **Электроника** **и** **ее** **роль** **в** **жизни** **человека** **и** **общества** **(Лек).** Роль электронных технологий в противостоянии вызовам 21 века. Влияние развития технологий электроники на жизнь человека и общества. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод химического осаждения из растворов. Знакомство с основными технологическими операциями. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.6** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 2 и ПР 2 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.7** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.8** | **Лекция** **3.** **Основные** **тенденции** **и** **движущие** **силы** **развития** **отрасли.** **(Лек).** История становления и развития отрасли. Роль отечественных ученых. Основные тенденции и движущие силы (драйверы) развития микроэлектронного производства. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет пленкообразующего раствора для осаждения пленок. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 3 и ПР 3 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.11** | **Лекция** **4.** **Закон** **Мура.** **(Лек).** Закон Мура и его роль в полупроводниковой промышленности. Современное состояние. Проблемы дальнейшего скейлинга. Прогнозы. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Синтез пленкообразующего раствора для осаждения пленок. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.13** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 4 и ПР 4 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.14** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.15** | **Лекция** **5.** **Основные** **принципы** **организации** **современного** **микроэлектронного** **производства**  **(Лек).** Уменьшение минимальных топологических размеров («узловые точки»). Перспективные планы («дорожные карты») развития полупроводниковой индустрии - NTRS, ITRS 1.0, ITRS 2.0, IDRS. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с установкой spin-on осаждения. Нанесение пленкообразующего раствора на подложки монокристаллического кремния. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 5 и ПР 5 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.18** | **Лекция** **6.** **Экономические** **принципы** **организации** **полупроводниковой** **индустрии.**  **(Лек).** Экономические принципы развития отрасли.  Понятие «технологического прорыва». Ключевые черты рынка. Влияние экономических факторов. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.19** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с установками hot-plate сушки и отжига. Проведение термообработки сформированных пленок. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 6 и ПР 6 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.21** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.22** | **Лекция** **7.** **Заводы** **по** **производству** **интегральных** **схем:** **фабы.** **(Лек).** Заводы по производству интегральных схем: фабы.  Принципы организации и оборудование. Концепция чистоты. Чистые комнаты: классификация и принципы функционирования.  Современное состояние и перспективы. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.23** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Опрос по технологии формирования пленок золь-гель методом | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.24** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 7 и ПР 7 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.25** | **Лекция** **8.** **Основные** **бизнес-модели.** **Характеристика** **ведущих** **мировых** **и** **отечественных** **производителей.** **(Лек).** Экономические принципы работы предприятий.  Основные бизнес-модели (foundry, fabless и пр.).  Характеристика ведущих мировых и отечественных производителей. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.26** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольная работа по золь-гель методу формирования тонких пленок | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.27** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 8 и ПР 8 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.28** | **Лекция** **9.** **Нетрадиционное** **направления** **развития** **полупроводникового** **производства.**  **(Лек).** Нетрадиционное направления развития полупроводникового производства. Концепция Minimal Fab. Место в индустрии. Технологические решения. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.29** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с методом ИК-спектроскопии. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **1.30** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 9 и ПР 9 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.31** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.32** | **Лекция** **10.** **Общая** **характеристика** **технологического** **цикла** **изготовления** **ИС** **(Лек).** Технологический цикл изготовления интегральных схем. Транзисторный цикл (FEOL) и цикл изготовления системы межсоединений (BEOL). | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Знакомство с оборудованием - Фурье-спектрометром Nicolet 6700 (Thermo Scientific) | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.34** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 10 и ПР 10 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.35** | **Лекция** **11.** **Обзор** **основных** **технологических** **операций** **(часть** **1).** **(Лек).** Обзор основных технологических операций: рост кристаллов, эпитаксия, отмывка, литография, ионная имплантация. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.36** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Проведение регистрации спектра органосиликатной пленки. ч.1. Снятие спектра сравнения. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.37** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 11 и ПР 11 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.38** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.39** | **Лекция** **12.** **Обзор** **основных** **технологических** **операций** **(часть** **2).** **(Лек).** Обзор основных технологических операций: осаждение (PVD, CVD, ALD), диффузионные процессы (окисление, отжиг), травление, химико-механическая полировка. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.40** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Проведение регистрации спектра органосиликатной пленки. ч.2. Снятие спектра пленки. | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.41** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 12 и ПР 12 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.42** | **Лекция** **13.** **Транзисторный** **цикл** **изготовления** **интегральных** **схем** **(FEOL** **процесс).** **Физика** **МДП-транзистора.** **(Лек).** Эффект поля в полупроводнике. Основы физики структур металл-диэлектрик-полупроводник. Физика работы транзистора. Эффекты короткого канала. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.43** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по ИК-спектроскопии | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.44** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 13 и ПР 13. Подготовка реферата. | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **1.45** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.46** | **Лекция** **14.** **Транзисторный** **цикл** **изготовления** **интегральных** **схем** **(FEOL** **процесс).** **Скейлинг** **планарного** **транзистора.**  **(Лек).** Транзисторный цикл изготовления интегральных схем (FEOL процесс). Уменьшение минимальных топологических размеров (скейлинг). Правила Деннарда. Технологический цикл изготовления планарного транзистора. Почему транзистор не любит скейлинг? Проблемы уменьшения размеров транзисторных элементов. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.47** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по выбранной теме | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.48** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 14 и ПР 14. Подготовка реферата. | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.49** | **Лекция** **15.** **Транзисторный** **цикл** **изготовления** **интегральных** **схем** **(FEOL** **процесс).** **Скейлинг** **планарного** **транзистора** **(Лек).** Диэлектрики с высокой диэлектрической проницаемостью (high-k диэлектрики). Технологии увеличения подвижности носителей заряда в канале транзистора. Технологический процесс изготовления КМОП с металлическим затвором и high-k диэлектриком (технология 45 нм). | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.50** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита рефератов по выбранной теме | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.51** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 14 и ПР 14 | | 2 | 1 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.52** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 1 | ПК-3.2 | |
| **1.53** | **Лекция** **16.** **Транзисторный** **цикл** **изготовления** **интегральных** **схем** **(FEOL** **процесс).** **Новая** **архитектура** **транзисторных** **элементов.** **(Лек).** Переход от планарной структуры к новой архитектуре транзисторного элемента (КНИ, FinFET технологии). Сравнительный анализ технологий FDSOI и FinFET.  Современное состояние и перспективы развития суб-10 нм транзисторных технологий: изменение архитектуры и материалов. Перспективы развития FinFET технологий. | | 2 | 2 | ПК-3.2 | |
| **1.54** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по лекциям 1-16 | | 2 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **1.55** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 16 и ПР 16. Подготовка к зачету. | | 2 | 4 | ПК-3.2 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **3. Технологии систем многоуровневой металлизации и запоминающих устройств. Низкотемпературные процессы осаждения.** | | | | | | |
| **3.1** | **Лекция** **17.** **Многоуровневые** **системы** **металлизации** **интегральных** **схем** **(BEOL** **процесс).** **История,** **современное** **состояние.** **(Лек).** Многоуровневые системы металлизации интегральных схем (BEOL процесс). Резистивно-емкостная задержка сигнала в системах металлизации. Основные технологические схемы: процесс заполнения металлического рельефа диэлектриком, процесс Damascene. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Инструктаж по технике безопасности. Обработка FTIR спектра в программе OMNIC. Выполнение экспериментов для курсового проектирования. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Качественный аналих спектров: определение и отнесение пиков поглощения. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 17 и ПР 17, 18 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.5** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.6** | **Лекция** **18.** **Многоуровневые** **системы** **металлизации** **интегральных** **схем** **(BEOL** **процесс).** **История,** **современное** **состояние.** **(Лек).** Проблемы уменьшения топологических размеров в системах металлизации (рост временных задержек сигнала, рост тепловыделений, перекрестные помехи). Уменьшение диэлектрической проницаемости изолирующего диэлектрика (low- k диэлектрики). Материалы и технологии в процессах 130–10 нм. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Количественный анализ спектров: характеристика состава пленки, ее строения, гидрофильности/гидрофобности. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Формулирование выводов по результатам проведенных FTIR-исследований. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 18 и ПР 19, 20 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.10** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **3.11** | **Лекция** **19.** **Многоуровневые** **системы** **металлизации** **интегральных** **схем** **(BEOL** **процесс).** **Перспективы.** **(Лек).** Материалы и технологии в суб-10 нм процессах. Проблемы скейлинга металлических проводников. Критерии поиска альтернативных металлов. Проблема металлического барьера. Co и Ru как потенциальные кандидаты в суб-10 нм процессах. Скейлинг диэлектрического барьера.  Перспективные low-k диэлектрики. Возможные сценарии в технологиях менее 7 нм: процессы молекулярной самосборки кремнийорганических материалов с переходом на процесс заполнения металлического рельефа диэлектриком или PECVD SiCOH в процессе Damascene. Альтернативные материалы для дальней перспективы. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по методам FTIR измерений. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод эллипсометрии. Знакомство с методом и оборудованием: SE 850 - спектроскопический УФ-ВИД-ИК (UV-VIS-NIR) эллипсометр производства SENTECH Instruments GmbH (Германия). Метод эллипсометрии. Знакомство с методом и оборудованием: SE 850 - спектроскопический УФ-ВИД-ИК (UV-VIS-NIR) эллипсометр производства SENTECH Instruments GmbH (Германия). | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 19 и ПР 21, 22 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.15** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.16** | **Лекция** **20.** **Технологии** **запоминающих** **устройств.** **(Лек).** Характеристика рынка запоминающих устройств. Основные виды и характеристики. Иерархия устройств памяти. Технология SRAM. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод эллипсометрии. Знакомство с программой SpectraRay II . | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Проведение измерения тонкой диэлектрической пленки на кремниевой подложке. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.19** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 20 и ПР 23, 24 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.20** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.21** | **Лекция** **21.** **Технологии** **запоминающих** **устройств.** **(Лек).** Технология DRAM. Энергонезависимые устройства памяти МНОП и Flash. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 12 |
| **3.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по эллипсометрии. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Метод вольт-фарадных характеристик. Знакомство с измерительной установкой MDC, США. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.24** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 21 и ПР 25, 26 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.25** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.26** | **Лекция** **22.** **Перспективные** **технологии** **высокоскоростных** **энергонезависимых** **запоминающих** **устройств.** **(Лек).** Перспективные технологии энергонезависимой памяти: 3D NAND, MRAM. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.27** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Проведение измерений ВФХ МДП - структуры. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.28** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Анализ вольт-фарадных характеристик МДП-структуры. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 22 и ПР 27, 28 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.30** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.31** | **Лекция** **23.** **Перспективные** **технологии** **высокоскоростных** **энергонезависимых** **запоминающих** **устройств.** **(Лек).** Перспективные технологии энергонезависимой памяти: PRAM, RRAM, FRAM. Сравнительная характеристика, достигнутый уровень, материалы и технологии. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.32** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по исследованию МДП-структур методом вольт-фарадных характеристик. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Методы формирования тонких пленок и их контроля. | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.34** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 23 и ПР 29, 30 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.35** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 3 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.36** | **Лекция** **24.** **Технологии** **лидеров** **полупроводниковой** **индустрии.** **(Лек).** Методы и технологии в производстве изделий лидеров полупроводниковой индустрии. Обсуждение перспектив развития отрасли. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.37** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Устный опрос по методам формирования многоуровневых систем металлизации. | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.38** | **Выполнение** **контрольной** **работы** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК 17-24 | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 13 |
| **3.39** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Вопросы по ЛК 24 | | 3 | 2 | ПК-3.1 | |
| **3.40** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** | | 3 | 5 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **4. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **4.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 3 | 16 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **4.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **5. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **5.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 3 | 33,65 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **5.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2,35 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Перспективные технологии микро- и наноэлектроники», 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 зачету:  1. Что такое «узловые точки» дорожных карт полупроводниковой индустрии?  2. Какой минимальный полушаг освоен промышленностью в настоящее время?  3. Перечислите основные технологические операции производства интегральных схем.  4. Почему транзистор не любит масштабирование (скейлинг)?  5. Назовите пути уменьшения временной задержки в системах металлизации ИС.  6. Назовите основные проблемы систем металлизации при уменьшении размеров. Каковы могут быть пути их решения?  Вопросы к экзамену:  1. Основные тенденции и движущие силы развития отрасли. История становления и развития отрасли. Роль отечественных ученых. Основные тенденции и движущие силы (драйверы) развития микроэлектронного производства. Закон Мура и его роль в полупроводниковой промышленности. Современное состояние. Что дальше?  2. Перспективные планы («дорожные карты») развития полупроводниковой индустрии (ITRS и IRDS). Уменьшение минимальных топологических размеров («узловые точки»).  3. Заводы по производству интегральных схем: фабы. Принципы организации и оборудование. Концепция чистоты. Чистые комнаты: классификация и принципы функционирования.  4. Транзисторный цикл изготовления интегральных схем (FEOL процесс). Уменьшение минимальных топологических размеров (скейлинг). Правила Деннарда. Технологический цикл изготовления планарного транзистора. Почему транзистор не любит скейлинг? Проблемы уменьшения размеров транзисторных элементов.  5. Диэлектрики с высокой диэлектрической проницаемостью (high-k диэлектрики). Технологии увеличения подвижности носителей заряда в канале транзистора. Технологический процесс изготовления КМОП с металлическим затвором и high-k диэлектриком (технология 45 нм).  6. Переход от планарной структуры к новой архитектуре транзисторного элемента (КНИ, | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 14 |
| FinFET технологии). Сравнительный анализ технологий FDSOI и FinFET.  7. Проблемы уменьшения топологических размеров в системах металлизации (рост временных задержек сигнала, рост тепловыделений, перекрестные помехи). Уменьшение диэлектрической проницаемости изолирующего диэлектрика (low k диэлектрики). Материалы и технологии в процессах 130 – 10 нм.  8. Материалы и технологии в суб-10 нм процессах. Проблемы скейлинга металлических проводников. Критерии поиска альтернативных металлов. Проблема металлического барьера. Co и Ru как потенциальные кандидаты в суб-10 нм процессах. Скейлинг диэлектрического барьера. | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Лозовский В. Н., Лозовский С. В. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 332 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113943 | | | |
| 2. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:учебное пособие для вузов. - М.: Лаборатория знаний, 2019. - 342 с. | | | |
| 3. |  | Соколов С. В., Титов Е. В. Электроника [Электронный ресурс]:. - Москва: Горячая линия -Телеком, 2017. - 204 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111101 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 496 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=12948 | | | |
