

**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
Проректор 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 телах.

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 телах», «Современные проблемы физики».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Массоперенос в твердых телах», «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: - методы исследования конструкционных и композитных материалов. Уметь: - применять эти методы для получения необходимых характеристик материалов; Владеть: - навыками анализа полученных результатов, формализации и решения задач исследования материалов.
	ПК-1.1 Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов.	Знать: - физическую сущность явлений, протекающих в твердых телах, при различных внешних воздействиях. Уметь: - выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры конструкционных и функциональных материалов, типа и концентрации примесей. Владеть: - стандартной терминологией, определениями и обозначениями.
ПК-1 Способен использовать специализированные знания о выбранных объектах для проведения исследований с применением современных информационных технологий	ПК-1.2 Проводит математическое моделирование и оптимизацию параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств.	Знать: - методы математического моделирования процессов в твердых телах; Уметь: - вносить необходимые изменения в модель для оптимизации параметров вещества и процессов; Владеть: - 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 – СРС) – 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	СРС			
1 семестр								

№	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			
1	Тема 1. Введение. Общие понятия. Исследование механических свойств	2	2		12	Устная защита выполнения практической работы №1	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
2	Тема 2. Методы исследования тепловых, термических и термомеханических свойств	2	2		10	Устная защита выполнения практической работы №2	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
3	Тема 3. Акустические методы исследования свойств материалов	2	2		10	Устная защита выполнения практической работы №3	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
4	Тема 4. Оптические методы исследования свойств материалов (Оптическая микроскопия).	2	2		10	Устная защита выполнения практической работы №4	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
	ТКУ				0,5	Тест в Moodle	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
5	Тема 5. Растровая (сканирующая) микроскопия	2	2		9,34	Устная защита выполнения практической работы №5	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
	Итого:	10	10		51,34			
2 семестр								
6	Тема 6. Электронно-микроскопические пропускающие методы исследования	4	2	2	20	Устная защита выполнения практической работы №6	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
7	Тема 7. Дифракционные	4	2	2	20	Устная защита выполнения	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 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. Атомно-силовая микроскопия	4	2	2	20	Устная защита выполнения практической работы №8	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
	ТКУ				1	Тест в Moodle	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
9	Тема 9. Методы исследования транспортных и электрических свойств	4	2	2	20	Устная защита выполнения практической работы №9	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 ПК-1.2
10	Тема 10. Методы исследования магнитных свойств	4	2	2	20,8	Устная защита выполнения практической работы №10	ОПК-3 ПК-1	ОПК-3.1 ПК-1.1 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. Введение. Общие понятия. 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 ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
2	Тема 2. 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). Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Термогравиметрический анализ (ТГА).	ОПК-3 ПК-1
3	Тема 3. Акустические методы исследования свойств материалов	Свойства упругих волн в твердых телах. Излучение и регистрация акустических волн. Ультразвуковая дефектоскопия. Ультразвуковая толщинометрия.	ОПК-3 ПК-1
4	Тема 4. Оптические методы исследования свойств материалов (Оптическая микроскопия).	<i>Светлое поле</i> – является базовым методом наблюдения и исследований в отраженном свете. <i>темное 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 ПК-1
5	Тема 5. Растровая (сканирующая) микроскопия	Растровая электронная микроскопия (Анализ дифракционных картин обратно рассеянных электронов). Рентгеновская спектроскопия.	ОПК-3 ПК-1
6	Тема 6. 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 ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
7	Тема 7. 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 ПК-1
8	Тема 8. Атомно-силовая микроскопия	Атомно-силовая микроскопия (сканирующая зондовая микроскопия).	ОПК-3 ПК-1
9	Тема 9. Методы исследования транспортных, электрических свойств	Теория и техника измерения магнитных и гальваномагнитных эффектов. Исследование электрических свойств функциональных материалов. Электропроводность	ОПК-3 ПК-1
10	Тема 10. Методы исследования магнитных свойств	Теория и техника измерения магнитных и гальваномагнитных эффектов. Магнитный гистерезис, магнитострикция.	ОПК-3 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. Задачи теории деформации, упругости, прочности. Пределы пластичности, хрупкости. Диаграмма напряжений.	2	12
2	Практическая работа №2. 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. Задачи распространения упругих волн в твердых телах	2	10
4	Практическая работа №4. 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. 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. Просвечивающая электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией.	2	10
7	Практическая работа №7. Рентгеноструктурный анализ. Физика рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Вульфа-Бреггов. Основной закон дифракции рентгеновских лучей - закон Лауэ. Электронография и нейтро-нография	2	10
8	Практическая работа №8. Растровая электронная микроскопия, принцип работы микроскопа и основные методики, используемые при методе растровой электронной микроскопии	2	10
9	Практическая работа №9. Эффект Холла и его измерение. Электропроводность низкоразмерных частиц металлов и низкоомных полупроводников. Размерные эффекты при измерениях.	2	10
10	Практическая работа №10. 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

1 семестр			
№	Вид работ	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. Задачи теории деформации, упругости, прочности. Пределы пластичности, хрупкости. Диаграмма напряжений.	4	6
1.2.2	Практическая работа №2. 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. Задачи распространения упругих волн в твердых телах	4	6
1.2.4	Практическая работа №4. Задачи интерференции, поляризации, отражения. Методы электронной микроскопии: трансмиссионные, прямого разрешения, контраста, реплик.	4	6
1.2.5	Практическая работа №5. 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. Просвечивающая электронная микроскопия. Методы подготовки образцов для исследования электронной микроскопией.	4	6
1.2.2	Практическая работа 7. Рентгеноструктурный анализ. Физика рентгеновских лучей.	4	6

	Уравнение дифракции Вульфа - Бреггов. Основной закон дифракции рентгеновских лучей - закон Лауэ. Электронография и нейтронография		
1.2.3	Практическая работа 8. Растровая электронная микроскопия, принцип работы микроскопа и основные методики, используемые при методе растровой электронной микроскопии	4	6
1.2.4	Практическая работа 9. Эффект Холла и его измерение. Электропроводность низкоразмерных частиц металлов и низкоомных полупроводников. Размерные эффекты при измерениях.	4	6
1.2.5	Практическая работа 10. 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 зачтено (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 рекомендациях 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.: 60х90 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/Филимонова 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. Шумячер, О. И. Пушкарёв. — 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 (триал/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.opennet.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/issliedovaniia>
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. Metallistov, 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.