

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра высшей математики и физики

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.04 Современные методы исследования конструкционных и  
композитных материалов**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки  
(сетевая форма реализации)

**03.04.01 Прикладные математика и физика**

Направленность (профиль):  
**«Физические исследования инновационных материалов»**

Уровень:  
**Магистратура**

Форма обучения  
**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

Бобкова Т.И.  
Дьяченко Н.В.

Утверждаю  
Профессор по учебной работе  
Н.О. Верещагина

Рекомендована решением  
Ученого совета института Информационных  
систем и геотехнологий  
28.09.2022, протокол № 10

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
08.09.2022, протокол № 2  
Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:  
д.т.н., Дьяченко Н.В.,  
к.т.н., Бобкова Т.И.

Санкт-Петербург 2022

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025  
учебный год без изменений\*

Протокол заседания кафедры Высшей математики и физики от 30.08.2024 №1

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026  
учебный год без изменений\*

Протокол заседания кафедры Высшей математики и физики от 27.08.2025 №1

\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены  
изменения

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины - сформировать общепрофессиональную и профессиональную компетентность и необходимый объем знаний, умений и навыков необходимых для освоения студентами современных физических методов исследования конструкционных и композитных материалов и практических задач физики инновационных материалов.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- методы исследования конструкционных и композитных материалов;
- физической сущности явлений, протекающих в твердых телах, при различных внешних воздействиях;
- методы математического моделирования процессов в твердых тела.

2. Сформировать умение:

- применять эти методы для получения необходимых характеристик материалов;
- выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры конструкционных и функциональных материалов, типа и концентрации примесей;
- вносить необходимые изменения в модель для оптимизации параметров вещества и процессов.

3. Сформировать владение:

- навыками анализа полученных результатов, формализации и решения задач исследования материалов;
- стандартной терминологией, определениями и обозначениями;
- навыками использования стандартных и специально разработанных средств для моделирования процессов.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы, изучается в 1 и 2 семестре.

Базовыми для изучения дисциплины являются: «Общая физика», «Теоретическая физика».

Дисциплина изучается параллельно в 1 и 2 семестрах с дисциплинами «Физические процессы в твердых телах», «Компьютерное моделирование процессов в твердых тела», «Современные проблемы физики».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Массоперенос в твердых тела», «Структура кристаллических и неупорядоченных систем», «Физика поверхности и тонких пленок».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций ОПК-3, ПК-1

**Таблица 1. Компетенции**

| Код и наименование профессиональной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции  | Результаты обучения  |
|---|--|--|
| ОПК-3 Способен в рамках своей профессиональной деятельности анализировать, выявлять, формализовать и находить решения фундаментальных и прикладных научно-технических и инновационных задач | ОПК-3.1 Решает задачи анализа и формализации фундаментальных и прикладных научно-технических проблем.  | Знать:<br>- методы исследования конструкционных и композитных материалов.<br>Уметь:<br>- применять эти методы для получения необходимых характеристик материалов;<br>Владеть:<br>- навыками анализа полученных результатов, формализации и решения задач исследования материалов.  |
| ПК-1 Способен использовать специализированные знания о выбранных объектах для проведения исследований с применением современных информационных технологий                                   | ПК-1.1 Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов.   | Знать:<br>- физическую сущность явлений, протекающих в твердых телах, при различных внешних воздействиях.<br>Уметь:<br>- выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры конструкционных и функциональных материалов, типа и концентрации примесей.<br>Владеть:<br>- стандартной терминологией, определениями и обозначениями. |
|   | ПК-1.2 Проводит математическое моделирование и оптимизацию параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств. | Знать:<br>- методы математического моделирования процессов в твердых телах;<br>Уметь:<br>- вносить необходимые изменения в модель для оптимизации параметров вещества и процессов;<br>Владеть:<br>- навыками использования стандартных и специально разработанных средств для моделирования процессов.   |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 академических часов.

**Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах**

| Объём дисциплины  | Очная форма обучения |           |        |
|---|----------------------|-----------|--------|
|   | Семестр              |           | Итого  |
|   | 1 семестр            | 2 семестр |        |
| Зачётные единицы  | 2                    | 4         | 6      |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 20                   | 40        | 60     |
| в том числе:  | 20                   | 40        | 60     |
| - лекции:   | 10                   | 20        | 30     |
| - занятия семинарского типа:  | 10                   | 20        | 30     |
| практические занятия  | 10                   | 10        | 20     |
| лабораторные занятия  | -                    | 10        | 10     |
| консультация  | -                    | 2         | 2      |
| Самостоятельная работа (далее – CPC) – всего:   | 51,34                | 100,8     | 152,14 |
| в том числе:  | -                    | -         | -      |
| - курсовая работа   | -                    | -         | -      |
| - контрольная работа  | -                    | -         | -      |
| Контроль:   |                      |           |        |
| Текущий контроль успеваемости (ТКУ)   | 0,5                  | 1         | 1,5    |
| Промежуточная аттестация  | 0,16                 | 0,2       | 0,36   |
| ВСЕГО ЧАСОВ:  | 72                   | 144       | 216    |
| Вид промежуточной аттестации  | Зачет с оценкой      | Экзамен   |        |

### 4.2. Структура тем дисциплины

**Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения**

| № | Тема дисциплины | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |                      |     | Формы текущего контроля | Формируемые компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|-----------------|--|----------------------|----------------------|-----|-------------------------|-------------------------|---|
|   |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные занятия | CPC |                         |                         |   |
|   |                 |  |                      |                      |     | 1 семестр               |                         |   |

| №         | Тема дисциплины  | Виды учебной работы,<br>в т.ч.<br>самостоятельная<br>работа студентов,<br>час. |                         |                         |       | Формы текущего контроля                         | Формируемые компетенции | Код и наименование индикатора<br>достижения профессиональной<br>компетенции |  |
|-----------|--|--|-------------------------|-------------------------|-------|---|-------------------------|---|--|
|           |  | Лекции   | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | СРС   |   |                         |   |  |
| 1         | Тема 1.<br>Введение. Общие понятия.<br>Исследование механических свойств               | 2  | 2                       |                         | 12    | Устная защита выполнения практической работы №1 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
| 2         | Тема 2.<br>Методы исследования тепловых, термических и термомеханических свойств       | 2  | 2                       |                         | 10    | Устная защита выполнения практической работы №2 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
| 3         | Тема 3.<br>Акустические методы исследования свойств материалов                         | 2  | 2                       |                         | 10    | Устная защита выполнения практической работы №3 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
| 4         | Тема 4.<br>Оптические методы исследования свойств материалов (Оптическая микроскопия). | 2  | 2                       |                         | 10    | Устная защита выполнения практической работы №4 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
|           | ТКУ  |  |                         |                         | 0,5   | Тест в Moodle                                   | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
| 5         | Тема 5.<br>Растровая (сканирующая) микроскопия   | 2  | 2                       |                         | 9,34  | Устная защита выполнения практической работы №5 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
|           | Итого:   | 10   | 10                      |                         | 51,34 |   |                         |   |  |
| 2 семестр |  |  |                         |                         |       |   |                         |   |  |
| 6         | Тема 6.<br>Электронно-микроскопические пропускающие методы исследования                | 4  | 2                       | 2                       | 20    | Устная защита выполнения практической работы №6 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |  |
| 7         | Тема 7.<br>Дифракционные   | 4  | 2                       | 2                       | 20    | Устная защита выполнения                        | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1   |  |

| №  | Тема дисциплины   | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |                      |        | Формы текущего контроля                          | Формируемые компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|----|---|--|----------------------|----------------------|--------|--|-------------------------|---|
|    |   | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные занятия | СРС    |  |                         |   |
|    | методы исследования свойств материалов                              |  |                      |                      |        | практической работы №7                           |                         | ПК-1.2  |
| 8  | Тема 8.<br>Атомно-силовая микроскопия                               | 4  | 2                    | 2                    | 20     | Устная защита выполнения практической работы №8  | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |
|    | ТКУ   |  |                      |                      | 1      | Тест в Moodle                                    | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |
| 9  | Тема 9.<br>Методы исследования транспортных и электрических свойств | 4  | 2                    | 2                    | 20     | Устная защита выполнения практической работы №9  | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |
| 10 | Тема 10.<br>Методы исследования магнитных свойств                   | 4  | 2                    | 2                    | 20,8   | Устная защита выполнения практической работы №10 | ОПК-3<br>ПК-1           | ОПК-3.1<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2   |
|    | Итого:  | 20   | 10                   | 10                   | 100,8  |  |                         |   |
|    | Итого по всей дисциплине:   | 30   | 20                   | 10                   | 152,14 |  |                         |   |