| 2. |  | Шилова О. А. Золь-гель технология микро- и нанокомпозитов [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 304 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=12940 | | | |
| 3. |  | Воротилов К. А., Мухортов В. М., Сигов А. С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства:. - М.: Энергоатомиздат, 2011. - 174 с. | | | |
| 4. |  | Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологий:Учеб. пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 431 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 15 |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 11. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 16. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | Simiconductor Industry Association  https://www.semiconductors.org | | |
| 19. |  | IEEE International Roadmap for Devices and Systems  https://www.irds.ieee.org | | |
| 20. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 21. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 22. |  | European XFEL  https://www.xfel.eu | | |
| 23. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 24. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 25. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 16 |
| 26. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.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. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 17 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Полупроводниковые приборы** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 48 | 82 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *старший преподаватель, Колесникова Т.Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Полупроводниковые приборы** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Полупроводниковые приборы» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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 | | | | | |
| **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-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:** | | | | | |
| - физические основы принципа работы и области использования полупроводниковых приборов | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - находить новую информацию в интернет-ресурсах и научных журналах посвященных электронным приборам | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками составления литературных обзоров | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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:** | | | | | |
| - принцип действия полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - использовать полученные теоретические знания при решении практических, теоретических задач | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 5 |
| **Владеть:** | | |
| - навыками создания электронных схем на базе дискретных полупроводниковых приборов и интегральных схем | | |
|  |  |  |
| **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 принципы, на которых базируются функционирование современных полупроводниковых приборов | | |
| **Уметь:** | | |
| - Использовать научную литературу, содержащую много новых идей относительно функционирования полупроводниковых устройств и их изготовления | | |
| **Владеть:** | | |
| - Новыми методами расчета и новыми принципами конструирования современных полупроводниковых приборов | | |
|  |  |  |
| **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 | | |
| **Уметь:** | | |
| - применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками использования знаний физики, математики и твердотельной электроники при решении практических задач | | |
|  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | |
|  |  |  |
| **Знать:** | | |
| - фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы | | |
| - физические основы принципа работы и области использования полупроводниковых приборов | | |
| - принцип действия полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры | | |
| - Основные физические принципы, на которых базируются функционирование современных полупроводниковых приборов | | |
| **Уметь:** | | |
| - использовать полученные теоретические знания при решении практических, теоретических задач | | |
| - применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | | |
| - находить новую информацию в интернет-ресурсах и научных журналах посвященных электронным приборам | | |
| - Использовать научную литературу, содержащую много новых идей относительно функционирования полупроводниковых устройств и их изготовления | | |
| **Владеть:** | | |
| - навыками составления литературных обзоров | | |
| - Новыми методами расчета и новыми принципами конструирования современных полупроводниковых приборов | | |
| - навыками использования знаний физики, математики и твердотельной электроники при решении практических задач | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| - навыками создания электронных схем на базе дискретных полупроводниковых приборов и интегральных схем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Полупроводниковые диоды** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Полупроводниковые** **диоды.** **Структура** **и** **основные** **элементы** **(Лек).** Прямое и обратное включение. Диод с толстой базой. Диод с тонкой базой | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.1, ОПК-3.1, ОПК-1.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-1. Расчет распределения неосновных носителей в базе диода (часть 1) | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-2. Расчет распределения неосновных носителей в базе диода (часть 2) | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-1 Ответы на контрольные вопросы лекции1, избыточная концентрация неосновных носителей в базе | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **1.5** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -1.1 | |
| **1.6** | **Лекция** **2.** **Физический** **смысл** **параметров** **диода.** **(Лек).** Сопротивление диода, диффузионная емкость диода, постоянная времени, размеры базы диода, частотные диапазоны. Генерация и рекомбинация носителей заряда в электронно-дырочном переходе. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **1.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-3 Расчет постоянных токов, проходящих через диод и связанных с инжекцией и экстракцией носителей заряда. Расчет тока насыщения | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.8** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-2 Выполнение домашнего задания, графики частотных зависимостей параметров диода, ответы на контрольные вопросы 2 лекции | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **1.9** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада по теме | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -1.1 | |
| **1.10** | **Лекция** **3.** **Виды** **пробоя.** **Электрический** **пробой.** **(Лек).** Механизм лавинного пробоя и основные определения. Связь коэффициента лавинного размножения с коэффициентом ударной ионизации. Особенности лавинного пробоя в p-n переходах с дефектами. Туннельный пробой. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -3.1, ОПК-2.1, ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-4. Вывод условия лавинного пробоя. Расчет коэффициента лавинного размножения и пробивного напряжения. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-3 Контрольные вопросы лекции 3, зависимость коэффициента лавинного размножения от напряжения на p-n переходе, от концентрации примесей в базе. | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **1.13** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.14** | **Лекция** **4:** **Виды** **пробоя.** **Тепловой** **пробой.** **(Лек).** Особенности теплового пробоя в реальных диодах. Поверхностный пробой. Влияние поверхностных состояний на ВАХ диода. Генерация носителей заряда на поверхности полупроводника. Каналы поверхностной электропроводности | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-5. Расчет пробивного напряжения при тепловом пробое. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-6. Расчет переменных токов и полной проводимости диода. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-4 Выполнение домашнего задания, поверхностный пробой | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **1.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.19** | **Лекция** **5:** **Процессы** **в** **диодах** **при** **больших** **прямых** **токах.** **(Лек).** Изменение концентрации основных носителей. Появление электрического поля в базе. Падение напряжения на базе в диоде с тонкой базой. ВАХ диода в полулогарифмических координатах. Переходные процессы в диодах. Процессы при больших напряжениях и токах. Процессы при малых напряжениях и токах. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-7. Расчет ВАХ диода с тонкой и толстой базой при больших прямых токах. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-8. Расчет падения напряжения на диоде. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.22** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-5 Изменение электрофизических параметров при высоком уровне инжекции, ответы на контрольные вопросы 5 лекции | | 1 | 4 | ОПК-2.1 | |
| **1.23** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **1.24** | **Лекция** **6.** **Типы** **диодов.** **(Лек).** Выпрямительные плоскостные низкочастотные диоды: кремниевые диоды, германиевые диоды. Импульсные диоды. Диоды Шоттки. Импульсные диоды Шоттки. СВЧ диоды: смесительные диоды, детекторные диоды. Переключательные диоды | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **1.25** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-9. Расчет токов и напряжений импульсного диода при его работе в схемах с генератором напряжения и генератором тока. Графики частотных зависимостей параметров диода. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **1.26** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-6. Выполнение домашнего задания. Графики частотных зависимостей параметров диода. Изучение технологии изготовления и конструкции диодов. | | 1 | 4 | ОПК-3.1 | |
| **1.27** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -1.1 | |
| **1.28** | **Лекция** **7.** **Типы** **диодов.** **(Лек).** Стабилитроны. Шумовые диоды, лавинно-пролетные диоды. Туннельные диоды: структура и принцип действия, параметры, температурные зависимости параметров, частотные свойства. Обращенные диоды, варикапы: основные параметры, частотные свойства | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **1.29** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-10. Расчет предельной рабочей частоты и добротности, диапазон перекрытия по емкости варикапа. Расчет максимального тока нагрузки стабилитрона при заданных напряжениях и токе стабилизации. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1 | |
| **1.30** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-7 Приобретение навыков решения задач по теме лекции 7. Подготовка домашнего задания, ответы на контрольные вопросы лекции7. | | 1 | 4 | ОПК-2.1 | |
| **1.31** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -1.1 | |
| **2. Биполярные и полевые транзисторы** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция** **8.** **Структура** **и** **основные** **режимы** **работы** **биполярных** **транзисторов.** **(Лек).** Распределение стационарных потоков носителей заряда. Распределение носителей заряда. Постоянные токи в активном режиме. Высокий уровень инжекции в базе. Статические параметры. Системы статических характеристик. Характеристики транзистора, включенного по схеме с общей базой: входные, выходные характеристики, передачи тока, характеристики обратной связи. ВАХ транзистора с общим эмиттером. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-11. Решение задач по определению эффективности эмиттера, коэффициента переноса, полного обратного тока коллектора. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2, ОПК-1.1 | |
| **2.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-12. Решение задач по определению эмиттерного тока и эмиттерного напряжения, тока базы, используя модель Эберса–Молла. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1, ОПК-1.1 | |
| **2.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-8. Основные режимы работы транзистора (ОЭ, ОБ, ОК), отличие ВАХ схем с ОБ и ОЭ, приобретение навыков решения задач по теме 8 лекции | | 1 | 4 | ОПК-2.1 | |
| **2.5** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.6** | **Лекция** **9.** **Работа** **транзистора** **на** **малом** **переменном** **сигнале** **БТ.** **(Лек).** Барьерная емкость эмиттера, пролет носителей через базу, пролет носителей заряда через область объемного заряда коллектора, барьерная емкость коллекторного перехода. Малосигнальные параметры. | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.7** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-13. Выразить параметры транзистора h12э и h11э в схеме с общим эмиттером через h-параметры транзистора в схеме с общей базой. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1 | |
| **2.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-14. Расчет времени пролета носителей через базу, через область объемного заряда коллектора | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **2.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-9 Ответы на контрольные вопросы лекции 9. Отличие Z-, Y- и h- параметров; их эквивалентные схемы. | | 1 | 4 | ОПК-1.2 | |
| **2.10** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **2.11** | **Лекция** **10.** **Эквивалентные** **схемы** **БТ.** **(Лек).** Формальные эквивалентные схемы транзистора: для системы z-параметров, y-параметров, h-параметров. Эквивалентная схема одномерной теоретической модели: сопротивление эмиттера, диффузионное сопротивление базы. Коэффициент передачи тока эмиттера, генератор тока в цепи коллектора, эффективность эмиттера, коэффициент переноса, эффективность коллектора, сопротивление эмиттера. Диффузионная емкость эмиттера, диффузионное сопротивление базы, диффузионная емкость базы, сопротивление коллектора. Диффузионная емкость коллектора. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-15. Расчет диффузионных емкостей эмиттера, коллектора, базы. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **2.13** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-16. Расчет диффузионного сопротивления базы | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **2.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-10. Приобретение навыков решения задач по теме 10 лекции. Преимущества h-параметров. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.16** | **Лекция** **11.** **Частотные** **характеристики** **БТ.** **(Лек).** Постоянная времени цепи эмиттера, пролет носителей через базу, пролет носителей через область объемного заряда коллекторного перехода, постоянная времени цепи коллектора, коэффициент передачи тока реального транзистора, зависимость частоты ωгр от тока эмиттера, частотная зависимость h21э. Усиление по мощности на высоких частотах. Дрейфовые транзисторы. | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-17. Расчет параметров и характеристик дрейфового транзистора. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2 | |
| **2.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-18. Построение зонных энергетических диаграмм. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1 | |
| **2.19** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-11. Ответы на контрольные вопросы лекции 11. Влияние электрического поля в базе дрейфового транзистора на ВАХ. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.20** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **2.21** | **Лекция** **12.** **Работа** **транзистора** **на** **импульсах** **БТ.** **(Лек).** Особенности работы, схема с общей базой, схема с общим эмиттером. Шумы в транзисторах. Методы повышения пробивного напряжения коллекторного перехода. Особенности конструкции и структуры мощных транзисторов | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-19. Расчет коэффициентов шума тепловых, дробовых и избыточных шумов транзистора. Графики зависимости коэффициента шума транзистора от тока эмиттера, от напряжения на коллекторе, от частоты. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2, ОПК-1.1 | |
| **2.23** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-12. Ответы на контрольные вопросы по теме лекции 12. Формула Найквиста. | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **2.24** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.25** | **Лекция** **13.** **Тиристоры.** **(Лек).** Диодные тиристоры: структура и принцип действия, закрытое состояние, условие переключения тиристора, открытое состояние, обратное напряжение на диодном тиристоре. Триодные тиристоры. | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **2.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-20. Решение задач по определению тока спрямления, напряжения и тока включения и выключения тиристора, коэффициент запирания тиристора. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2, ОПК-1.1 | |
| **2.27** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-13. Способы управления тиристорными структурами. Особенности конструкций тиристора. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.28** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.29** | **Лекция** **14.** **Полевые** **транзисторы** **с** **управляющим** **переходом.** **(Лек).** Структура и принцип действия, статические характеристики, расчет выходных статических характеристик, эквивалентные схемы, частотные свойства. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-21. Расчет напряжения отсечки, напряжения пробоя, зависимости напряжения насыщения от напряжения на затворе, распределение потенциала и толщины канала по его длине, зависимость крутизны от напряжения затвор-исток, параметры малосигнальной эквивалентной схемы в области насыщения, произвести оценку предельной частоты, зависимость емкости Сзи =f(Uзи ). | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -1.2, ОПК-1.1 | |
| **2.31** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-14. Ответ на контрольные вопросы лекции 14. Зависимость напряжения отсечки от параметров полупроводника. | | 1 | 2 | ОПК-2.1 | |
| **2.32** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.33** | **Лекция** **15.** **Полевые** **транзисторы** **с** **изолированным** **затвором.** **(Лек).** МДП-транзисторы с индуцированным каналом: принцип действия, выходные статические характеристики, статические характеристики передачи. МДП-транзистор со встроенным каналом: статические выходные характеристики. Параметры и свойства полевых транзисторов с изолированным затвором. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.34** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-22. Расчет порогового напряжения МДП транзистора с индуцированным каналом, расчет пробивного напряжения, построение энергетических диаграмм при заданном напряжении на затворе и напряжении на стоке, расчет емкости затвора, крутизны от напряжения сток-исток и затвор – исток. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 12 |
| **2.35** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-23. Расчет предельной частоты, значение генераторов шума, параметры малосигнальной эквивалентной схемы в области насыщения выходных характеристик, семейство стоковых и передаточных характеристик. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1, ОПК-1.1 | |
| **2.36** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-15. Параметры приборов с зарядовой связью и их применение. Ответы на контрольные вопросы 15 лекции, выполнение домашнего задания. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.37** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** Написание доклада | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **2.38** | **Лекция** **16.** **Полупроводниковые** **приборы** **на** **эффекте** **междолинного** **перехода** **электронов.** **(Лек).** Физические основы отрицательного дифференциального сопротивления при междолинном переходе носителей заряда. Эффект Ганна. Параметры и свойства генераторов Ганна. Генератор с ограничением накопления заряда. | | 1 | 2 | ОПК-2.1, ОПК -3.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2 | |
| **2.39** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР-24. Расчет максимального и минимального значения плотности тока через кристалл, времени пролета домена. | | 1 | 2 | ОПК-1.2, ОПК -2.1, ОПК-1.1 | |
| **2.40** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СР-16 Технология изготовления генераторов Ганна. Подготовка к аудиторным занятиям. | | 1 | 2 | ОПК-1.2 | |
