

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

Кафедра высшей математики и физики

Рабочая программа дисциплины

Б1. В.1.ДВ.01.02 Методы экспериментальной физики

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования 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.

Утверждено

Проректор по учебной работе

Н.Ю. 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:

к.ф.-м.н., Бобровский А. П.

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 и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – сформировать универсальную и профессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков в области методов измерений физических величин и общей методологии проведения физического эксперимента.

Задачи дисциплины:

1. Сформировать знание:

- основных понятий и методов проведения физического эксперимента;
- об основных проблемах и задачах, возникающих в ходе планирования и организации физического эксперимента;
- о возможных рисках при проведении эксперимента и возможностях их устранения;
- основных понятий и методов проведения физического эксперимента;
- методов анализа и обработки результатов научных экспериментов;
- общих вопросов теории планирования и автоматизации эксперимента;
- современной экспериментальной базы;
- общих вопросов автоматизации эксперимента, теории ошибок, математической теории погрешностей, общие методики обработки экспериментальных данных;

2. Сформировать умение:

- планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений;
- формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты эксперимента;
- планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений;
- применять современные математические программные пакеты для автоматической обработки результатов эксперимента;
- интерпретировать и представлять результаты научных исследований;
- работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками;
- использовать ранее приобретенные знания для получения новых знаний о свойствах природных и искусственных систем;
- выбирать оптимальные планы физического эксперимента в зависимости от целей исследования;

3. Сформировать владение:

- навыками целеполагания и планирования;
- навыками в области разработки концепции и организации экспериментальных исследований;
- навыками в области планирования и реализации экспериментальных исследований;
- навыками организации физического эксперимента;
- навыками анализа и оценки качества результатов физического эксперимента;
- навыками работы с измерительными системами нового поколения, составляющими обновленный арсенал современных экспериментальных методов исследования;
- методами оценки результатов экспериментов;
- навыками к анализу принципиальных изменений, происходящих в структуре элементарных и сложных систем, обработки и хранения информации об этих изменениях;

элементарных и сложных систем, обработки и хранения информации об этих изменениях;

- навыками в области организации проведения и планирования экспериментальных исследований;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к элективной дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается во 2 семестре.

Базовыми для изучения дисциплины являются: «Материаловедение», «Физические процессы в твердых телах», «Современные методы исследования конструкционных и композиционных материалов».

Изучается параллельно во 2 семестре с такими дисциплинами как: «Физические процессы в твердых телах», «Современные методы исследования конструкционных и композиционных материалов», «Современные проблемы физики», «Компьютерное моделирование в твердых телах», «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин: «Структура кристаллических и неупорядоченных систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: УК-2, ПК-2, ПК-3.

Таблица 1. Универсальные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления.	Знать: основные понятия и методы проведения физического эксперимента Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений; Владеть: навыками целеполагания и планирования.
	УК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Знать: об основных проблемах и задачах, возникающих в ходе планирования и организации физического эксперимента; Уметь: формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты эксперимента; Владеть: навыками в области разработки концепции и организации экспериментальных исследований
	УК-2.3. Разрабатывает план реали-	Знать: о возможных рисках при проведении

	зации проекта с учетом с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы.	эксперимента и возможностях их устранения; Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений; Владеть: навыками в области планирования и реализации экспериментальных исследований
	УК-2.4. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.	Знать: основные понятия и методы проведения физического эксперимента Уметь: применять современные математические программные пакеты для автоматической обработки результатов эксперимента; Владеть: навыками организации физического эксперимента;
	УК-2.5. Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	Знать: методы анализа и обработки результатов научных экспериментов Уметь: интерпретировать и представлять результаты научных исследований; Владеть: навыками анализа и оценки качества результатов физического эксперимента.

Таблица 2. Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен осваивать классические и современные методы исследования веществ	ПК-2.1. Выбирает оптимальные методы и технические средства, готовит оборудование, работает на экспериментальных физических установках.	Знать: современную экспериментальную базу Уметь: работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками; Владеть: навыками работы с измерительными системами нового поколения, составляющими обновленный арсенал современных экспериментальных методов исследования
	ПК-2.2. Проводит систематизацию и организацию результатов	Знать: общие вопросы автоматизации эксперимента, теории ошибок, математиче-