#### 4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

| № | Наименование тем  | Содержание  | Компетенция   |
|---|---|---|---------------|
| 1 | Тема 1.<br>Введение.<br>Общие понятия.<br>Исследование механических свойств | Метод одноосного растяжения и сжатия при комнатной, повышенных и пониженных температурах с определением характеристик упругости, прочности и пластичности. Определение твердости поверхности металлов по методам Бринелля, Роквелла и Виккерса, а также изучение ее распределения по зонам сварки и покрытий. | ОПК-3<br>ПК-1 |

| № | Наименование тем   | Содержание  | Компетенции   |
|---|--|---|---------------|
| 2 | Тема 2.<br>Методы исследования тепловых, термических и термомеханических свойств.      | Дилатометрический анализ (ДА), деформационный дилатометрический анализ (ДДА). Термический анализ: динамический метод изучения теплофизических свойств металлов - метод лазерной вспышки (LFA).<br>Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Термогравиметрический анализ (ТГА).  | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 3 | Тема 3.<br>Акустические методы исследования свойств материалов                         | Свойства упругих волн в твердых телах. Излучение и регистрация акустических волн. Ультразвуковая дефектоскопия. Ультразвуковая толщинометрия.   | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 4 | Тема 4.<br>Оптические методы исследования свойств материалов (Оптическая микроскопия). | <i>Светлое поле</i> – является базовым методом наблюдения и исследований в отраженном свете. <i>тёмное поле</i> – формируется за счет создания кольцевого светового потока, который направляется в рабочую зону, минуя основную оптику объектива. <i>Поляризация (поляризационный метод исследований)</i> . <i>Дифференциально-интерференционный контраст (ДИК)</i> – усовершенствованный метод поляризационного контраста с использованием двулучепреломляющей призмы. <i>Микротвердометрия</i> – определение микротвердости методом Виккерса при нагрузках от 10 до 2000 г.с. <i>Количественный анализ</i> – определение характеристик микроструктур по количественным параметрам: геометрическим (площадь, периметр, размеры, размеры по моделям, форма и др.), оптическим свойствам (яркость, оптическая плотность и др.), размещению, цвету. | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 5 | Тема 5.<br>Растровая (сканирующая) микроскопия   | Растровая электронная микроскопия (Анализ дифракционных картин обратно рассеянных электронов). Рентгеновская спектроскопия.   | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 6 | Тема 6.<br>Электронно-микроскопические просвечивающие методы исследования              | Просвечивающая электронная микроскопия (Прямое разрешение кристаллической решётки, метод одиночных рефлексов). Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (энергодисперсионный рентгеновский анализ в режиме сканирующей просвечивающей электронной микроскопии).   | ОПК-3<br>ПК-1 |

| №  | Наименование тем   | Содержание  | Компетенции   |
|----|--|---|---------------|
| 7  | Тема 7.<br>Дифракционные методы исследования свойств материалов    | Дифракция рентгеновских лучей. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Общие представления о структурном анализе. Расчет распределения по размерам методом малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Изучение низкоразмерных частиц металлов методом малоуглового рентгеновского рассеяния. | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 8  | Тема 8.<br>Атомно-силовая микроскопия                              | Атомно-силовая микроскопия (сканирующая зондовая микроскопия).  | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 9  | Тема 9.<br>Методы исследования транспортных, электрических свойств | Теория и техника измерения магнитных и гальваномагнитных эффектов. Исследование электрических свойств функциональных материалов. Электропроводность   | ОПК-3<br>ПК-1 |
| 10 | Тема 10.<br>Методы исследования магнитных свойств                  | Теория и техника измерения магнитных и гальваномагнитных эффектов. Магнитный гистерезис, магнитострикция.   | ОПК-3<br>ПК-1 |