| **2.41** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к зачету | | 1 | 2 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.2, ОПК-1.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.2, ОПК-1.1 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 | ОПК-3.1, ОПК -2.1, ОПК-1.2, ОПК-1.1 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Полупроводниковые приборы», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| - Что называется полупроводниковым диодом?  -Какую область полупроводникового диода называют базой?  -Почему при определении плоскостных и точечных диодов в качестве характеристической длины иногда принимают диффузионную длину неосновных носителей в базе, а иногда толщину базы?  -Чем отличаются ВАХ диодов с толстой и тонкой базами?  -Как и по каким причинам изменяется прямая ветвь ВАХ диода с увеличением температуры?  -Как связано время пролета носителей через базу диода с толщиной базы и коэффициентом диффузии неосновных носителей заряда? | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 13 |
| -В каких случаях на ВАХ диода влияют процессы генерации и рекомбинации носителей заряда в p-n переходе?  -Каким образом в биполярном транзисторе происходит усиление по мощности?  -Почему транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером обеспечивает усиление по току?  -По каким причинам в базе транзистора возникает электрическое поле?  -Какие физические процессы происходят в транзисторе при его пробое, если он включен по схеме с ОБ и ОЭ?  -Что такое тиристор?  -Какие разновидности полевых транзисторов существуют?  -Почему свойства и характеристики полевых транзисторов следует описывать системой уравнений, в которых токи являются функциями напряжений, а не наоборот?  -Какими физическими явлениями, происходящими в полевых транзисторах, ограничивается диапазон рабочих частот?  -Что такое генератор Ганна? | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:учебное пособие для вузов. - М.: Лаборатория знаний, 2019. - 342 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс]:. - Санкт- Петербург: Лань, 2015. - 448 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php? pl1\_id=67462 | | | |
| 2. |  | Сигов А. С., Нефедов В. И., Щука А. А., Сигов А.С. Электроника:Учебное пособие. - М.: Абрис, 2011. - 348 с. | | | |
| 3. |  | Воронков Э. Н. Твердотельная электроника:Практикум. - М.: Академия, 2010. - 128 с. | | | |
| 4. |  | Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 480 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=300 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 14 |
| 5. |  | Гуртов В. А. Твердотельная электроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2008. - 510 с. | | |
| 6. |  | Зи С. Физика полупроводниковых приборов:. - , 1984. - 456 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 2. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 3. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 4. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 5. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 6. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 7. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 8. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 9. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 10. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 11. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 16. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 19. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 20. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 21. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 22. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 23. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | |
| Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 15 |
| 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. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 16 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Проектирование изделий микроэлектроники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **7 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 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 26 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| 3 | | 4 | 144 | 16 | | | | 0 | | | 32 | 42 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Каевицер Е.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Проектирование изделий микроэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Колковский Ю.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Проектирование изделий микроэлектроники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 7 з.е. (252 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:** | | | | | |
| - параметры, конструкции и методы расчета пассивных и активных элементов интегральных микросхем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить анализ биполярного транзистора на малом сигнале | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методикой проектирования структурных и принципиальных электрических схем, расчета их электрических и временных параметров | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-3.2 : Использует программные средства проектирования и моделирования элементов электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Методы проектирования и конструкции интегральных микросхем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - рассчитывать параметры интегральных микросхем | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками применения технологических процессов для решения различных задач современного и перспективного производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Методы проектирования и конструкции интегральных микросхем | | | | | | |
| - параметры, конструкции и методы расчета пассивных и активных элементов интегральных микросхем | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - рассчитывать параметры интегральных микросхем | | | | | | |
| - проводить анализ биполярного транзистора на малом сигнале | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками применения технологических процессов для решения различных задач современного и перспективного производства изделий микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - методикой проектирования структурных и принципиальных электрических схем, расчета их электрических и временных параметров | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Конструкторско-технологические особенности элементов микроэлектроники** | | | | | | |
| **1.1** | **Классификация** **и** **типы** **ИМС.** **(Лек).** Основные логические элементы на базе биполярного, МДП и КМДП – транзисторов. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.3** | **Этапы** **проектирования** **ИМС.** **Логические** **элементы** **(Лек).** Принципиальные электрические схемы | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.5** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **основе** **биполярного** **транзистора** **(БПТ)** **(часть** **1)** **(Лек).** Передаточная характеристика инвертора. Анализ работы инвертора в стационарных состояниях. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.7** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **основе** **биполярного** **транзистора** **(БПТ)** **(часть** **2)** **(Лек).** Работа инвертора в переходных процессах при включении и выключении биполярного транзистора. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.9** | **Графоаналитический** **метод** **анализа** **(Лек).** Графоаналитический метод анализа стационарных и переходных процессов в инверторе на БПТ | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.11** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **основе** **МДП** **–** **транзистора** **(МДПТ)** **с** **линейной** **нагрузкой** **(часть** **1)** **(Лек).** Работа МДП - структуры в режиме инверсии. Простая инженерная модель МДПТ с обогащением. Передаточная характеристика инвертора. Анализ работы инвертора в стационарных состояниях. Быстродействие МДПТ. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.13** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **основе** **МДП** **–** **транзистора** **(МДПТ)** **с** **линейной** **нагрузкой** **(часть** **2)** **(Лек).** Анализ переходных процессов в инверторе при включении и выключении транзистора. Графоаналитический метод анализа стационарных и переходных процессов в инверторе | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.15** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **МДПТ** **c** **нелинейной** **нагрузкой** **(часть1)** **(Лек).** Эффект смещения подложки. Передаточная характеристика инвертора. Анализ работы инвертора в стационарных состояниях и в переходных процессах при открывании и закрывании управляющего транзистора. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.17** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **МДПТ** **c** **нелинейной** **нагрузкой** **(часть** **2)** **(Лек).** Графоаналитический метод анализа работы инвертора | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.19** | **Конструкторско-технологические** **особенности** **комплементарных** **МДП-транзисторов** **(КМДПТ)** **(чатсь** **1)** **(Лек).** Конструкторско-технологические особенности комплементарных МДП-транзисторов (КМДПТ). | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.21** | **Конструкторско-технологические** **особенности** **комплементарных** **МДП-транзисторов** **(КМДПТ)** **(чатсь** **2)** **(Лек).** Схемотехника на основе КМДПТ. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.23** | **Инвентор** **на** **основе** **КМДПТ** **(Лек).** Инвертор на основе КМДПТ. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.25** | **Анализ** **работы** **инвертора** **на** **основе** **КМДПТ** **(Лек).** Анализ работы инвертора в стационарных состояниях и в переходных процессах. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.27** | **Вопросы** **анализа** **БПТ** **на** **малом** **сигнале** **(Лек).** БПТ как линейный четырехполюсник. Системы Z и Y –параметров, их недостатки. Система Н-параметров. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.28** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.29** | **Анализ** **работы** **маломощного** **широкополосного** **усилителя** **с** **резистивно-емкостными** **связями** **на** **основе** **БПТ** **(часть** **1)** **(Лек).** Расчет схемы усилителя на постоянном токе. Эквивалентная схема усилителя и расчет ее дифференциальных параметров. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.31** | **Анализ** **работы** **маломощного** **широкополосного** **усилителя** **с** **резистивно-емкостными** **связями** **на** **основе** **БПТ** **(часть2)** **(Лек).** Методы термостабилизации параметров усилителя. | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.32** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 2 | 2 | ПК-3.1 | |
| **1.33** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы | | 2 | 16 | ПК-3.1 | |
| **1.34** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практичсеким занятиям | | 2 | 10 | 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. Элементы интегральной электроники** | | | | | | |
| **3.1** | **Методы** **изоляции** **элементов** **ИМС** **(Лек).** Методы изоляции с помощью p-n переходов и диэлектрической изоляции. Сравнение, технологические особенности, вопросы проектирования. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.3** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.4** | **Интегральные** **резисторы.** **(Лек).** Параметры интегральных резисторов. Конструкции резисторов монолитных, пленочных и гибридных ИМС и их расчет. Эквивалентные схемы резисторов и расчет их параметров. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **3.6** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.7** | **Интегральные** **конденсаторы** **(Лек).** Параметры интегральных конденсаторов. Конструкции конденсаторов монолитных и гибридных ИМС и их расчет. Расчет удельной емкости p-n перехода с произвольным распределением легирующей примеси в p- и n- областях. Эквивалентные схемы конденсаторов и расчет их параметров | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.9** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.10** | **Интегральные** **диоды** **(Лек).** Области применения диодов в ИМС. Параметры интегральных диодов. Конструкции диодов, изготовленных на базе интегрального БПТ. Проектирование маломощных и мощных диодов | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.12** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.13** | **Интегральные** **биполярные** **транзисторы** **(Лек).** Особенности конструкции интегрального биполярного транзистора. Конструкции маломощных транзисторов. Эффект оттеснения тока к краю эмиттерной полосы в конструкциях мощных и СВЧ-транзисторов (эффект Флетчера). | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.15** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.16** | **Мощные** **интегральные** **биполярные** **транзисторы** **(Лек).** Конструкция мощного транзистора. Оценка линейной плотности тока в мощном БПТ. Технологический маршрут изготовления интегрального БПТ. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.19** | **Интегральные** **МДП-транзисторы** **(Лек).** Конструкции маломощных интегральных МДП-транзисторов с металлическим и самосовмещенным поликремниевым затворами. Методы поверхностной изоляции МДП–структур. Конструкции мощных МДПТ с гребенчатой и ячеистой структурами кристалла. Технологический маршрут изготовления интегрального МДПТ. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **3.22** | **Мощные** **МДП** **-** **транзисторы** **(Лек).** Конструкторские методы ограничения краевых полей в структурах мощных высоковольтных транзисторов и диодов. Мощные МДП - транзисторы с продольной и вертикальной конструкциями кристалла. | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Задачи по тематике лекции | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.24** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
| **3.25** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Выполнение курсовой работы | | 3 | 20 | ПК-3.1, ПК-3.2 | |
| **3.26** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы | | 3 | 12 | ПК-3.2 | |
| **3.27** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 10 | 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. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **5.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 3 | 16 | ПК-3.2 | |
| **5.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2 | ПК-3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Проектирование изделий микроэлектроники», 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 2 семестр:  1. Классификация ИМС.  2. Этапы проектирования ИМС.  3. Схема простейшего инвертора на основе биполярного транзистора (БПТ) и ее работа. Особенности работы БПТ в режиме насыщения.  4. Анализ стационарных состояний инвертора на БПТ.  5. Графоаналитический метод анализа стационарных состояний в инверторе на БПТ.  6. Быстродействие БПТ в режиме насыщения в схемах ОЭ и ОБ.  7. Анализ переходных процессов в инверторе на БПТ при включении и выключении транзистора.  8. Графоаналитический метод анализа переходных процессов в инверторе на БПТ.  9. Работа МДП - структуры в режиме инверсии.  10. Простая инженерная модель МДП- транзистора.  11. Схема простейшего инвертора на МДПТ с линейной нагрузкой и анализ ее стационарных состояний.  12. Передаточная характеристика инвертора на МДПТ.  13. Анализ переходных процессов в инверторе на МДПТ с линейной нагрузкой при | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 10 |
| включении (выключении) транзистора.  14. Эффект смещения подложки.  15. Схема инвертора на МДПТ с нелинейной нагрузкой в цепи стока и ее расчет в стационарных состояниях.  16. Передаточная характеристика инвертора на МДПТ с нелинейной нагрузкой.  17. Анализ переходных процессов в инверторе ни МДПТ с нелинейной нагрузкой при включении (выключении) транзистора.  18. Передаточная характеристика инвертора на МДПТ с нелинейной нагрузкой.  19. Анализ переходных процессов в инверторе ни МДПТ с нелинейной нагрузкой при включении (выключении) транзистора.  20. Графоаналитический метод анализа стационарных состояний и переходных процессов в инверторе на МДПТ с нелинейной нагрузкой при включении (выключении) транзистора.  21. Схемотехника ИМС на комплементарных МДП - транзисторах (КМДПТ).  22. Особенности конструкции инвертора на КМДПТ и его работа в стационарных состояниях.  23. Передаточная характеристика инвертора на КМДПТ.  24. Анализ переходных процессов в инверторе на КМДПТ.  Вопросы 3 семестр:  1. Методы изоляции элементов ИМС с помощью p-n переходов (изолирующая диффузия; КНД - технология; двойная диффузия).  2. Методы диэлектрической изоляции элементов ИМС (ЭПИК-процесс; термокомпрессионное соединение окисленных кремниевых пластин; КНД (КНС); скрытые диэлектрические слои; рекристаллизация поликремниевых слоев).  3. Комбинированные методы изоляции элементов ИМС («Изопланар-I»;  «Изопланар-II», «Эпипланар», V-канавки).  4. Параметры и конструкции интегральных резисторов.  5. Расчет сопротивления резистора.  6. Расчет сопротивления контактов.  7. Температурный коэффициент сопротивления резистора.  8. Расчет напряжений пробоя плоского, цилиндрического и сферического p-n переходов.  9. Пробой планарного перехода.  10. Эквивалентная схема интегрального резистора и расчет ее элементов.  11. Параметры интегральных конденсаторов и их конструкции.  12. Расчет удельной емкости интегрального конденсатора на основе p-n перехода для случаев ступенчатого и линейного распределения примесей.  13. Температурный коэффициент емкости интегрального конденсатора.  14. Рабочее напряжение интегрального конденсатора.  15. Эквивалентная схема интегрального конденсатора и расчет ее элементов.  16. Параметры интегральных диодов и области их использования в ИМС.  17. Сравнительный анализ параметров интегральных диодов на основе структуры интегрального транзистора (Ибэ=0; Икэ=0; Икб=0; Iк=0; Iэ=0).  18. Конструкции маломощных интегральных биполярных транзисторов.  19. Конструкции мощных интегральных биполярных транзисторов.  20. Эффект оттеснения тока к краю эмиттерной полоски. Расчет эффективной ширины полоски эмиттера.  21. Технологический маршрут изготовления интегрального БПТ.  22. Конструкция маломощного интегрального МДП - транзистора с поликремниевым затвором.  23. Гребенчатая и сотовая конструкции мощного интегрального МДП – транзистора с поликремниевым затвором.  24. Технологический маршрут изготовления интегрального МДПТ с поликремниевым затвором.  25. Уменьшение краевых полей p+-n перехода с помощью «плавающих» колец. | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 11 |
| 26. Уменьшение краевых полей p+-n перехода с помощью МДП – делителя напряжения.  25. Конструкция кристалла мощного МДП – транзистора вертикального типа.  27. Конструкция кристалла мощного МДП – транзистора горизонтального типа | | | | | |
| **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. |  | Щука А. А. Микроэлектроника:. - , 2016. - 726 с. | | | |
| 2. |  | Иванов В. И., Лучников П. А., Сигов А. С., и др., Гуляев Ю. В. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы:учебник для бакалавриата и магистратуры. - М.: Юрайт, 2016. - 461 c | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 496 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=12948 | | | |
| 2. |  | Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы:Учеб. пособие для вузов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 423 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 12 |
| 9. |  | COMSOL Multiphysics® ПО для мультифизического моделирования https://www.comsol.ru | | |
| 10. |  | Stephen Wolfram: Official Website http://www.stephenwolfram.com | | |
| 11. |  | Wolfram: вычисления и знания, рука к руке http://www.wolfram.com | | |
| 12. |  | Wolfram Mathworld: The Web's Most Extensive Mathematics Resourse http://www.mathworld.wolfram.com | | |
| 13. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 14. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 16. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 17. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 18. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 19. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 20. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 21. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 22. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 23. |  | Базе знаний Майкрософт https://www.support.microsoft.com/ru-ru/help/242450/how-to- query-the-microsoft-knowledge-base-by-using-keywords-and-query | | |