	экспериментов и наблюдений на основе их анализа и синтеза.	ской теории погрешностей, общие методики обработки экспериментальных данных; Уметь: применять современные математические программные пакеты для автоматической обработки результатов эксперимента; Владеть: методами оценки результатов экспериментов.
ПК-3. Способен формулировать задачи и план научного исследования	ПК-3.1. Критически анализирует современные проблемы в избранной области исследований.	Знать: методы анализа и обработки информации, методы исследования новых материалов Уметь: использовать ранее приобретенные знания для получения новых знаний о свойствах природных и искусственных систем; Владеть: способностью к анализу принципиальных изменений, происходящих в структуре элементарных и сложных систем, обработки и хранения информации об этих изменениях.
	ПК-3.2. Формулирует цель научного исследования и выбирает средства ее достижения.	Знать: общие вопросы теории планирования и автоматизации эксперимента, Уметь: выбирать оптимальные планы физического эксперимента в зависимости от целей исследования; Владеть: способностью в области организации проведения и планирования экспериментальных исследований.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	2 семестр	
Зачётные единицы	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	42
в том числе:	40	40
– лекции:	20	20
– занятия семинарского типа:	20	20
практические занятия	20	20
лабораторные занятия	-	0
– консультации	2	2
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	100,8	100,8
в том числе:	-	0
– курсовая работа	-	0
– контрольная работа	-	0
Контроль:		
Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	1	1
Промежуточная аттестация	0,2	0,2
ВСЕГО ЧАСОВ:	144	144
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	

4.2. Структура дисциплины

4.1. Содержание тем дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Тема 1. Общие вопросы теории измерений. Критерии точности измерений физических величин.	2	4	4	34	Устная защита выполнения практических	УК-2, ПК-2, ПК-3	УК-2.1, УК-2.2 УК-2.3, УК-2.4 УК-2.5, ПК-2.1 ПК-2.2, ПК-3.1 ПК-3.2

						работ №1, №2		
2	Тема 2. Методы измерения основных физических величин	2	10	8	36	Тестиро- вание. Устная защита выполне- ния прак- тических работ №3, №4, №5, №6	УК-2, ПК-2, ПК-3	УК-2.1, УК-2.2 УК-2.3, УК-2.4 УК-2.5, ПК-2.1 ПК-2.2, ПК-3.1 ПК-3.2
	Текущий контроль успеваемо- сти (ТКУ)					Тест в Moodle	УК-2, ПК-2, ПК-3	УК-2.1, УК-2.2 УК-2.3, УК-2.4 УК-2.5, ПК-2.1 ПК-2.2, ПК-3.1 ПК-3.2
3	Тема 3. Методы анализа физических измерений. Планирование и автоматизация эксперимента.	2	6	8	30,8	Контроль- ное зада- ние. Уст- ная защи- та выпол- нения практиче- ских работ №7, №8, №9, №10	УК-2, ПК-2, ПК-3	УК-2.1, УК-2.2 УК-2.3, УК-2.4 УК-2.5, ПК-2.1 ПК-2.2, ПК-3.1 ПК-3.2
	ИТОГО		20	20	10 0,8			

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетен- ция
1	Тема 1. Общие вопросы теории измерений. Критерии точно- сти измерений фи- зических величин.	Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера—Хинчина. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t-распределение Стьюдента, χ^2 -распределение. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки.	УК-2, ПК-2, ПК-3

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетен- ция
2	Тема 2. Методы измерения основных физиче- ских величин	Методы измерения времени, погрешности изме- рений, эталоны. Учет эффектов общей теории отно- сительности (зависимость хода часов от ускорения и гравитации). Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты. Методы и погрешности измере- ний координат, углов, длин. Мировые стандарты и эталон. Оптическая микроскопия, методы измере- ния длин и площадей. Растровая и сканирующая электронная микроскопия. Методы измерения тер- модинамических величин. Контактные методы изме- рения температур. Применение термопар для изме- рения температуры в быстропротекающих процессах горения. Бесконтактные методы измерения темпера- тур. Оптическая пирометрия. Пирометры- тепловизоры. Принципы рентгеновской дифракто- метрии. Метод Лауэ и Вульфа-Брэгга. Анализ кри- сталлических структур, определение кристаллогео- метрических параметров кристаллической решетки. Динамический рентгенофазный анализ. Методы рент- геновской дифрактометрии высокого разрешения на основе синхротронного излучения. Рентгеноспек- тральный анализ. Радиоспектроскопия (эффект Зее- мана, ядерный магнитный резонанс, томография). Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенков- ские детекторы). Регистрация частиц и радиоактив- ных излучений (ионизационные камеры, газоразряд- ные счетчики, пропорциональные счетчики, стрим- мерные и искровые камеры, полупроводниковые де- текторы, сцинтилляционные счетчики, пузырьковые камеры, черенковские счетчики, ядерные фотоэмуль- сии). Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин. Дифференци- альные, интерферометрические и другие методы из- мерений. Лазерная доплеровская анемометрия. Ла- зерная диагностика микропотоков. Нанотехнологии в измерительной технике. Анализ структурного состо- яния нанообъектов с использованием методов растр- овой электронной микроскопии. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффици- енты, учитывающие влияние радиации на живые ор- ганизмы, эквивалентная доза.	УК-2, ПК-2, ПК-3.