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

**Таблица 5. Содержание практических работ для очной формы обучения**

| № темы    | Наименование тем практических работ   | Количество часов | В том числе часов самостоятельной подготовки |
|-----------|---|------------------|--|
| 1 семестр |   |                  |  |
| 1         | Практическая работа № 1.<br>Задачи теории деформации, упругости, прочности. Пределы пластичности, хрупкости. Диаграмма напряжений.  | 2                | 12   |
| 2         | Практическая работа №2.<br>Задачи теплопроводности и теплопереноса в твердых телах ТГА, ДТА, ДСК. Задачи прочности конструкционных и функциональных материалов при повышенных и пониженных температурах | 2                | 10   |
| 3         | Практическая работа №3.<br>Задачи распространения упругих волн в твердых телах  | 2                | 10   |
| 4         | Практическая работа №4.<br>Задачи интерференции, поляризации, отражения. Методы электронной микроскопии: трансмиссионные, прямого разрешения, контраста, реплик.  | 2                | 10   |

| № темы    | Наименование тем практических работ  | Количество часов | В том числе часов самостоятельной подготовки |
|-----------|--|------------------|--|
| 5         | Практическая работа №5.<br>Отражательная электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией. Задачи магнитной и электрической фокусировки электронного пучка            | 2                | 9,34   |
| 2 семестр |  |                  |  |
| 6         | Практическая работа №6.<br>Просвечивающая электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией.   | 2                | 10   |
| 7         | Практическая работа №7.<br>Рентгеноструктурный анализ. Физика рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Вульфа-Бреггов. Основной закон дифракции рентгеновских лучей - закон Лауэ. Электронография и нейтронография | 2                | 10   |
| 8         | Практическая работа №8.<br>Растровая электронная микроскопия, принцип работы микроскопа и основные методики, используемые при методе растровой электронной микроскопии   | 2                | 10   |
| 9         | Практическая работа №9.<br>Эффект Холла и его измерение. Электропроводность низкоразмерных частиц металлов и низкоомных полупроводников. Размерные эффекты при измерениях.   | 2                | 10   |
| 10        | Практическая работа №10.<br>Задачи расчета намагничивания, магнитных моментов  | 2                | 10,4   |

**Таблица 5.1. Содержание лабораторных работ для очной формы обучения**

| № темы    | Наименование тем лабораторных работ                              | Количество часов | В том числе часов самостоятельной подготовки |
|-----------|--|------------------|--|
| 2 семестр |  |                  |  |
| 1         | Методы исследования тепловых и термических свойств.              | 2                | 10   |
| 2         | Методы исследования термических и механических свойств           | 2                | 10   |
| 3         | Методы исследования оптических свойств (Оптическая микроскопия). | 2                | 10   |
| 4         | Методы исследования транспортных и электрических свойств         | 2                | 10   |
| 5         | Методы исследования магнитных свойств                            | 2                | 10,4   |

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Электронный ученый курс «Современные методы исследования конструкционных и композитных материалов» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3717>

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

**Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине**

| Учет успеваемости   | Количество баллов |
|---|-------------------|
| Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:               | 100               |
| - максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля | 100               |
| - максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации    | 30                |

### **6.1. Текущий контроль**

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Перечень вопросов и критерии оценивания на вопросы в билете по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: в первом семестре – зачет с оценкой, во втором семестре – экзамен.

Форма проведения зачета с оценкой и экзамена: устный ответ на два вопроса в билете.

### **6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания**

**Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы – 1 и 2 семестры**

| Вид учебной работы, за которую ставятся баллы | Баллы |
|---|-------|
| Текущий контроль                              | 0-100 |
| Промежуточная аттестация                      | 0-30  |
| ИТОГО   | 0-100 |

**Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю**

| №   | Вид работ   | 1 семестр |     |
|-----|---|-----------|-----|
|     |   | Min       | Max |
| 1.  | Обязательная часть  |           |     |
| 1.1 | Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний: |           |     |