| 24. |  | Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru | | |
| 25. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 26. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 27. |  | iXBT — интернет-издание о компьютерной технике  https://www.ixbt.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: | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 14 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Производство микроэлектронных изделий свервысокочастотной техники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 3 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 98 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Каевицер Е.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Производство микроэлектронных изделий свервысокочастотной техники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Колковский Ю.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Производство микроэлектронных изделий свервысокочастотной техники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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:** | | | | | |
| - основные технологические процессы производства изделий свервысокочастотной техники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - обосновывать положения научно-технических отчётов, статей и заявок на объекты интеллектуальной собственности в сфере производства изделий свервысокочастотной техники | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - основными методами верификации изделий свервысокочастотной техники, способами обработки и анализа полученных результатов | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - технологические процессы и режимы разработки изделий электроники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - выбирать наиболее оптимальные варианты в процессе разработки изделий электроники | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - основными методами оптимизации при разработке изделий электроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Знать:** | | | | | | |
| - технологические процессы и режимы разработки изделий электроники | | | | | | |
| - основные технологические процессы производства изделий свервысокочастотной техники | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - выбирать наиболее оптимальные варианты в процессе разработки изделий электроники | | | | | | |
| - обосновывать положения научно-технических отчётов, статей и заявок на объекты интеллектуальной собственности в сфере производства изделий свервысокочастотной техники | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - основными методами оптимизации при разработке изделий электроники | | | | | | |
| - основными методами верификации изделий свервысокочастотной техники, способами обработки и анализа полученных результатов | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 элементы сверхвысокочастотной техники** | | | | | | |
| **1.1** | **Предмет,** **содержание,** **задачи** **курса** **и** **методы** **его** **изучения** **(Лек).** Содержание и задачи курса. Обязательная литература. Дополнительная литература. Web-ресурсы. Основные виды микроэлектронных изделий свервысокочастотной техники. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Вводное занятие | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.1 | |
| **1.4** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.5** | **Диоды** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** Области применения. Технология изготовления. Ионная имплантация. Технологии нанесения эпитаксиальных | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.7** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.8** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.9** | **Транзисторы** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** Области применения транзисторов на базе сложных полупроводниковых соединений. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.11** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.13** | **Приборы** **оптоэлектроники** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** Варианты конструкции гетеролазеров. Распределённая обратная связь. Технологические операции «Рост + Литография» при изготовлении гетеролазеров. Квантово-каскадный лазер ИК диапазона. Переходы между энергетическими уровнями квантовых ям. Фотодиод с гетеропереходом. Преимущество по сравнению с фотодиодом на гомопереходе. Области применения гетеролазеров и | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.15** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.17** | **Устройства** **преобразования** **частоты** **лазерного** **излучения** **на** **базе** **3-х** **и** **4-х** **элементных** **легированных** **соединений** **(Лек).** Преобразователи частоты как в коротко-волновую, так и в длинноволновую область спектра на базе доменных структур. Повышение лучевой прочности устройств за счёт использования легированных соединений Mg:LiNbO3 и Rb:KTiOPO4. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.19** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.21** | **Устройства** **преобразования** **частоты** **лазерного** **излучения** **на** **базе** **3-х** **и** **4-х** **элементных** **легированных** **соединений** **(Лек).** Индустриально-ориентированные технологии формирования периодически поляризованных доменных структур. Формирование доменных структур с использованием ультразвука вблизи нижней границы СВЧ-диапазона. Схема технологической установки. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.22** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.23** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.1 | |
| **1.24** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.25** | **Высокочастотные** **устройства** **акустоэлектроники** **на** **базе** **регулярных** **доменных** **структур** **в** **сегнетоэлектриках** **(Лек).** Высокочастотные акустические фильтры и резонаторы с улучшенными характеристиками на базе ребристой PPLN структуры и структуры Si/Au/PPLN/Au/Si. Пространственный период и резонансная частота. Технологический маршрут изготовления фильтров и резонаторов на базе PPLN. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.27** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.28** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.29** | **Высокочастотные** **устройства** **акустоэлектроники** **на** **базе** **регулярных** **доменных** **структур** **в** **сегнетоэлектриках** **(Лек).** Зависимость коэффициента связи k2 (для ребристой PPLN-структуры «голова к хвосту») от отношения ширина/период для сдвиговой и продольной мод. Мощные пьезоэлектрические преобразователи (со структурой «голова к голове»), возбуждаемые по схеме «crossed-field», обладающие коэффициентом связи k2 на сдвиговых волнах до 58%. | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.30** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Закрепление материала по лекциям | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.31** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Защита реферата | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.32** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Вопросы по лекции | | 3 | 2 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **1.33** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы | | 3 | 60 | ПК-2.1 | |
| **1.34** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекции и практическим занятиям | | 3 | 38 | 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 «Производство микроэлектронных изделий свервысокочастотной техники», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Примеры вопросов: | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 8 |
| 1.Зонная инженерия на примере полупроводникового соединения AlxGa1-xAs. Изменение ширины запрещённой зоны и эффективной массы носителей в долинах Г, Х и L при изменении доли Al. Применение в опто-электронике.  2. Гетеропереходный полевой транзистор с высокой подвижностью электронов. Структура. Назначение тонкого слоя между широкозонным полупроводником n-AlGaAs и узкозонным GaAs. Технология изготовления. Области применения.  3.Распределённая система отражения оптического излучения на базе AlGaN/GaN. Области применения.  4.Изготовление периодических доменных структур с помощью интерферирующего ультразвука. Жидкие электроды на основе растворов электролитов и на основе ионных жидкостей.  Примерные темы рефератов:  1. Основные полупроводниковые 2-х 3-х и 4-компонентные твёрдые растворы (сплавы) на основе соединений AIIIBV и области их применения.  2. Зонная инженерия на примере соединения AlxGa1-xAs при измене-нии доли Al. Изменение ширины запрещённой зоны долин Г, Х и L. Применение в оптоэлектронике.  Примерные темы сообщений:  1. Примеры и области применения электронных приборов на базе сложных полупроводниковых соединений.  2. Зонная инженерия на примере соединения AlxGa1-xAs при изменении доли Al. Изменение ширины запрещённой зоны долин Г, Х и L (при Т=0 К). | | | | | |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Бобровский Ю. Л., Корнилов С. А., Кратиров И. А., и др., Федоров Н. Д. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 2002. - 560 с. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 9 |
| 2. |  | 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 | | |
| 3. |  | Щука А. А. Микроэлектроника:. - , 2016. - 726 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Иовдальский В. А. Гибридные интегральные схемы СВЧ-диапазона:учебное пособие для вузов. - М.: КУРС, 2018. - 144 с. | | |
| 2. |  | Щука А. А. Микроэлектроника СВЧ-диапазона волн:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 1998. - 78 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | |
| 11. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 12. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 13. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 15. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 16. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 17. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 18. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 19. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 20. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 10 |
| 21. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 22. |  | 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, | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Процессы микроэлектронного производства** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 16 | 60 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Капустин В.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Процессы микроэлектронного производства** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Процессы микроэлектронного производства» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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-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 конструкционных материалов, закономерностей их физических свойств | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований в области технологических процессов производства конструкционных материалов. | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками работы на технологических установках. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ОПК-3.2 : Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач в области электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные технологические процессы получения наноструктурированных материалов. | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований в области технологических процессов производства изделий наноэлектроники. | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками работы на технологических установках наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные технологические процессы получения наноструктурированных материалов. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| - основные физические законы в области конструкционных материалов, закономерностей их физических свойств | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований в области технологических процессов производства изделий наноэлектроники. | | | | | | |
| - проводить анализ технических требований и результатов научных исследований в области технологических процессов производства конструкционных материалов. | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками работы на технологических установках наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками работы на технологических установках. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 нанопорошковых материалов** | | | | | | |
| **1.1** | **Предмет,** **содержание,** **задачи** **курса** **и** **методы** **его** **изучения** **(Лек).** Содержание и задачи курса. Основные понятия нанотехнологий. Терминология в области нанотехнологий и наноматериалов. Обязательная литература. Дополнительная литература. | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Определение кинетических констант твердофазного взаимодействия в катодном материале | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.3** | **Газовакуумное** **обеспечение** **технологий** **(Лек).** Основные законы вакуумной техники. Типы вакуумных насосов. Методы измерения вакуума. Методы регулирования газовых потоков | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалам лекции | | 1 | 5 | ОПК-3.1 | |
| **1.5** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 5 | ОПК-3.1 | |
| **1.6** | **Технологии** **нанопорошковых** **материалов** **(Лек).** Технологии нанопорошков оксидов металлов. Технологии нанопорошков нитридов металлов. Технологии нанопорошков металлов и сплавов. | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.7** | **Исследование** **свойств** **диэлектрических** **материалов** **для** **печатных** **плат** **и** **подложек** **(Лаб).** ЛР 1. | | 1 | 4 | ОПК-3.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Изучение методов исследования нпнопорошковых материалов | | 1 | 2 | ОПК-3.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалым лекции. Подготовка отчета по лабораторной работе. | | 1 | 5 | ОПК-3.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.10** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 5 | ОПК-3.1 | |
| **2. Эпитаксиальные технологии** | | | | | | |
| **2.1** | **Эпитаксиальные** **технологии** **наноструктур** **(Лек).** Классификация эпитаксиальных технологий. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Технологии формирования пленок оксида кремния. Анодное, пиролитическое и термическое осаждение пленок. Технологии формирования пленок нитрида кремния. | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Определение концентрации кислородных вакансий в оксидной фазе катодного материала | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 4. Изучение методов исследования эпитаксиальных структур | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.4** | **Исследование** **свойств** **ферритов** **от** **частоты** **(Лаб).** ЛР 2 | | 1 | 4 | ОПК-3.2 | |
| **2.5** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалым лекции. Подготовка отчета по лабораторной работе. | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.7** | **Ионно-плазменные** **технологии** **формирования** **наноструктур** **(Лек).** Технологии на основе СВЧ плазменных разрядов. Технологии ионного распыления. Технологии термоионного осаждения пленок. | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.8** | **Технологии** **ионной** **имплантации** **(Лек).** Планарные магнетронные технологии. Реактивные и высокочастотные распылительные системы | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 5. Определение структуры электронных уровней кислородных вакансий в оксиде | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 6. Изучение оборудования для эпитакиальных технологий | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.11** | **Исследование** **зависимости** **свойств** **ферритов** **от** **температуры** **(Лаб).** ЛР 3 | | 1 | 4 | ОПК-3.2 | |
| **2.12** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалым лекции. Подготовка отчета по лабораторной работе. | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.13** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.14** | **Дефекты** **эпитаксиальных** **структур** **(Лек).** Точечные дефекты. Дислокации. Линии скольжения. Методы исследования точечных и линейных дефектов. Определение концентрации носителей. Измерение удельного электросопротивления. Подвижность носителей. | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **2.15** | **Исследование** **зависимости** **свойств** **сегнетоэлектриков** **от** **температуры** **(Лаб).** ЛР 4 | | 1 | 4 | ОПК-3.2 | |
| **2.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Методы исследования свойств эпитаксиальных структур | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалым лекции. Подготовка отчета по лабораторной работе. | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.19** | **Промышленное** **производство** **(Лек).** Номенклатура и стоимость наноматериалов. Типовое технологическое оборудование. Производители и перспективы использования наноматериалов в микро- наноэлектронике. | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Определение работы выхода катодного материала | | 1 | 2 | ОПК-3.2 | |
| **2.21** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Проработка вопросов по материалым лекции. | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **2.22** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к экзамену | | 1 | 5 | ОПК-3.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 1 | 33,65 | ОПК-3.1, ОПК -3.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 2,35 | ОПК-3.1, ОПК -3.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Процессы микроэлектронного производства», 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.Автоэпитаксия - процесс ориентированного нарастания кристаллического вещества, однотипного по структуре:  1)с подложкой;  2)с осаждаемым веществом;  3)с эталоном.  2.Гетероэпитаксия - процесс ориентированного наращивания вещества, отличающегося по составу:  1)от подложки;  2)от осаждаемого вещества;  3)от эталона.  3.Хемоэпитаксия - процесс ориентированного нарастания вещества, в результате которого образуется новая фаза в результате:  1)химического взаимодействия;  2)физической адсорбции;  3)хемосорбции. | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 8 |
| 4. Основными отличительными особенностями технологии молекулярно-лучевой эпитаксии являются:  1)реализация процесса напыления в сверхвысоком вакууме;  2)возможность прецизионного управления потоками напыляемых веществ;  3)возможность получения толстых пленок.  5.Технология молекулярно-лучевой эпитаксии обеспечивает:  1)получение монокристаллических пленок высокой чистоты;  2)выращивание сверхтонких структур с резким изменением состава на границах;  3)создание структур со сложными профилями состава или легирования.  6.Газофазная эпитаксия полупроводников при атмосферном давлении основана на следующих процессах:  1)разложении галоидных соединений полупроводника на нагретой поверхности подложки.  2)восстановлении галоидных соединений водородом на нагретой поверхности подложки.  3)внедрении молекул газовой фазы в материал подложки.  7.Газофазная эпитаксия полупроводников при пониженном давлении основана на следующих процессах:  1)испарение в высоком вакууме или осаждение из газовой фазы при пониженном давлении;  2)активируемое плазмой осаждение из газовой фазы при пониженном давлении;  3)массобмене молекул между подложкой и газовой фазой.  8.Назначение пленок оксида кремния в микро- и наноэлектронике:  1)формирование изолирующих слоев;  2)защита от внешней коррозии;  3)формирование цвета поверхности пленок.  9.Формирование пленок оксида кремния проводят нагревом в среде:  1)Кислорода или паров воды;  2)Углекислого газа;  3)Смеси аргона и метана.  10.Преимущества пленок нитрида кремния по сравнению с пленками оксида кремния состоит в:  1)Меньшей шероховатости;  2)Лучшей цветовой гаммы окраски поверхности;  3)Более высоком удельном электросопротивлении.  11.Возникновения Оже – электронов при бомбардировке поверхности материала электронами обусловлено:  - упругим рассеянием электронов;  - вторичной электронной эмиссией;  - переходами электронов между энергетическими уровнями.  12.Какова глубина выхода Оже – электронов:  - 1-10 мм;  - 1-10 мкм;  - 1-10 нм.  13.Какую информацию о материале получают с помощью Оже – спектро-скопии:  - элементный состав поверхности;  - массу атомов поверхности;  - кристаллическую структуру поверхности. | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  |  | стр. 9 |
