**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ**

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Физика конденсированного состояния**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 36 | 36 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 72 | 72 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е. |

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 39162

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ФЭ _____ С. В. Смирнов

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Заведующий аспирантурой _____ Т. Ю. Коротина

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 39162

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Углубление знаний по ряду теоретических проблем в области физических основ воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

Изучение, анализ и поиск решений современных проблем воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

Приобретение опыта использования излучений на свойства конденсированных веществ.

Формирование навыков использования полученных знаний для прогнозирования результатов воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических основ воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

– Изучение методов исследований физических основ воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

– Приобретение практических навыков применения полученных знаний в современных технологических процессах.

– Подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований, Основы организации научных исследований.

Последующими дисциплинами являются: Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ, Методология подготовки и написания диссертации, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.), Физика конденсированного состояния.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 способность теоретически и экспериментально исследовать воздействие различных видов излучений на природу изменений свойств конденсированных веществ и модификацию свойств их поверхности, а также разрабатывать и использовать математические модели для прогнозирования изменения их свойств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Принципы теоретического описания воздействия излучений на свойства конденсированных веществ. Физические основы взаимодействия быстрых заряженных частиц, электромагнитного излучения, нейтронов с конденсированными веществами, Процессы массопереноса, генерации радиационных дефектов, стимулированных облучением.

– **уметь** Самостоятельно использовать теоретические закономерности и формулы для прогнозирования результатов воздействия на конденсированные вещества различных излучений.

– **владеть** Основными понятиями, относящимися к области физических основ воздействия излучений на свойства конденсированных веществ. Способностью самостоятельного изучения и анализа специальной научную и методической литературы, связанной с современными проблемами физических основ воздействия излучений на свойства конденсированных веществ. Методиками расчета влияния излучений на свойства конденсированных веществ при их взаимодействии с атомами вещества. Способами решения задач тепло- и массопереноса, эрозии поверхности в условиях облучения конденсированных веществ потоками высокоэнергетических частиц.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 39162

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 36 | 36 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (всего) | 72 | 72 |
| Проработка лекционного материала | 36 | 36 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 36 | 36 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость, ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | |
| 1 Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. | 2 | 0 | 4 | 6 | ПК-3 |
| 2 Основы теории взаимодействия излучения с конденсированными материалами. | 6 | 4 | 18 | 28 | ПК-3 |
| 3 Радиационные дефекты в конденсированных веществах | 4 | 8 | 28 | 40 | ПК-3 |
| 4 Механизмы модифицирования конденсированных веществ под воздействием излучений | 6 | 6 | 22 | 34 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 72 | 108 | |
| Итого | 18 | 18 | 72 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |

Согласована на портале № 39162

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. | Ознакомление с целями и задачами дисциплины. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основы теории взаимодействия излучения с конденсированными материалами. | Виды излучений. Электронные, ионные, лазерные пучки. Процессы взаимодействия излучения с конденсированными материалами при допороговых энергиях и выше. Процессы тепловыделения и дефектообразования. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Радиационные дефекты в конденсированных веществах | Виды дефектов. Энергия образования дефектов. Термодинамические аспекты генерации и трансформации дефектов в конденсированных материалах. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Механизмы модифицирования конденсированных веществ под воздействием излучений | Процессы закалки, упрочнения металлов и сплавов. Процессы ионного легирования полупроводниковых материалов. Лазерная и электронная литография. Планаризация поверхности материалов. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований | + | | | + |
| 2 Основы организации научных исследований | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ | + | + | + | + |
| 2 Методология подготовки и написания диссертации | + | + | + | + |
| 3 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена | + | + | + | + |
| 4 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.) | + | + | + | + |
| 5 Физика конденсированного состояния | + | + | + | + |