|                                    |   |    |     |
|------------------------------------|---|----|-----|
|                                    | Текущий контроль успеваемости (ТКУ). Тест   | 0  | 10  |
| 1.2                                | Выполнение практических работ:  |    |     |
| 1.2.1                              | Практическая работа № 1.<br>Задачи теории деформации, упругости, прочности. Пределы пластичности, хрупкости. Диаграмма напряжений.  | 4  | 6   |
| 1.2.2                              | Практическая работа №2.<br>Задачи теплопроводности и теплопереноса в твердых телах ТГА, ДТА, ДСК. Задачи прочности конструкционных и функциональных материалов при повышенных и пониженных температурах | 4  | 6   |
| 1.2.3                              | Практическая работа №3.<br>Задачи распространения упругих волн в твердых телах  | 4  | 6   |
| 1.2.4                              | Практическая работа №4.<br>Задачи интерференции, поляризации, отражения. Методы электронной микроскопии: трансмиссионные, прямого разрешения, контраста, реплик.  | 4  | 6   |
| 1.2.5                              | Практическая работа №5.<br>Отражательная электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией. Задачи магнитной и электрической фокусировки электронного пучка | 4  | 6   |
| Итого баллов по обязательной части |   | 20 | 40  |
| 2. Вариативная часть               |   |    |     |
| 2.1                                | Реферат по дисциплине «Современные методы исследования конструкционных и композитных материалов»  | 1  | 5   |
| 2.2                                | Участие в НИРС  | 10 | 25  |
| 2.3                                | Участник клуба МиФ  | 1  | 10  |
| 2.4                                | Участие в олимпиаде (физика, математика)  | 5  | 10  |
| 2.4.1                              | участие   | 5  | 5   |
| 2.4.2                              | призер  | 10 | 10  |
| 2.5                                | Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)   | 10 | 10  |
| 2.6                                | Акселерационная программа/ проект Росмолодежи   | 20 | 40  |
| 2.6.1                              | участие   | 20 | 20  |
| 2.6.2                              | грант   | 40 | 40  |
|                                    | Промежуточная аттестация по дисциплине  | 0  | 30  |
| Итого баллов по вариативной части  |   | 40 | 60  |
| Итого баллов по дисциплине         |   |    | 100 |

| 2 семестр             |   |     |     |
|-----------------------|---|-----|-----|
| №                     | Вид работ   | Min | Max |
| 1. Обязательная часть |   |     |     |
| 1.1                   | Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний:   |     |     |
|                       | Текущий контроль успеваемости (ТКУ)   | 0   | 10  |
| 1.2                   | Выполнение практических работ   |     |     |
| 1.2.1                 | Практическая работа 6.<br>Просвечивающая электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией. | 4   | 6   |
| 1.2.2                 | Практическая работа 7.<br>Рентгеноструктурный анализ. Физика рентгеновских лучей.   | 4   | 6   |

|  |   |    |     |
|--|---|----|-----|
|  | Уравнение дифракции Вульфа - Брэггов. Основной закон дифракции рентгеновских лучей - закон Лауэ. Электронография и нейтронография   |    |     |
| 1.2.3                                  | Практическая работа 8.<br>Растровая электронная микроскопия, принцип работы микроскопа и основные методики, используемые при методе растровой электронной микроскопии     | 4  | 6   |
| 1.2.4                                  | Практическая работа 9.<br>Эффект Холла и его измерение. Электропроводность низкоразмерных частиц металлов и низкоомных полупроводников. Размерные эффекты при измерениях. | 4  | 6   |
| 1.2.5                                  | Практическая работа 10.<br>Задачи расчета намагничивания, магнитных моментов  | 4  | 6   |
| Итого баллов по обязательной части     |   | 20 | 40  |
| 2. Вариативная часть                   |   |    |     |
| 2.1                                    | Реферат по дисциплине «Современные методы исследования конструкционных и композитных материалов»  | 1  | 5   |
| 2.2                                    | Участие в НИРС  | 10 | 25  |
| 2.3                                    | Участник клуба МиФ  | 1  | 10  |
| 2.4                                    | Участие в олимпиаде (физика, математика)  | 5  | 10  |
| 2.4.1                                  | участие   | 5  | 5   |
| 2.4.2                                  | призер  | 10 | 10  |
| 2.5                                    | Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)   | 10 | 10  |
| 2.6                                    | Акселерационная программа/ проект Росмолодежи   | 20 | 40  |
| 2.6.1                                  | участие   | 20 | 20  |
| 2.6.2                                  | грант   | 40 | 40  |
| Промежуточная аттестация по дисциплине |   | 0  | 30  |
| Итого баллов по вариативной части      |   | 40 | 60  |
| Итого баллов по дисциплине             |   |    | 100 |

**Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку на зачете с оценкой**

| Оценка                             | Баллы  |
|------------------------------------|--------|
| Зачтено (отлично)                  | 85-100 |
| Зачтено (хорошо)                   | 64-84  |
| Зачтено (удовлетворительно)        | 40-63  |
| Не засчитано (неудовлетворительно) | 0-39   |