| 14.На чем основана количественная Оже – спектроскопия:  - сравнении результатов анализа с эталонами;  - расчет с использованием уравнения для тока Оже-электронов;  - измерении тока Оже-электронов.  15.В чем отличие ионизационная спектроскопия от Оже – спектроскопии:  - в использовании ионов для возбуждения спектров;  - в анализе пиков, не смещающихся при изменении энергии;  - в регистрации полного тока вторичных электронов.  16.Какую информацию о материалах позволяет получать истинно – вторичная электронная спектроскопия:  - структура верхних энергетических уровней;  - кристаллическая структура материала;  - состав поверхности материала.  17.Какие физические процессы происходят при рассеянии ионов поверхностью твердого тела:  - распыление атомов поверхности;  - рассеяние первичных ионов;  - внедрение первичных ионов в образец.  18.Спектроскопия обратно рассеянных ионов низких энергий обладает следующими достоинствами:  - простота аппаратурной реализации;  - анализ верхнего монослоя поверхности;  - возможность анализа при повышенной температуре.  19.Какую информацию позволяет получать метод Резерфордовского рассеяния ионов:  - состав и толщину слоя;  - состав слоя;  - толщину слоя.  Контрольные вопросы по определению понятий:  Нанопорошок – это...  Наноматериал – это...  Нанозерно – это...  Ультрадисперсный порошок – это...  Наносостояние вещества – это...  Запасенная энергия наночастицы – это  Запасенная энергия нанопорошка – это...  Нанотехнологии – это...  Нанопленки – это...  Температура спекания (Тсп ) – это... | | | |
| **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 помещений** | | **Перечень основного оборудования** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
| 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. |  | Капустин В. И., Захаров А. К. Материалы, технологии и компоненты радиоэлектроники: материалы электронной техники:лабораторный практикум. - М.: МИРЭА, 2017. - 144 с. | | | |
| 2. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:учебное пособие для вузов. - М.: Лаборатория знаний, 2019. - 342 с. | | | |
| 3. |  | Капустин В. И., Сигов А. А. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур:учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 244 с. | | | |
| 4. |  | Земсков Ю. П. Материаловедение [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт- Петербург: Лань, 2019. - 188 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/113910 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Рыжонков Д. И., Левина В. В., Дзидзигури Э. Л. Наноматериалы:учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 366 с. | | | |
| 2. |  | Сапунов С. В. Материаловедение [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 208 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=56171 | | | |
| 3. |  | Капустин В. И., Сигов А.С. Материаловедение и технологии электроники:учебное пособие для вузов. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 427 с. | | | |
| 4. |  | Воротилов К. А., Мухортов В. М., Сигов А. С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства:. - М.: Энергоатомиздат, 2011. - 174 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
| 10. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 11. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 16. |  | Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе  https://www.journals.ioffe.ru | | |
| 17. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 18. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 19. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 20. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 21. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 22. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 23. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 24. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 25. |  | 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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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); | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| - 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. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Социология** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 16 | 22 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 28.08.2021 № 1  Зав. кафедрой Гайдамашко И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-5** - Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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 | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| - механизмы межкультурного взаимодействия в обществе на современном этапе, принципы соотношения общемировых и национальных культурных процессов | | | | | | |
| - различные исторические типы культур | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - толерантно взаимодействовать с представителями различных культур | | | | | | |
| - объяснить феномен культуры, её роль в человеческой жизнедеятельности; адекватно оценивать межкультурные диалоги в современном обществе | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - 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 | |
| **1.2** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 5 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **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 | |
| **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 | |
| **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 | |
| **2.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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 | |
| **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 | |
| **3.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **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 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Социология конфликта  Программа социологического исследования. Методы конкретного социологического исследования. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **4.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **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 | |
| **5.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Предмет политологии.  Сущность и многообразие власти. Политическая власть. | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **5.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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 | |
| **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 | |
| **6.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **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 | |
| **7.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Политические партии и партийные системы  Избирательные системы современности | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **7.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 2 | УК-5.1, УК-5.2 | |
| **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 | |
| **8.2** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 1 | 5 | УК-5.1, УК-5.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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 | |
| **9. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **9.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 1 | 17,75 |  | |
| **9.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 0,25 |  | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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)** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 9 |
| **6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
| **Наименование помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду 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. |  | Горелов А.А. Основы социологии и политологии:Учебное пособие. - Москва: Флинта, 2003. - 416 с. | | | |
| 2. |  | Масловский М. В. Социология политики: классические и современные теории:Учеб. пособие. - М.: Новый дом, 2004. - 173 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | | |
| 2. |  | 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 | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 10 |
| 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| 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 | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра современных технологий управления** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 27.03.2021 № 1  Зав. кафедрой Денисов Д.Ю. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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 | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-6.3 : Выбирает и реализует стратегию собственного развития в профессиональной сфере** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основания и методику теории контроля и технологий саморазвития; основания и методику | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| рационально-эмотивного подхода | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - оценивать эффективность использования времени и других ресурсов для достижения поставленных целей | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | | | | | | |
| - основания и методику теории контроля и технологий саморазвития; основания и методику рационально-эмотивного подхода | | | | | | |
| - основные теоретико-методологические подходы и технологии личностного роста; основные теоретико-методологические подходы в исследованиях профессиональной деятельности | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - оценивать эффективность использования времени и других ресурсов для достижения поставленных целей | | | | | | |
| - проводить самоанализ и самооценку; определять приоритеты собственной профессиональной деятельности; применять критическое мышление для оценки путей и способов совершенствования собственной профессиональной деятельности | | | | | | |
| - систематизировать профессиональные знания с целью написания плана-проекта профессиональной деятельности; определять приоритеты профессионального роста | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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-6.3 | |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Принципы построения конструктивных отношений | | 2 | 2 | УК-6.3 | |
| **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 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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-6.3 | |
| **1.16** | **Написание** **эссе** **(Пр).** Проблемы самореализации личности в современном обществе | | 2 | 2 | УК-6.3 | |
| **1.17** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 22 | УК-6.1, УК- 6.2, УК-6.3 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 17,75 | УК-6.1, УК- 6.2, УК-6.3 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | УК-6.1, УК- 6.2, УК-6.3 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 8 |
| 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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 9 |
|  |  |  |  |  |
| **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; | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 10 |
| 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); | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| - 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 материалов и структур микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 62 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. физ.-мат. наук, доцент, Шерстюк Н.Э. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Физика материалов и структур микро- и наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Физика материалов и структур микро- и наноэлектроники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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:** | | | | | |
| - критерии, предъявляемые к современным функциональным материалам и технологиям | | | | | |
| - роль проводников в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - роль диэлектриков в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - роль полупроводников в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - роль магнитных материалов в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - роль квазичастиц в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - проводить выбор и оценку применимости различных диагностических методик для исследования функциональных материалов и наноматериалов для микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - использовать энергетический спектр электронов для описания свойств материалов микро- и наноэлектроники | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике диэлектриков | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике полупроводников | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике магнитных материалов | | | | | |
| - применять современные технологии для обработки и представления научных результатов | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками работы с научной литературой в области нанотехнологий и наноматериалов для | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками выявления физических эффектов и свойств функциональных материалов, имеющих потенциал применения в устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике диэлектриков | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике полупроводников | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике магнитных материалов | | | | | | |
| - методами определения основных параметров квазичастиц | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - роль полупроводников в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - роль магнитных материалов в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - роль квазичастиц в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - критерии, предъявляемые к современным функциональным материалам и технологиям | | | | | | |
| - роль проводников в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - роль диэлектриков в современных устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике полупроводников | | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике магнитных материалов | | | | | | |
| - применять современные технологии для обработки и представления научных результатов | | | | | | |
| - проводить выбор и оценку применимости различных диагностических методик для исследования функциональных материалов и наноматериалов для микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - использовать энергетический спектр электронов для описания свойств материалов микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - применять основные понятия и законы для решения практических заданий по физике диэлектриков | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике полупроводников | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике магнитных материалов | | | | | | |
| - методами определения основных параметров квазичастиц | | | | | | |
| - навыками работы с научной литературой в области нанотехнологий и наноматериалов для микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками выявления физических эффектов и свойств функциональных материалов, имеющих потенциал применения в устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
| - навыками решения практических заданий по физике диэлектриков | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Введение** **(Лек).** Тенденции развития современной микро- и наноэлектроники. Основные проблемы «традиционных» технологий изготовления устройств. Сравнение базовых принципов функционирования устройств микро- и наноэлектроники. Классификация функциональных материалов и наноматериалов для микро- и наноэлектроники. Критерии, предъявляемые к современным функциональным материалам и технологиям. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 1. Информационные ресурсы в области нанотехнологий и наноматериалов для микро- и наноэлектроники. Вопросы по лекции. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Приобретение навыков пользования информационными ресурсами в области нанотехнологий и наноматериалов. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2. Электрон в кристаллической решетке** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция** **2.** **Электрон** **в** **кристаллической** **решетке** **(Лек).** Модель электронного газа. Приближение почти свободных электронов. Теорема Блоха. Взаимодействие между электронами. Поверхность Ферми. Механизмы проводимости. Проводники в современных устройствах микро- и наноэлектроники. Основные материалы и требования к их качеству. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 2. Волновые свойства электронов. Решение задач. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Практическое применение эффекта сверхпроводимости. Вопросы по лекции | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **2.4** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3. Диэлектрики в устройствах микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **3.1** | **Лекция** **3.** **Основные** **функциональные** **свойства** **диэлектриков.** **(Лек).** Поле в диэлектриках и методы его расчета. Изоляторы. Пьезо- и пироэлектрический эффекты и их характеристики. Современные пьезо- и пироэлектрические материалы. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 3. Электрическое поле в диэлектриках. Решение задач. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Решение типовых задач для расчета поля в диэлектриках. Вопосы по лекции | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **3.4** | **Лекция** **4.** **Сегнетоэлектрики** **и** **их** **основные** **характеристики** **(Лек).** Параметры сегнетоэлектрического гистерезиса. Особенности кристаллографический структуры сегнетоэлектриков. Локальные поля и переключение в сегнетоэлектриках. Сегнетоэлектрические домены. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.5** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 4. Тест "Активные диэлектрики и их применение" | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.6** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Элементы и устройства FeRAM. Вопросы по лекции | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **3.7** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.8** | **Лекция** **5.** **Фазовые** **переходы** **в** **сегнетоэлектриках** **(Лек).** Основы теории Ландау для описания фазовых переходов | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 5. Вопросы по лекции 5 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.10** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Фазовые переходы в сегнетоэлектриках. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.11** | **Лекция** **6.** **Наноразмерные** **сегнетоэлектрики** **(Лек).** Размерные эффекты в сегнетоэлектриках | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.12** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 6. Вопросы по лекции 6 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **3.13** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Практическое применение наноразмерных сегнетоэлектриков. Вопросы по лекции | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **3.14** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4. Полупроводники в устройствах микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **4.1** | **Лекция** **7.** **Основные** **функциональные** **свойства** **полупроводников** **(Лек).** Основные функциональные свойства полупроводников. Зонная структура полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Концентрация и подвижность носителей. Экситоны | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 7. Расчет параметров полупроводниковых приборов. Устный опрос на тему: Основные функциональные свойства полупроводников | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Расчет параметров полупроводниковых приборов. Вопосы по лекции | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **4.4** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.5** | **Лекция** **8.** **Туннельный** **эффект** **(Лек).** Пространственное ограничение. Туннельный эффект и его применение в устройствах | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **4.6** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 8. Сканирующая туннельная микроскопия и ее применение для исследования свойств материалов. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.7** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Сканирующая туннельная микроскопия и ее применение для исследования свойств материалов. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.8** | **Лекция** **9.** **Оптические** **свойства** **полупроводников.** **(Лек).