

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЦЕССЫ ЛАЗЕРНОЙ И ЭЛЕКТРОННО-ИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| Лабораторные занятия | 8 | 8 | часов |
| Самостоятельная работа | 72 | 72 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен | 2 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение углубленного профессионального образования по лазерным и электронно-ионным технологиям, а также физическим процессам, протекающим в поверхностном слое твердого тела при торможении лазерного луча и ускоренных частиц, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области квантовой и оптической электроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение закономерностей торможения электронов в твердом теле и вторичных процессов, вызываемых электронной бомбардировкой.

2. Изучение ионной бомбардировки поверхностей и процессов, вызываемых ионами, а также луча лазера.

3. Получение информации о способах формировании электронных и ионных пучков.

4. Ознакомление обучающихся с использованием ионно-плазменных устройств в технологических процессах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).

Индекс дисциплины: Б1.О.02.03.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| Универсальные компетенции | | |
| УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | УК-2.1. Знает основные модели жизненного цикла проекта, его этапы и фазы, их характеристики и особенности | Знает основные модели жизненного цикла проекта, его этапы и фазы. |
| | УК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности | Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности. |
| | УК-2.3. Имеет навыки работы в области проектной деятельности и реализации проектов | Имеет навыки работы в области проектной деятельности и реализации проектов корпускулярно-лучевых установок. |

| | | |
|--|---|---|
| УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | УК-3.1. Знает содержание организации и руководства деятельностью рабочего коллектива (группы), социально-психологические характеристики рабочего коллектива (группы), основы поддержания нравственных отношений в рабочем коллективе (группе) | Знает содержание организации и руководства деятельностью рабочего коллектива (группы). |
| | УК-3.2. Умеет организовывать работу коллектива (группы) для достижения поставленной цели | Умеет организовывать работу коллектива (группы) для достижения поставленной цели. |
| | УК-3.3. Владеет основными методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде, а также методами организации работы коллектива (группы) | Владеет основными методами и приемами работы в команде, а также методами организации работы коллектива (группы) для достижения поставленной цели. |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |
| - | - | - |

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|-----------|
| | | 2 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 10 | 10 |
| Лабораторные занятия | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 72 | 72 |
| Подготовка к тестированию | 28 | 28 |
| Подготовка к устному опросу / собеседованию | 14 | 14 |
| Выполнение практического задания | 20 | 20 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | 4 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | 6 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | 144 |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 4 | 4 |
|------------------------------------|---|---|

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | | | | |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий. | 4 | - | - | 18 | 22 | УК-2, УК-3 |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом | 4 | 4 | - | 10 | 18 | УК-2, УК-3 |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | 4 | 4 | 8 | 22 | 38 | УК-2, УК-3 |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | 3 | 2 | - | 14 | 19 | УК-2, УК-3 |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц. | 3 | - | - | 8 | 11 | УК-2, УК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 10 | 8 | 72 | 108 | |
| Итого | 18 | 10 | 8 | 72 | 108 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий. | Краткая история развития исследований по взаимодействию ускоренных частиц и когерентного излучения на твердое тело. Роль и место дисциплины в формировании инженера электронной техники. | 4 | УК-3, УК-2 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|--|--|----|------------|
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом | Рассеяние электрона в твердых телах. Плотность поглощенной энергии, механизмы рассеяния, потери энергии. Пробег электронов в твердом теле, связь между пробегом электрона и потерями энергии. Химическое действие электронного облучения, стимулирование химических реакций, диссоциация сложных соединений, десорбция га-зов. | 4 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | Торможение ионов, потери энергии ионов при торможении в веществе. Катодное распыление поверхности твердых тел при воздействии потоков ионов. Эмиссия электронов и ионов с поверхности вещества, подвергнутого ионной бомбардировке. Химическое действие ионов с веществом. Ионная имплантация | 4 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | Стационарный нагрев, локальный нагрев электронными, лазерными и ионными пучками. Образование "кинжального" шва при электронно-лучевой сварке | 3 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц. | Закалка поверхности стали при импульсном, лазерном и электронном нагреве. Повышение твердости и износостойкости металлов в результате ионного облучения. | 3 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом | Расчет длины свободного пробега и глубины проникновения электрона. Расчет скорости испарения твердого тела под воздействием электронного луча. | 4 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|--|--|----|------------|
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | Расчет глубины пробега ионов в твердом теле. Вторичная ион-электронная эмиссия. | 4 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | Тепловой расчет при взаимодействии заряженных частиц с твердым телом. Расчет параметров термического процесса напыления. | 2 | УК-2, УК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 10 | |
| Итого | | 10 | |