**Таблица 7.2.1. Конвертация баллов в итоговую оценку на экзамене**

| Оценка              | Баллы  |
|---------------------|--------|
| Отлично             | 85-100 |
| Хорошо              | 64-84  |
| Удовлетворительно   | 40-63  |
| Неудовлетворительно | 0-39   |

## **7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Современные методы исследования конструкционных и композитных материалов».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Влияние механических воздействий на физико-химические процессы в твердых телах/Полубояров В.А., Андрюшкова О.В., Паули И.А. и др. - Новосиб.: НГТУ, 2021. - 604 с.: ISBN 978-5-7782-1847-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/548239>
2. Методы исследований в экспериментальной физике: Учебное пособие / М.И. Пергамент. - Долгопрудный: Интеллект, 2020. - 304 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-026-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/241181>
3. Никитенков, Н. Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н. Н. Никитенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 202 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-6528-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433936>
4. Скворцов, В. Ф. Технология конструкционных материалов. Основы размерного анализа : учебное пособие для магистратуры / В. Ф. Скворцов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 79 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-01155-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433927>
5. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 190 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434532>

### Дополнительная литература

1. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Часть 1/Филимонов Н.И., Кольцов Б.Б. - Новосиб.: НГТУ, 2021. - 134 с.: ISBN 978-5-7782-2158-1— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546601>
2. Юхимчук А.А. Актуальные задачи тематики "взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами" [Электронный ресурс] / А.А. Юхимчук // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. 2019. № 3. С. 49-55. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12887052>
3. Гаршин, А. П. Новые конструкционные материалы на основе карбида кремния: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. П. Гаршин, В. М. Шумячев, О. И. Пушкирев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 182 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-04993-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438833>
4. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Обработка концентрированными потоками энергии: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков, Л. А. Ушомирская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 252 с. — (Бакалавр и магистр. Модуль). — ISBN 978-5-534-01343-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434525>

## **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://netology.ru/>
2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/>
3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/>
4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>
5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillfactory.ru/>
6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>
7. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lektorium.tv/>

## **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Операционная система: Astra linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://astralinux.ru/>
2. Операционная система: Alt linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.basealt.ru/alt-education/>
3. Программное обеспечение географической информационной системы (ГИС) QGIS (trial/демо версия). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://qgis.org/>
4. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru/>
5. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7-zip.org/>
6. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://farmanager.com/>
7. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openoffice.org/ru/>
8. Разработка 2D и 3D визуализации данных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.goldensoftware.com/>

## **8.4. Перечень информационных справочных систем**

1. Веб-геоинформационная платформа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kosmosnimki.ru/>
2. Веб-портал в области ГИС и ДЗЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gis-lab.info/>
3. Веб-портал в области свободного программного обеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.opendata.ru/>
4. Веб-портал в области современных технологий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.computerra.ru/>
5. Информационный портал «ГИС-ассоциация: Межрегиональная общественная организация содействия развитию рынка геоинформационных технологий и услуг» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/>
6. Информационный портал «Научная Россия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/>

7. Сетевое издание «CNews» («СиНьюс») [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cnews.ru/>
8. Сетевое издание «IT-World: Мир цифровых и информационных технологий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.it-world.ru/>
9. Справочно-информационный портал «Грамота.ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gramota.ru/>
10. Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/>
11. Справочно-правовая система «Консультант плюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/>

## **8.5. Перечень профессиональных баз данных**

1. База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.csr.ru/ru/research/>
2. База данных международных индексов научного цитирования Scopus [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scopus.com/>
3. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://webofscience.com/>
4. База данных НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразийский Монитор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eurasiamonitor.org/issledovaniia>
5. База книг и публикаций электронной библиотеки «Наука и Техника» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://n-t.ru/>
6. Базы данных официальной статистики Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistic>
7. Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gptl.ru/>
8. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.ru/>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://urait.ru/>
10. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
11. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
12. Национальное управления океанических и атмосферных исследований NOAA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iaea.org/>
13. ЕСИМО – межведомственная федеральная информационная система. Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esimo.ru/>
14. Федеральная служба государственной статистики (Профессиональная база данных) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
15. Официальная статистика РФ ЕМИСС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

**Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного

оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория, оснащенная специализированным оборудованием, аудитория 215** (пр. Металлистов, д. 3, лит. А, корп. 2) – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами, служащими для работы с информацией.

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.**

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

## **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.