** Оптические свойства полупроводников. Механизмы поглощения. Рекомбинация носителей заряда. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 9. Оптические свойства полупроводников. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.10** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 9. Методы экспериментального исследования оптических свойств полупроводников. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.11** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.12** | **Лекция** **10.** **Наноразмерные** **полупроводники** **(Лек).** Квантовые точки. Наноразмерные полупроводниковые гетероструктуры | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.13** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 10. Вопросы по Лекции 10 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.14** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 10. Применение полупроводниковых наноматериалов в устройствах фотоники. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.15** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.16** | **Лекция** **11.** **Наноразмерные** **полупроводники** **(Лек).** Двумерные полупроводники и графеноподобные материалы. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.17** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 11. Наноразмерные полупроводники | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **4.18** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 11. Практическое применение графена. Вопросы по лекции | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **5. Манитные материалы в устройствах микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **5.1** | **Лекция** **12.** **Магнитное** **поле** **в** **веществе.** **(Лек).** Поле магнитного диполя. Размагничивающий фактор. Диа- и парамагнетики. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 12. Магнитное поле в веществе. Решение задач. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.3** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 12. Решение типовых задач для расчета магнитного поля в веществе. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **5.4** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.5** | **Лекция** **13.** **Магнитные** **взаимодействия** **(Лек).** Обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Диполь-дипольное взаимодействие. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 13. Вопросы по ЛК13 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.7** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 13. Обменное взаимодействие. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.8** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.9** | **Лекция** **14.** **Ферромагнетики** **и** **антиферромагнетики** **(Лек).** Параметры ферромагнитного гистерезиса. Остаточная намагниченность. Ферромагнитные домены. Доменные стенки. Влияние структуры материалов на магнитные свойства. | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 13. Вопросы по ЛК14 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.11** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 14. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.13** | **Лекция** **15.** **Современные** **магнитные** **наноматериалы** **и** **устройства** **на** **их** **основе** **(Лек).** Гигантское магнитосопротивление и его реализация в различных схемах. Туннельное магнитосопротивление. Тенденции развития магнитной памяти. Магнитная оперативная память MRAM. Спинтроника | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.14** | **Выполнение** **тестов** **(Пр).** ПР 14. Магнитные материалы для микроэлектроники | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.15** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** СРС 14. Этапы развития магнитной памяти. | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **5.16** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** ПР 15. Мультиферроидные материалы. Вопросы по лекции | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **5.17** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** СРС 15. Мультиферроидные материалы | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **6. Квазичастицы и их использование в устройствах микро- и наноэлектроники** | | | | | | |
| **6.1** | **Лекция** **16.** **Квазичастицы** **и** **их** **использование** **в** **устройствах** **микро-** **и** **наноэлектроники** **(Лек).** Фононы, плазмоны, магноны, их определения и основные параметры. Устройства на основе квазичастиц и практические задачи, решаемые при помощи квазичастиц | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  |  | стр. 10 |
| **6.2** | **Написание** **домашней** **письменной** **работы** **(эссе,** **реферата)** **(Ср).** СРС 16. Устройства на основе квазичастиц | | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **7. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | | |
| **7.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | | 1 | 17,75 | ОПК-1.1 | |
| **7.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | | 1 | 0,25 | ОПК-1.1 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Физика материалов и структур микро- и наноэлектроники», 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.Понятие функционального материала. Классификация функциональных материалов и наноматериалов для микро- и наноэлектроники.  2.Энергетические зоны электронов в функциональных материалах.  3.Пьезоэлектрический эффект и его характеристики. Современные пьезоэлектрические материалы.  4.Пироэлектрический эффект и его характеристики. Современные пироэлектрические материалы.  5.Сегнетоэлектрики и их основные характеристики.  6.Основные параметры и эффекты в области p-n перехода. Базовые устройства на основе p-n перехода.  7.Туннельный эффект и его применение в устройствах электроники.  8.Оптические свойства полупроводников. Механизмы поглощения. Люминесценция полупроводников. Понятие голубого сдвига.  9.Рекомбинация носителей заряда. Экситоны. Экспериментальное исследование поведения экситонов в полупроводниках.  10.Квантовые точки, их основные свойства и область применения. Зависимость спектральных свойств квантовых точек от размера.  11.Графен и его основные свойства. Использование графена в современных устройствах микро - и наноэлектроники.  12.Магнитное поле в веществе. Поле магнитного диполя. Размагничивающий фактор. Диа- и парамагнетики.  13.Магнитные взаимодействия. Обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Диполь-дипольное взаимодействие.  14.Ферромагнетики и антиферромагнетики. Параметры ферромагнитного гистерезиса. Остаточная намагниченность.  15.Принципы функционирования магнитной памяти.  16.Тенденции развития магнитной памяти. | | | | | | | |
| **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 помещений** | | | **Перечень основного оборудования** | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 11 |
| 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. |  | Кульков В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 272 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90003 | | | |
| 2. |  | Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт- Петербург: Лань, 2019. - 420 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111196 | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Морозов А. И., Сигов А. С. Фрустрированные магнитные наноструктуры:. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 140 с. | | | |
| 2. |  | Морозов А. И. Высокотемпературная сверхпроводимость:предлагаемые механизмы: Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 1996. - 58 с. | | | |
| 3. |  | Морозов А. И. Физика твердого тела:Электроны в кристалле. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Магнетики. Сверхпроводники. - М.: МИРЭА, 2008. - 183 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационный портал по материаловедению http://www.materialstoday.com | | | |
| 2. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 3. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 4. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 5. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 6. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | | |
| 7. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | | |
| 8. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | | |
| 9. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | | |
| 10. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | | |
| 11. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | |
| 12. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 12 |
| 13. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 14. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 16. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | 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. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| **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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Физическая химия материалов микроэлектроники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 | | | 16 | 60 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р техн. наук, профессор, Буш А.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Физическая химия материалов микроэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Физическая химия материалов микроэлектроники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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. | | | | | |
| - 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:** | | | | | |
| - интерпретировать данные о строении атомов, ионов и молекул, атомно-кристаллической структуре, использовать эти данные для определения основных особенностей свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | |
| - использовать результаты физико-химического анализа для определения оптимальных методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - навыками определения, описания и интерпретации основных особенностей структуры и свойств атомов, ионов, молекул, кристаллов | | | | | |
| - навыками использования результатов физико-химического анализа для определения методов и режимов синтеза материалов микроэлектроники, для прогнозирования их свойств | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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)** | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **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).** ПР 1. Контрольные вопросы по ЛК-1 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК1 | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **1.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 1. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: квантово-механическое описание строения атома». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.5** | **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 | |
| **1.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК2 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.7** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Методы рентгеновского фазового анализа. | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **1.8** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК2 | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **1.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 2. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: химическая связь и строение молекул». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **1.10** | **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 | |
| **1.11** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 3. Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК3 | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **1.13** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 3. Подготовка обзора на тему «Строение вещества: описание структуры кристаллов». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **1.14** | **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 | |
| **1.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 4. Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **1.16** | **Лабораторная** **работа** **2.** **(Лаб).** Дериватографический анализ процесса разложения MCO3, M = Ca, Sr, Ba. | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **1.17** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 3 | ОПК-1.1 | |
| **1.18** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 4. Подготовка обзора на тему «Учение о растворах». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **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-1.1 | |
| **2.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 5. Контрольные вопросы по ЛК5 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.4** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 5. Подготовка обзора на тему «Химические процессы в гетерогенных системах. Диаграммы состояний (фазовые диаграммы) состав-свойство». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **2.5** | **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-1.1 | |
| **2.6** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 6. Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.7** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Получение керамических образцов сегнетоэлектрической фазы BaTiO3. | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.8** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК6 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.9** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 6. Подготовка обзора на тему «Основы химической кинетики». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 12 |
| **2.10** | **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-1.1 | |
| **2.11** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 7. Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК7 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.13** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 7. Подготовка обзора на тему «Основные понятия об электрохимических процессах». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 13 |
| **2.14** | **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-1.1 | |
| **2.15** | **Устный** **опрос** **(Пр).** ПР 8. Контрольные вопросы по ЛК8 | | 1 | 2 | ОПК-1.1 | |
| **2.16** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Методы выращивание монокристаллов, получение кристаллов Al2O3 бестигельной зонной плавкой. | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.17** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **2.18** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** СРС 8. Подготовка обзора на тему «Поверхностные явления». | | 1 | 4 | ОПК-1.1 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 1 | 33,65 | ОПК-1.1 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 1 | 2,35 | ОПК-1.1 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 14 |
|  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Физическая химия материалов микроэлектроники», 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. | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 15 |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| 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. Атомно- кристаллическое строение материалов [Электронный ресурс]:. - , 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/ab/1280.iso | | | |
| 2. |  | Буш А. А. Химическая связь, строение молекул. [Электронный ресурс]:. - , 2016. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_1146.iso | | | |
| 3. |  | 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 | | | |
| 4. |  | Буш А. А. Электронная структура и свойства химических элементов [Электронный ресурс]:. - , 2014. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/e\_1145.iso | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | 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 | | | |
| 2. |  | 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 | | | |
| 3. |  | 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. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 16 |
| 4. |  | 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 | | |
| 5. |  | 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 | | |
|  |  |  |  |  |
| **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. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 3. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 4. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 5. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |
| 6. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 7. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 8. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 9. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 10. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 11. |  | ХиМик.ru - сайт о химии http://www.xumuk.ru | | |
| 12. |  | Химические наука и образование в России  http://www.chem.msu.su/rus | | |
|  |  |  |  |  |
| **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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 17 |
| 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 18 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Электроника на базе сложных полупроводниковых соединений** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 3 | | 5 | 180 | 16 | | | | 0 | | | 48 | 98 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. техн. наук, доцент, Крутов В.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Электроника на базе сложных полупроводниковых соединений** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра наноэлектроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Сигов А.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Электроника на базе сложных полупроводниковых соединений» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-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:** | | | | | |
| - Основные физико-химические свойства сложных полупроводниковых соединений | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Использовать математический аппарат для описания характеристик полупроводниковых приборов и устройств и технологий их изготовления | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Навыками выявления физических свойств полупроводниковых соединений, имеющих потенциал применения в устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.2 : Оценивает оптимальные процессы и режимы при разработке изделий электроники** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - Принципы функционирования приборов и устройств на базе полупроводниковых соединений и технологии их изготовления | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - Использовать энергетический спектр электронов для расчёта характеристик сложных полупроводниковых соединений | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - Методиками измерения параметров и характеристик устройств микро- и наноэлектроники | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| на базе сложных полупроводниковых соединений | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - Принципы функционирования приборов и устройств на базе полупроводниковых соединений и технологии их изготовления | | | | | | |
| - Основные физико-химические свойства сложных полупроводниковых соединений | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - Использовать энергетический спектр электронов для расчёта характеристик сложных полупроводниковых соединений | | | | | | |
| - Использовать математический аппарат для описания характеристик полупроводниковых приборов и устройств и технологий их изготовления | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - Методиками измерения параметров и характеристик устройств микро- и наноэлектроники на базе сложных полупроводниковых соединений | | | | | | |
| - Навыками выявления физических свойств полупроводниковых соединений, имеющих потенциал применения в устройствах микро- и наноэлектроники | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 некоторых сложных полупроводниковых соединений** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Полупроводниковые** **двух-,** **трёх-** **и** **четырёхкомпонентные** **твёрдые** **сплавы** **(Лек).** Примеры бинарных полупроводников. Закон дисперсии. Примеры тройных и четверных твёрдых сплавов. Энергетическое положение долин. Основные методы эпитаксиального роста сложных полупроводниковых соединений | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Полупроводниковые бинарные соединения | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.3** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Полупроводниковые трёхкомпонентные твёрдые сплавы | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.4** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Полупроводниковые четырёхкомпонентные твёрдые сплавы. Основные методы эпитаксиального роста | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Определение эффективной массы электрона сложных полупроводниковых соединений (на примере Г долины дисперсионной кривой). Состав установки МЛЭ, назначение всех основных элементов установки. | | 3 | 10 | ПК-2.1 | |