Согласована на портале № 39162

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию, Дифференцированный зачет |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 2 Основы теории взаимодействия излучения с конденсированными материалами. | Расчет энергетических параметров излучения и источников. | 2 | ПК-3 |
| | Расчет режимов термической обработки материалов электронным пучком. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 3 Радиационные дефекты в конденсированных веществах | Расчет концентрации и типов дефектов при различных видах воздействия. | 4 | ПК-3 |
| | Расчет процессов разрушения материалов под действием излучений. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 4 Механизмы модифицирования конденсированных веществ под воздействием излучений | Расчет режимов ионной имплантации. | 2 | ПК-3 |
| | Определение разрешающей способности электронной литографии. | 2 | |
| | Определение разрешающей способности лазерной литографии. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 39162

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Основы теории взаимодействия излучения с конденсированными материалами. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 10 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 3 Радиационные дефекты в конденсированных веществах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 12 | | |
| | Итого | 28 | | |
| 4 Механизмы модифицирования конденсированных веществ под воздействием излучений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 10 | | |
| | Итого | 22 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| Итого | | 72 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Физика конденсированного состояния [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 46 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Основы физики конденсированного вещества [Текст] : учебное пособие / Н. Б. Делоне. - М. : Физматлит, 2011. - 236 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Задачи по физике твердого тела : Сборник задач : Пер. с англ. / ред. : Г. Дж. Голдсмид ;

Согласована на портале № 39162

ред. пер. : А. А. Гусев, М. П. Шаскольская. - М. : Наука, 1976. - 430[2] с. (пособие используется для практических занятий и самостоятельной работы) (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru (свободный доступ)
2. https://edu.tusur.ru (свободный доступ)
3. https://materials.springer.com (свободный доступ)
4. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (свободный доступ)

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice
– PDF-XChange Viewer
– Windows XP

#### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

Согласована на портале № 39162

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1) Какое излучение называется корпускулярным.
1. Лазерное
2. Рентгеновское
3. Инфракрасное
4. β-излучение
2) Какое излучение называется фотонным.
1. Лазерное
2. Космическое
3. Электронное
4. β-излучение
3.) Какие характеристики описывают радиационные свойства материалов.
1. показатель преломления, показатель поглощения, коэффициент отражения.

Согласована на портале № 39162

2. коэффициент поглощения, коэффициент экстинции, коэффициент пропускания.

3. коэффициент поглощения, коэффициент отражения, коэффициент пропускания, отражательная способность

4. радиационная стойкость, доза облучения.

4) Какие источники имеют когерентное излучение.

1. Люминесцентные лампы.

2. Лампы накаливания.

3. Полупроводниковые лазеры

4. Полупроводниковые излучающие диоды.

5) Какие из указанных лазеров инжекционные.

1. Рубиновый.

2. Аргоновый.

3. На парах меди.

4. Полупроводниковый.

6) Что характеризует коэффициент поглощения излучения.

1. количество энергии прошедшей через образец;

2. количество энергии, поглощенной в образце с единичной толщиной;

3. интенсивность излучения, поглощенного в образце в единицу времени;

4. интенсивность излучения вошедшего в образец.

7) Направленное движение внедряемых ионов в кристаллах обусловлено

1. Рассеянием

2. Отражением.

3. Каналированием

4. Диффузией.

8) Отражение медленных электронов от поверхности кристалла описывается:

1. Законом Мозли.

2. Законом Брэгга

3. Законом Планка

4. Законом Энштейна.

9) Возбуждение рентгеновского излучения в материалах высоко-энергетическими электронами описывается

1. Законом Мозли.

2. Законом Брэгга

3. Законом Планка

4. Законом Энштейна.

10) Коэффициент ионного распыления это

1. Скорость распыления.

2. Количество ионов выбитых одним ионом

3. Количество электронов выбитых одним ионом

4. Количество испаренного материала.

11) Каким законом описывается распределение интенсивности излучения по диаметру лазерного луча

1. Вейбулла.

2. Брэгга

3. Законом Планка

4. Гаусса

12) Какая система используется для фокусировки и отклонения ионного пучка

1. Оптическая.