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | Исследование процесса ионной обработки ма-териалов. | 8 | УК-2, УК-3 |
| | Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов. | | |
| Итого | | 8 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий. | Подготовка к тестированию | 8 | УК-3, УК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 10 | УК-3, УК-2 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 18 | | |

| | | | | |
|--|--|-----|------------|--------------------------------------|
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом | Выполнение практического задания | 6 | УК-2, УК-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-2, УК-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | УК-2, УК-3 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Выполнение практического задания | 6 | УК-2, УК-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 6 | УК-2, УК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | УК-2, УК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 22 | | |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | Выполнение практического задания | 8 | УК-2, УК-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 6 | УК-2, УК-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц. | Подготовка к тестированию | 4 | УК-2, УК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 4 | УК-2, УК-3 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 108 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| УК-2 | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен |

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|--|
| УК-3 | + | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен |
|------|---|---|---|---|--|

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------------------|--|---|---|------------------|
| 2 семестр | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 3 | 3 | 5 | 11 |
| Устный опрос / собеседование | 4 | 4 | 6 | 14 |
| Лабораторная работа | 4 | 5 | 7 | 16 |
| Практическое задание | 4 | 5 | 7 | 16 |
| Тестирование | 4 | 4 | 5 | 13 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 19 | 21 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом | 19 | 40 | 70 | 100 |

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рожанский В. А. Теория плазмы: учеб. пособие. — Электрон. дан.- Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2769>.
2. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: Учебное пособие / А. И. Аксенов - 2018. 123 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7262>.
3. Данилина Т.И., Чистоедова И.А. Технология СБИС: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: ТУСУР, 2007. - 70 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Джонс, Мартин Хартли. Электроника - практический курс : Пер. с англ. / М. Х. Джонс ; пер. : Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - 2-е изд., испр. . - М. : Техносфера, 2006. - 510[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).
2. Сушков А.Д.. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).
3. Основы электрофизических методов обработки : учебное пособие / Х. М. Рахимьянов, В. П. Гилета, Н. П. Гаар [и др.]. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 179 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152200>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование процессов ионной обработки материалов и ионноплазменного распыления материалов: Методические указания к лабораторным работам / Л. Н. Орликов - 2019. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9110>.
2. Основы технологии оптических материалов и изделий: Методические указания к практическим занятиям / Л. Н. Орликов - 2012. 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1343>.
3. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: Методические указания к самостоятельной работе / А. И. Аксенов - 2012. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1904>.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии электронных приборов: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 108 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Принтер HP Laser jet M1132;
- Установка вакуумного напыления УВН-2М;
- Течеискатель ПТИ-7;
- Вакуумный универсальный пост ВУП-4 - 2 шт.;
- Установка вакуумного напыления УРМ 387;
- Осциллограф С8-13;
- Осциллограф С1-65А;
- Источник питания Б5-46;
- Прибор комбинированный цифровой Щ4313;
- Вакуумметр ВСБ-1;
- Микроскопы: МБС-10, МИМ-7;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Microsoft Windows;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|-------------------------|------------------------------|--|
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий. | УК-2, УК-3 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом | УК-2, УК-3 | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

| | | | |
|--|------------|--------------------------------------|--|
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | УК-2, УК-3 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | УК-2, УК-3 | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц. | УК-2, УК-3 | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|----------------------------|--|---|---|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |

| | | | | |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Траекторный пробег электрона это:
 - a. Расстояние между двумя соударениями;
 - b. Длина ломанной в результате столкновений с атомами траектории;
 - c. Проекция траектории на прямую, перпендикулярную поверхности;
 - d. Проекция траектории на прямую, параллельную поверхности.
2. Проекционный пробег электрона это :
 - a. Расстояние между двумя соударениями;
 - b. Длина ломанной в результате столкновений с атомами траектории;
 - c. Проекция траектории на прямую, параллельную поверхности;
 - d. Проекция траектории на прямую, перпендикулярную поверхности.
3. Поперечный пробег электрона это:
 - a. Длина ломанной в результате столкновений с атомами траектории;
 - b. Проекция траектории на прямую, перпендикулярную поверхности;
 - c. Проекция траектории на прямую, параллельную поверхности;
 - d. Расстояние между двумя соударениями.
4. Вторичная электронная эмиссия это:
 - a. Отражение части электронов от поверхности твердого тела и возбуждение эмиссии электронов из его поверхностного слоя;
 - b. Эмиссия электронов с поверхности твердого тела при облучении ее потоками фотонов;
 - c. Эмиссия электронов с нагретой поверхности твердого тела;
 - d. Эмиссия электронов с поверхности твердого тела при наличии сильного внешнего электрического поля.

5. Какому закону подчиняется угловое распределение вторичных электронов?
 - a. Закону тангенса.
 - b. Закону синуса.
 - c. Закону косинуса.
6. Что такое катодлюминесценция?
 - a. Явление свечения твердого тела под действием электронной бомбардировки.
 - b. Явление свечения твердого тела под действием потока фотонов.
 - c. Явление свечения твердого тела под действием электрического поля.
 - d. Явление свечения твердого тела под действием магнитного поля.
7. Тормозное рентгеновское излучение это:
 - a. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов с молекулами газа.
 - b. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с электронами кристалла.
 - c. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с молекулами газа.
 - d. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов со свободными и связанными электронами кристалла.
8. Характеристическое рентгеновское излучение это:
 - a. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов с молекулами газа.
 - b. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с электронами кристалла.
 - c. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов со свободными и связанными электронами кристалла.
 - d. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов в глубине атомов, с принадлежащими им электронами.
9. Укажите величину анодного напряжения, при котором наблюдается характеристическое рентгеновское излучение.
 - a. Равно напряжению на ускоряющем электроде.
 - b. Менше критического напряжения.
 - c. Равно критическому напряжению.
 - d. Больше критического напряжения.
10. Как изменяется интенсивность характеристического излучения с увеличением анодного напряжения ?
 - a. Определяется только значением анодного тока.
 - b. Остается неизменной.
 - c. Уменьшается.
 - d. Увеличивается.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Корпускулярно-оптические системы для получения электронного пучка.
2. Источники электронов с термокатодом.
3. Классификация плазменных источников электронов.
4. Размерная обработка с помощью электронного луча.
5. Оборудование для ионного легирования.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Рассеяние электрона в твердых телах.
2. Пробег электронов в твердом теле, связь между пробегом электрона и потерями энергии.
3. Торможение ионов, потери энергии ионов при торможении в веществе.
4. Ионная имплантация.
5. Повышение твердости и износостойкости металлов в результате ионного облучения.

9.1.4. Темы практических заданий

1. Расчет длины свободного пробега и глубины проникновения электрона.
2. Расчет скорости испарения твердого тела под воздействием электронного луча.
3. Расчет глубины пробега ионов в твердом теле. Вторичная ион-электронная эмиссия.
4. Тепловой расчет при взаимодействии заряженных частиц с твердым телом.

5. Расчет параметров термического процесса напыления.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Что такое полимеризация?
2. Что такое деструкция?
3. Какой тип газового разряда используется в пмагнетронах?
4. Опишите процесс ионного травление.
5. Опишите процесс ионного легирования.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование процесса ионной обработки ма-териалов. Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|-----------------------|--|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |

| | | |
|---|---|--|
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|--------------------|--------------|--|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6 |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|-----------------|--------------|--|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Разработано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961 |
|-----------------|--------------|--|