| **1.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.7** | **Лекция** **2.** **Зонная** **инженерия** **тройных** **сплавов** **при** **изменении** **доли** **бинарных** **арсенидов** **(GaAs,** **AlAs,** **InAs)** **и** **антимонидов** **(InSb,** **GaSb,** **AlSb).** **Зонные** **диаграммы** **гетеропереходов** **и** **гетероструктур** **(Лек).** Аппроксимация положения соответствующих долин Г, X и L тройного сплава AlxGa1-xAs как функция x при Т=300К. Значение эффективной массы определяется кривизной дисперсионных кривых в соответствующей долине | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчёт положения долин Г, X и L тройного сплава AlxGa1-xAs | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.9** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу 1 | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.10** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по разделу 1 | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Определение эффективной массы электрона по кривизне дисперсионных кривых | | 3 | 10 | ПК-2.1 | |
| **1.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.1 | |
| **2. Приборы и устройства на базе сложных полупроводниковых соединений** | | | | | | |
| **2.1** | **Лекция** **3.** **Диоды** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** Резонансно-туннельные диоды на двухбарьерном туннельном переходе. Диод Ганна и лавинно-пролётный диод (ЛПД) | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.2** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК3 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.3** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчёт количества метастабильных электронов в квантовой яме | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.4** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК3 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.5** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Расчёт количества метастабильных электронов в квантовой яме | | 3 | 10 | ПК-2.2 | |
| **2.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.7** | **Лекция** **4.Транзисторы** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** HBT-гетеробиполярные транзисторы СВЧ диапазона. Полевые HEMT-транзисторы СВЧ диапазона (ТВПЭ) | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.8** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК4 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.9** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Методика тестирования транзисторного усилителя на сверхвысоких частотах | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **2.10** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Измерение частотной характеристики коэффициента усиления на СВЧ транзисторного усилителя | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.11** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Изучение методики тестирования и измерения частотной характеристики коэффициента усиления на СВЧ транзисторного усилителя. | | 3 | 10 | ПК-2.2 | |
| **2.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.13** | **Лекция** **5.** **Приборы** **оптоэлектроники** **на** **базе** **сложных** **полупроводниковых** **соединений** **(Лек).** ДГС-гетеролазеры с потенциальной ямой с квантовой ямой. Гетеролазер на основе квантовых точек. Квантово-каскадный лазер. Фотодетекторы на квантовых ямах | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.14** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК5 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.15** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Результаты анализа ДГС лазерных диодов на четверных структурах GaInAsP / InP, позволяющих сместить линию излучения из ИК области в видимую часть спектра. | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.16** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК5 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.17** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Анализ ДГС лазерного диода на четверных структурах GaInAsP / InP. | | 3 | 10 | ПК-2.2 | |
| **2.18** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.19** | **Лекция** **6.** **Устройства** **преобразования** **частоты** **лазерного** **излучения** **на** **базе** **3-х** **и** **4-х** **элементных** **соединений** **(Лек).** Доменная инженерия на базе периодически поляризованных структур типа «side-by-side». Генератор терагерцовых волн с повышенной лучевой прочностью на базе соединения Mg:LiNbO3 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.20** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК6 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.21** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологический маршрут изготовления генератора терагерцовых волн на базе РДС в Mg:LiNbO3 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.22** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК6 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.23** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Анализ технологического маршрута изготовления генератора терагерцовых волн на базе РДС в Mg:LiNbO3 | | 3 | 10 | ПК-2.2 | |
| **2.24** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **2.25** | **Лекция** **7.** **Высокочастотные** **устройства** **акустоэлектроники** **на** **базе** **регулярных** **доменных** **структур** **(Лек).** Высокочастотные фильтры на базе Pb(Zr0.2Ti0.8)O3.  Акустоэлектрический резонатор на базе структуры Si/Au/PPLN/Au. | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.26** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК7 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.27** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологический маршрут изготовления резонатора на базе структуры Si/Au/PPLN/Au. | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.28** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК7 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Анализ технологического маршрута изготовления резонатора на базе структуры Si/Au/PPLN/Au. | | 3 | 10 | ПК-2.2 | |
| **2.30** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.31** | **Лекция** **8.** **Технологические** **операции** **«Рост** **+** **Литография»** **(Лек).** Газофазная и молекулярно-пучковая эпитаксия полупроводниковых плёнок и слоистых структур. Фотолитография (безмасочная и с маской), электронная литография, ионно-лучевая литография, голографическая интерференционная литография. Акустоинтерференционный метод формирования РДС с использованием жидких электродов. | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.32** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК8 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.33** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Технологический маршрут изготовления РДС акустоинтерференционным методом с использованием жидких электродов | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.34** | **Устный** **опрос** **(Пр).** Контрольные вопросы по ЛК8 | | 3 | 2 | ПК-2.2 | |
| **2.35** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Анализ технологического маршрута изготовления РДС акустоинтерференционным методом с использованием жидких электродов | | 3 | 14 | ПК-2.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 3 | 17,75 | ПК-2.1, ПК-2.2 | |
| **3.2** | **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 «Электроника на базе сложных полупроводниковых соединений», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  |  | стр. 9 |
| рабочей программы | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | |
|  |  |  |  |
| Примеры вопросов:  1.Зонная инженерия на примере полупроводникового соединения AlxGa1-xAs. Изменение ширины запрещённой зоны и эффективной массы носителей в долинах Г, Х и L при изменении доли Al. Применение в опто-электронике.  2. Гетеропереходный полевой транзистор с высокой подвижностью электронов. Структура. Назначение тонкого слоя между широкозонным полупроводником n-AlGaAs и узкозонным GaAs. Технология изготовления. Области применения.  3.Распределённая система отражения оптического излучения на базе AlGaN/GaN. Области применения.  4.Изготовление периодических доменных структур с помощью интерферирующего ультразвука. Жидкие электроды на основе растворов электролитов и на основе ионных жидкостей.  Примерные темы рефератов:  1. Основные полупроводниковые 2-х 3-х и 4-компонентные твёрдые растворы (сплавы) на основе соединений AIIIBV и области их применения.  2. Зонная инженерия на примере соединения AlxGa1-xAs при измене-нии доли Al. Изменение ширины запрещённой зоны долин Г, Х и L. Применение в оптоэлектронике.  Примерные темы сообщений:  1. Примеры и области применения электронных приборов на базе сложных полупроводниковых соединений.  2. Зонная инженерия на примере соединения AlxGa1-xAs при изменении доли Al. Изменение ширины запрещённой зоны долин Г, Х и L (при Т=0 К). | | | |
| **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 помещений** | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 10 |
| 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. |  | 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 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Чаплыгин Ю. А. Нанотехнологии в электронике:. - , 2013. - 686 с. | | |
| 2. |  | Гуртов В. А. Твердотельная электроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: Техносфера, 2008. - 510 с. | | |
| 3. |  | Воротилов К. А., Мухортов В. М., Сигов А. С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства:. - М.: Энергоатомиздат, 2011. - 174 с. | | |
| 4. |  | Крутов В. В., Точинский Е. Г. Ультра- и гиперзвук в электронике:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 1994. - 72 с. | | |
| 5. |  | Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники:Пер. с англ.. - М.: Техносфера, 2009. - 368 с. | | |
| 6. |  | Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники:Пер. с англ.. - М.: Техносфера, 2007. - 367 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 11. |  | Федеральный институт промышленной собственности  http://www.new.fips.ru | | |
| 12. |  | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  https://www.minobrnauki.gov.ru | | |
| 13. |  | Фонд содействия инновациям  http://www.fasie.ru | | |
| 14. |  | Информационный портал системы международного цитирования “Web of Science”  https://www.apps.webofknowledge.com | | |
| 15. |  | Информационный портал системы международного цитирования Scopus  https://www.scopus.com | | |
| 16. |  | Российский технологический журнал  https://www.rtj.mirea.ru | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
| 17. |  | Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»  https://www.scholar.google.ru | | |
| 18. |  | Электроника НТБ - научно-технический журнал  http://www.electronics.ru | | |
| 19. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 20. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 21. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 22. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 23. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
| 24. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 25. |  | 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 | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Электронная компонентная база для сверхвысокочастотной техники** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **магистр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **9 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 | 42 | | 4,35 | | | 49,65 | Экзамен, Курсовая работа | | |  |
| 3 | | 5 | 180 | 16 | | | | 16 | | | 32 | 80 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
| из них на практ. подготовку | | | | 0 | | | | 16 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р техн. наук, профессор, Колковский Ю.В \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Электронная компонентная база для сверхвысокочастотной техники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 02.03.2021 № 3  Зав. кафедрой Колковский Ю.В \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **базовая кафедра № 130 - твердотельной электроники** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Электронная компонентная база для сверхвысокочастотной техники» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 9 з.е. (324 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:** | | | | | |
| - фундаментальные законы и принципы работы изделий электроники и методы измерения их параметров-операционные усилители | | | | | |
| - фундаментальные законы и принципы работы изделий электроники и методы измерения их параметров- логические интегральные схемы | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, принципах работы, свойствах, назначении изделий наноэлектроники с точки зрения операционных усилителей | | | | | |
| - применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, принципах работы, свойствах, назначении изделий наноэлектроники с точки зрения логических интегральных схем | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - фундаментальными знаниями и навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в области операционных усилителей | | | | | |
| - фундаментальными знаниями и навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в области логических интегральных схем | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 этапы технологического производства | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - находить и анализировать технологические проблемы | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками нахождения достоверной информации в различных информационных источниках | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - основные этапы технологического производства | | | | | | |
| - фундаментальные законы и принципы работы изделий электроники и методы измерения их параметров- логические интегральные схемы | | | | | | |
| - фундаментальные законы и принципы работы изделий электроники и методы измерения их параметров-операционные усилители | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - находить и анализировать технологические проблемы | | | | | | |
| - применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, принципах работы, свойствах, назначении изделий наноэлектроники с точки зрения логических интегральных схем | | | | | | |
| - применять в профессиональной деятельности углубленные знания о структуре, принципах работы, свойствах, назначении изделий наноэлектроники с точки зрения операционных усилителей | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками нахождения достоверной информации в различных информационных источниках | | | | | | |
| - фундаментальными знаниями и навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в области операционных усилителей | | | | | | |
| - фундаментальными знаниями и навыками самостоятельной работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой в области логических интегральных схем | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Операционные усилители** | | | | | | |
| **1.1** | **Лекция** **1.** **Общие** **сведения** **об** **аналоговых** **ИС** **(Лек).** Разновидности аналоговых ИС. Интегральные аналоговые ключи. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет цепей. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.3** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.4** | **Лекция** **2.** **Интегральные** **операционные** **усилители** **(Лек).** Общие сведения об операционных усилителях. Эквивалентная схема и параметры ОУ.Вспомогательные цепи ОУ. Улучшение параметров ОУ Расчет цепей, содержащих ОУ, с помощью направленных графов | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчет цепей. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.6** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.7** | **Лекция** **3.** **Усилители** **с** **отрицательной** **обратной** **связью** **на** **основе** **ОУ** **(Лек).** Инвертирующий усилитель. Неинвертирующий усилитель. Дифференциальные усилители. Усилители тока и заряда. Усилители с гальванически развязанными цепями питания. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.9** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.10** | **Лекция** **4.** **Точные** **измерительные** **усилители** **(Лек).** Снижение мультипликативных погрешностей усилителя. Усилители с периодической коррекцией дрейфа.  Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала. Двухканальные усилители. Гальваническое разделение в измерительных усилителях. Шумы измерительных усилителей. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.12** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.13** | **Лекция** **5.** **Стабилизаторы,** **усилители** **с** **токовым** **выходом** **и** **преобразователи** **сопротивления** **в** **напряжение** **(Лек).** Стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы тока и усилители с токовым выходом. Преобразователи сопротивления в напряжение. Мостовые преобразователи сопротивления в напряжение. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.15** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.16** | **Лекция** **6.** **Применение** **ОУ** **с** **линейными** **частотнозависимыми** **обратными** **связями** **(Лек).** Принципы построения операционных преобразователей. Интегрирующие операционные преобразователи.  Активные фильтры. Конверторы сопротивления. Генераторы синусоидальных колебаний. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.19** | **Лекция** **7.** **Применение** **ОУ** **с** **нелинейными** **и** **управляемыми** **обратными** **связями** **(Лек).** Выпрямители среднего значения. Амплитудные выпрямители. Ключевые устройства и фазочувствительные демодуляторы. Устройства выборки и хранения аналогового сигнала. Функциональные преобразователи | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.22** | **Лекция** **8.** **Применение** **ОУ** **в** **импульсных** **устройствах** **(Лек).** Ограничители и формирователи напряжения прямоугольной формы. Релаксационные генераторы на основе ОУ. Одновибраторы и управляемые генераторы на основе ОУ. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 2 | 2 | ПК-1.1 | |
| **1.24** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.25** | **Выполнение** **курсовой** **работы** **(проекта)** **(Ср).** Выолнение курсовой работы | | 2 | 30 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.26** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** обзор литературы | | 2 | 7 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **1.27** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к лекциям и практическим занятиям | | 2 | 5 | ПК-1.1 | |
| **2. Промежуточная аттестация (курсовая работа)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(КР).** | | 2 | 16 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **3. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **3.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 2 | 33,65 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **3.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 2,35 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4. Логические интегральные схемы** | | | | | | |