2. Электростатическая

3. Магнитная

4. Механическая

13) Ионная имплантация это:

1. Наслаивание ионов.

2. Ионное легирование

Согласована на портале № 39162

3. Ионное удаление
4. Ионная литография
14) Как называется после имплатационный отжиг
1. Стабилизация.
2. Пассивация
3. Ионное удаление
4. Разгонка
15) Какие устройства используются для управления частотой следования импульсов излучения.
1. Призма Николя.
2. Акусто-оптический модулятор.
3. Интерферометр Фабри-Перо.
4. Дифракционная решетка.
16) Что используется для накачки излучения в лазерах на алюмо-иттриевом гранате.
1. Газоразрядные лампы.
2. Электронный пучок.
3. Тлеющий разряд
4. Химическая реакция
17) Как называется эмиссия электронов и ионов с поверхности материала при высоких напряжениях
1. Термоэмиссия
2. Фото-эмиссия
3. Полевая эмиссия
4. Ударная эмиссия
18) Как называется эмиссия электронов и ионов с поверхности материала при высоких температурах
1. Термоэмиссия
2. Фото-эмиссия
3. Полевая эмиссия
4. Ударная эмиссия
19) Какой прибор используется для анализа ионного потока
1. Эллипсометр
2. Масс-спектрометр
3. Радиометр
4. Атомно-силовой микроскоп.
20) Какой метод используется для анализа ионного состава поверхности материала
1. Эллипсометр
2. Масс-спектрометр
3. Вторичный масс-спектрометр
4. Атомно-силовой микроскоп

### 14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Расчет энергетических параметров излучения и источников.
Расчет концентрации и типов дефектов при различных видах воздействия.
Расчет режимов ионной имплантации.
Определение разрешающей способности электронной литографии.
Определение разрешающей способности лазерной литографии.
Расчет режимов термической обработки материалов электронным пучком.
Расчет процессов разрушения материалов под действием излучений.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Ознакомление с целями и задачами дисциплины.

Виды излучений. Электронные, ионные, лазерные пучки. Процессы взаимодействия излучения с конденсированными материалами при допороговых энергиях и выше. Процессы тепловыделения и дефектообразования.

Виды дефектов. Энергия образования дефектов. Термодинамические аспекты генерации и

Согласована на портале № 39162

трансформации дефектов в конденсированных материалах.

Процессы закалки, упрочнения металлов и сплавов. Процессы ионного легирования полупроводниковых материалов. Лазерная и электронная литография. Планаризация поверхности материалов.

### 14.1.4. Вопросы дифференцированного зачета

1) Конденсированное вещество. Определение. Основные особенности.
2) Виды излучений. Электронные, ионные, лазерные пучки.
3) Источники излучений. Основные параметры источников излучения.
4) Измерение параметров пучков излучения.
5) Процессы взаимодействия излучения с конденсированными материалами.
6) Процессы рассеяния электронов, ионов и фотонов в материалах.
7) Процессы тепловыделения и нагрева материалов излучениями.
8) Виды дефектов. Радиационные дефекты.
9) Процессы дефектообразования. Энергия образования дефектов.
10) Термодинамические аспекты генерации и трансформации дефектов в конденсированных материалах.
11) Методы контроля концентрации дефектов.
12) Процессы разрушения материалов под воздействием излучений.
13) Процессы закалки, упрочнения металлов и сплавов.
14) Термическая обработка конденсированных материалов электронным пучком.
15) Ионное легирование полупроводниковых материалов.
16) Литография. Виды литографии.
17) Лазерная литография. Технологический процесс. Область применения. Достоинства и недостатки.
18) Электронная литография. Технологический процесс. Область применения. Достоинства и недостатки.
19) Планаризация поверхности материалов.
20) Перспективы развития обработки конденсированных материалов различными видами излучения.

## 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

Согласована на портале № 39162

### 14.3. 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.

Согласована на портале № 39162