| **4.1** | **Лекция** **1.** **Специальные** **типы** **ОУ** **(Лек).** ОУ с токовыми входами. Умножители аналоговых сигналов. Компараторы. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.2** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.3** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **4.4** | **Лекция** **2.** **Логические** **интегральные** **схемы** **(Лек).** Основные положения алгебры логики. Разновидности логических ИС. Параметры логических ИС. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.5** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.6** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.7** | **Лекция** **3.** **Комбинационные** **логические** **цепи** **(Лек).** Минимизация логических функций. Синтез комбинационных цепей. Примеры типичных комбинационных цепей. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.8** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты. | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.9** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.10** | **Лекция** **4.** **Триггеры** **(Лек).** Разновидности триггеров в интегральном исполнении. Принципы построения интегральных триггеров. Помехозащищенные триггеры. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.11** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.12** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.13** | **Лекция** **5.** **Регистры** **и** **кольцевые** **счетчики** **(Лек).** Регистры памяти. Регистры сдвига. Кольцевые счетчики. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.14** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.15** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.16** | **Лекция** **6.** **Двоичные** **счетчики** **и** **счетчики** **на** **их** **основе** **(Лек).** Двоичные счетчики. Двоично-десятичные счетчики. Счетчики с различными. недвоичными коэффициентами пересчета. Реверсивные счетчики. Синтез счетчиков. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.17** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.18** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.19** | **Лекция** **7.** **Применение** **логических** **ИС** **в** **формирователях** **и** **генераторах** **импульсов** **(Лек).** Формирователи импульсов. Генераторы импульсов. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.20** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.21** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **4.22** | **Лекция** **8.** **Специальные** **узлы** **измерительных** **устройств** **на** **основе** **логических** **ИС** **(Лек).** Устройства синхронизации. Устройства вычитания частот. Преобразователи код-частота. Применение микропроцессоров в измерительных устройствах. | | 3 | 2 | ПК-1.1 | |
| **4.23** | **Выполнение** **практических** **заданий** **(Пр).** Расчеты | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.24** | **Защита** **рефератов** **(Пр).** Написание доклада но выбранную тему | | 3 | 2 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.25** | **Лабораторная** **работа** **1** **(Лаб).** Исследование характеристик и параметров биполярных транзисторов | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.1 | |
| **4.26** | **Лабораторная** **работа** **2** **(Лаб).** Исследование характеристик и параметров полевых транзисторов | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.1 | |
| **4.27** | **Лабораторная** **работа** **3** **(Лаб).** Исследование характеристик фотодиодов и МДП структур с помощью метода вольт-фарадных характеристик | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.1 | |
| **4.28** | **Лабораторная** **работа** **4** **(Лаб).** Исследование параметров фотодиодов и МДП структур с помощью метода вольт-фарадных характеристик | | 3 | 4 (из них 4 на практ. подг.) | ПК-1.1 | |
| **4.29** | **Выполнение** **домашнего** **задания** **(Ср).** Обзор литературы, отчеты по лабораторным работам | | 3 | 50 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **4.30** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** Подготовка к практическим и лабораторным занятиям | | 3 | 30 | ПК-1.1 | |
| **5. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **5.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Экзамен).** | | 3 | 33,65 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
| **5.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 3 | 2,35 | ПК-1.1, ПК-1.2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Электронная компонентная база для сверхвысокочастотной техники», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Аналоговые ИС.  2.Интегральные операционные усилители  3. Усилители с отрицательной обратной связью на основе ОУ  4. Точные измерительные усилители  5. Стабилизаторы, усилители с токовым выходом и преобразователи сопротивления в напряжение  6. Применение ОУ с линейными частотнозависимыми обратными связями  7. ОУ с нелинейными и управляемыми обратными связями. Возможности применения.  8. Спектр Применение ОУ в импульсных устройствах  9. Специальные типы ОУ | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 10 |
| **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 помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Учебная лаборатория интегральной электроники | | | | Измерительный стенд «Исследование биполярных транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд. компьютеру «Исследование полевых транзисторов», Измерительный стенд.компьютеру «C-V характеристики» | |
| 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. |  | Щука А. А. Микроэлектроника:. - , 2016. - 726 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Щука А. А. Наноэлектроника:Учеб. пособие для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 342 с. | | | |
| 2. |  | Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии:[Учеб. пособие для вузов]. - М.: Техносфера, 2005. - 334 с. | | | |
| 3. |  | Сигов А. С., Нефедов В. И., Щука А. А., Сигов А.С. Электроника:Учебное пособие. - М.: Абрис, 2011. - 348 с. | | | |
| 4. |  | Щука А. А. Электроника:Учеб. пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 739 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Техноэксперт http://www.docs.cntd.ru | | | |
| 4. |  | NanoNewsNet.ru- некоммерческое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии http://www.old.nanonewsnet.ru | | | |
| 5. |  | Нанометр — нанотехнологическое сообщество http://www.nanometer.ru | | | |
| 6. |  | Информационный портал «Популярные нанотехнологии» http://www.popnano.ru | | | |
| 7. |  | Российский фонд фундаментальных исследований https://www.rfbr.ru | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  | стр. 11 |
| 8. |  | Информационный портал Российского научного фонда http://www.rscf.ru | | |
| 9. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 10. |  | Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  https://www.researchgate.net | | |
| 11. |  | Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  http://www.kcsni.nrcki.ru | | |
| 12. |  | Журнал "Нано- и микросистемная техника"  http://www.microsystems.ru | | |
| 13. |  | Новостной и аналитический портал "Время электроники"  http://www.russianelectronics.ru | | |
| 14. |  | Сайт Российского магнитного общества (МАГО)  http://www.amtc.ru/mago/ | | |
| 15. |  | Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам  http://www.fips.ru/ | | |
| 16. |  | 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. | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 12 |
| 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 добровольческой (волонтёрской) деятельности и взаимодействие с социально ориентированными некоммерческими организациями** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  | | **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Технологии и устройства микро- и наноэлектроники** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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 |  |
| 2 | | 1 | 36 | 8 | | | | 0 | | | 8 | 11 | | 0,25 | | | 8,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *канд. психол. наук, доцент, Жемерикина Ю.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Организация добровольческой (волонтёрской) деятельности и взаимодействие с социально ориентированными некоммерческими организациями** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 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: «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 22.02.2021 № 7  Зав. кафедрой Гайдамашко И.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **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 гуманитарных и общественных наук** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Организация добровольческой (волонтёрской) деятельности и взаимодействие с социально ориентированными некоммерческими организациями» 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 – «Технологии и устройства микро- и наноэлектроники». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 11.04.04 Электроника и наноэлектроника | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Технологии и устройства микро- и наноэлектроники | | |
|  |  |  |
|  | 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-3** - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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:** | | | | | |
| - методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - разрабатывать командную стратегию; организовывать работу коллективов; управлять коллективом | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методами организации и управления коллективом, планированием его действий. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.2 : Организует и корректирует работу команды, в том числе и на основе коллегиальных решений** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основы организации работы команды | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - координировать работу команды | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - использовать полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; диагностировать и анализировать групповые процессы. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **УК-3.3 : Руководит работой команды, разрешает и противоречия на основе учёта интереса всез сторон** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| - теоретические основы коммуникативной деятельности, межличностного взаимодействия | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - осуществлять профессиональное взаимодействие и коммуникацию в соответствии с этическими нормами и ценностями | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками профессионального взаимодействия и коммуникации | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | | |
| - теоретические основы коммуникативной деятельности, межличностного взаимодействия | | | | | | |
| - основы организации работы команды | | | | | | |
| - методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | |
| - осуществлять профессиональное взаимодействие и коммуникацию в соответствии с этическими нормами и ценностями | | | | | | |
| - координировать работу команды | | | | | | |
| - разрабатывать командную стратегию; организовывать работу коллективов; управлять коллективом | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - навыками профессионального взаимодействия и коммуникации | | | | | | |
| - использовать полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; диагностировать и анализировать групповые процессы. | | | | | | |
| - методами организации и управления коллективом, планированием его действий. | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Лекции и семинарские занятия** | | | | | | |
| **1.1** | **Концептуальные** **подходы,** **базовые** **ценности** **и** **принципы** **добровольчества** **(волонтерства)** **(Лек).** Государственная политика в области добровольчества в Российской Федерации. Нормативно-правовое обеспечение развития и  поддержки молодежного добровольчества в Российской  Федерации. | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.2** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Семинарское занятие по теме лекции, устный опрос, обсуждение презентаций | | 2 | 2 | УК-3.1, УК-3.2 | |
| **1.3** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 3 | УК-3.3, УК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.4** | **Многообразие** **форм** **добровольческой** **(волон** **терской)** **деятельности** **(Лек).** Молодежное добровольчество в системе  государственной молодежной политики. Историческое наследие и направления добровольчества. Развитие волонтерства в различных сферах жизнедеятельности. Циклы развития волонтерской деятельности. Виды, типы и цели добровольчества (волонтерства): разнообразие и взаимное влияние. Механизмы и технологии добровольческой деятельности. Волонтерский менеджмент. | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.5** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Семинарское занятие по теме лекции, устный опрос, обсуждение презентаций | | 2 | 2 | УК-3.1, УК-3.2 | |
| **1.6** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.7** | **Организация** **работы** **с** **волонтерами** **(Лек).** Организация работы с волонтерами: рекрутинг, повышение узнаваемости проектов, работа со СМИ, обучение, оценка эффективности волонтерской деятельности. Границы ответственности добровольцев (волонтёров), организаторов добровольческой (волонтерской) деятельности и добровольческих (волонтерских) организаций. Мотивация волонтеров. | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.8** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Семинарское занятие по теме лекции, устный опрос, обсуждение презентаций | | 2 | 2 | УК-3.3, УК-3.2 | |
| **1.9** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 3 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.10** | **Внедрение** **современных**  **IТ** **и** **механизмов** **вовлечения** **молодежи** **в** **добровольческую** **(волонтерскую)** **активность**  **(Лек).** Новые платформы для вовлечения молодежи в социальную практику через механизмы социальных сетей и добровольческой активности.  Формы, механизмы и порядки взаимодействия с федеральными органами власти, органами власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, подведомственными им государственными и муниципальными учреждениями, иными организациями (по направлениям волонтерской деятельности). | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.11** | **Проведение** **семинарских** **занятий** **(Пр).** Семинарское занятие по теме лекции, устный опрос, обсуждение презентаций | | 2 | 2 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **1.12** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям** **(Ср).** | | 2 | 3 | УК-3.1, УК-3.2 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации** **(Зачёт).** | | 2 | 8,75 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации** **(КрПА).** | | 2 | 0,25 | УК-3.1, УК- 3.2, УК-3.3 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Организация добровольческой (волонтёрской) деятельности и взаимодействие с социально ориентированными некоммерческими организациями», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Текущий контроль  1.  1. Понятие добровольчества (волонтерства) и его роль в жизни современного российского общества  2. Государственная политика Российской Федерации в области развития добровольчества (волонтерства)  3. Взаимосвязь добровольчества (волонтерства) с изменениями в личности человека волонтера  4 Профессиональные качества студента (Вашего направления обучения) с точки зрения  волонтерской деятельности  2.  1.Взаимодействия волонтеров и волонтерских объединений с социально ориентированными НКО, органами власти и подведомственными им организациями  2. Способы построения конструктивного общения (взаимодействия) между волонтерами  и представителями органов власти, а также различными социальными группами  3. Проблемы и перспективы развития современного волонтерского движения в России  4.Формы и виды добровольческой (волонтерской) деятельности в современной России  5 Формы и виды добровольческой (волонтерской) деятельности в Краснодарском крае  (на конкретных примерах)  6 Волонтерство и благотворительность: характер взаимосвязи  7 Волонтерство и патриотизм в истории России: характер взаимосвязи (на конкретных  примерах)  3.  1.Основные нормативные документы, определяющие характер и границы волонтерского движения в современной России  2 Подготовка волонтеров для ведения групповых занятий  3 Организация работы агитбригад  4 Методики работы волонтеров в условиях учреждений разных типов и видов  5.Семейное волонтерство  4.  1. Психолого-педагогическое сопровождение деятельности волонтерской службы  2. Способы построения конструктивного общения (взаимодействия) волонтеров и во-  лонтерских объединений с представителями органов власти и различных социальных  групп  3. Требования к профессиональным качествам волонтеров  4. Управление рисками в работе с волонтерами и волонтерскими организациями | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 8 |
| 5.  1. Организационно-правовые формы НКО (на конкретных примерах)  2. Количественные характеристики сектора негосударственных некоммерческих организаций в России  3. Примеры добровольных объединений граждан в истории России  4. Примеры форм добровольных объединений граждан за рубежом  5. Волонтерство как практика гражданского общества: понятие и явление  6. Исторические корни добровольческой деятельности в России  6.  1.Границы ответственности добровольцев (волонтеров), организаторов добровольческой (волонтерской) деятельности и добровольческих (волонтерских) организаций  2 Каковы критерии оценки эффективности современной волонтерской деятельности?  3 Мотивация волонтеров  4 Современные психологические технологии диагностики потенциальных волонтеров  5 Современные тенденции и технологии работы с волонтерами и волонтерскими движениями  Вопросы для зачета:  1. Теоретико-правовые основы существования некоммерческих организаций.  2. Понятия, признаки и формы некоммерческих организаций.  3. Формы взаимодействия общественных организаций с органами местного самоуправления.  4. Теория и практика волонтерского движения.  5. Волонтерство и его роль в системе социокультурных институтов.  6. Теоретические аспекты организации волонтерской службы в учреждениях разных типов и видов.  7. Концепция программы развития добровольческого и волонтерского движения.  8. Понятие риска, основные характеристики и классификации.  9. Риски в работе с волонтерами и общественными активистами  10. Способы управления рисками в работе с волонтерами и общественными активистами  11. Нормативное регулирование оценки социально ориентированных проектов.  12. Инструменты оценки социальной эффективности.  13. Добровольчество в системе здравоохранения и социального обслуживания.  14. Добровольчество в образовании и культуре.  15. Добровольчество в сфере физической культуры и спорта.  16. Добровольчество в сфере охраны природы, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.  17. Примеры добровольных объединений граждан в истории России.  18. Примеры развития волонтерских практик за рубежом.  19. Нормативно-правовая база добровольчества (волонтерства) в России.  20. Основные направления государственной политики в области содействия развитию институтов гражданского общества, в том числе добровольчества (волонтерства)  21. Формы государственной поддержки добровольчества (волонтерства).  22. Инфраструктура развития волонтерской деятельности.  23. Дизайн-мышление как метод совместной деятельности с добровольцами (волонтерами)  24. Мотивирование волонтеров  25. Подходы к решению проблемы эмоционального и психологического выгорания. | | |
| **5.3. Фонд оценочных материалов** | | |
|  |  |  |
| Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1. | | |
|  |  |  |
| **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx | | |  |  | стр. 9 |
| **6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
| **Наименование помещений** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организаци | |
| 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. |  | Майорова Е. В., Стельмашонок Е. В., Гниденко И. Г., Мердина О. Д., Соколовская С. А., Чернокнижный Г. М. Информационные технологии в менеджменте [Электронный ресурс]:Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 368 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451006 | | | |
| 2. |  | Рахимова М.В. «Шаги»Опыт волонтерского движения: монография [Электронный ресурс]:. - М.: Международный издательский центр«Этносоциум», 2018. - 124 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/684900 | | | |
| 3. |  | Гайдамашко И. В., Жемерикина Ю. И., Юркина Л. В. Психология:учебное пособие для студентов технических ВУЗов. - М.: ОнтоПринт, 2018. - 380 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Калинина Технологии добровольческой деятельности молодежи [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Тула: Издательство ТГПУ им.Л.Н.Толстого, 2015. - 190 – Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/338177 | | | |
| 2. |  | Шарапова Т. В. Основы менеджмента [Электронный ресурс]:Учебное пособие Для СПО. - Москва: Юрайт, 2021. - 208 с – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/472399 | | | |
| 3. |  | Жемерикина Ю. И. Психология и педагогика:учебно-методическое пособие. - М.: ОнтоПринт, 2017. - 45 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. | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 10 |
| 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: | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 11.04.04\_ТУМНЭ\_ФТИ\_2021.plx |  | стр. 11 |
| - 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. | | |