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетен- ция
3	Тема 3. Методы анализа физических изме- рений. Планиро- вание и автоматизация эксперимен- та.	Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравновешивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы). Методы измерений физических величин в исследуемой области физики. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена—Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$. Квантовые эффекты в физических измерениях. Условия, когда классический подход становится неприменим. Соотношения неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора. Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры). Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.). Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий χ^2 Смирнова—Колмогорова. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения. Метод максимального правдоподобия и его применение. Метод наименьших квадратов. Аналитическое описание физических процессов. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. Метод статистических испытаний, методика его применения. Использование моделей физических процессов. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации «в линию» (on-line). Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния. Контроль процессов измерений в реальном времени. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.	УК-2, ПК-2, ПК-3.

4.4. Практические работы их содержание

Таблица 5. Содержание практических работ для очной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Количество часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
1	Практическая работа № 1. Случайные величины. Статистические распределения	2	10,38
1	Практическая работа № 2. Теория корреляций. Прямые и косвенные измерения.	2	10,38
2	Практическая работа № 3. Температурные измерения. Экзотермическая реакция Бесконтактные температурные измерения.	2	10,38
2	Практическая работа № 4. Рентгенофазовый анализ порошковых смесей	2	10,38
2	Практическая работа № 5. Спектральный микроанализ.	2	9,38
2	Практическая работа № 6. Фильтрация сигналов	2	10,38
3	Практическая работа № 7. Аппроксимация результатов и измерений.	2	10,38
3	Практическая работа № 8. Фурье-анализ сигнала.	2	10,38
3	Практическая работа № 9. Прямые и обратные задачи эксперимента.	2	9,38
3	Практическая работа № 10. Планирование эксперимента	2	9,38
ВСЕГО		20	100,8

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

Электронный учебный курс «Методы экспериментальной физики» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3841>

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. Учет 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 предоставлены в Фонде оценочных средств.

6.2. Промежуточная аттестация

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

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

Форма проведения экзамена: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю

2 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. Случайные величины. Статистические распределения	2	3
1.2.2	Практическая работа №2. Теория корреляций. Прямые и косвенные измерения.	2	3
1.2.3	Практическая работа №3. Температурные измерения. Экзотермическая реакция Бесконтактные температурные измерения.	2	3
1.2.4	Практическая работа №4. Рентгенофазовый анализ порошковых смесей	2	3
1.2.5	Практическая работа №5. Спектральный микроанализ.	2	3
1.2.6	Практическая работа №6. Фильтрация сигналов	2	3
1.2.7	Практическая работа №7. Аппроксимация результатов и измерений.	2	3
1.2.8	Практическая работа №8. Фурье-анализ сигнала.	2	3
1.2.9	Практическая работа №9. Прямые и обратные задачи эксперимента.	2	3
1.2.10	Практическая работа №10. Планирование эксперимента	2	3
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Реферат по дисциплине «Методы экспериментальной физики»	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

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.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебник для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563721>.

2. Метрология и радиоизмерения: Учебник / Лютиков И.В., Фомин А.Н., Леусенко В.А.; под общ. ред. Д. С. Викторова- Краснояр.:СФУ, 2016. - 508 с.: ISBN 978-5-7638-3477-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967405>

Дополнительная литература:

1. Введение в технику физического эксперимента: Лабораторный практикум / Фролов А.С., Моисеева Т.Г., Сысоев А.А. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2009. - 36 с. ISBN 978-5-7262-1158-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/560814>

2. Плохотников, К.Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета Matlab : курс лекций / К.Э. Плохотников. - М. : СОЛОН-Пр., 2017. - 628 с. - (Библиотека студента). - ISBN 978-5-91359-211-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1015051>

3. Физика и техника в демонстрационном эксперименте: очерки истории: Учебное пособие / Наумчик В.Н., Ярошенко Т.А. - Мн.:РИПО, 2017. - 262 с.: ISBN 978-985-503-654-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949594>

4. Кустов А.И. Определение параметров упрочнения или восстановления свойств поверхности материалов с помощью инновационных методов физического эксперимента - амд-методов [Электронный ресурс] / А.И. Мигель // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2014. Т. 11. № 4-2. С. 592-598. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22767875>

5. Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике : учебное пособие / М. И. Пергамент. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. - 304 с. — (Физтеховский учебник).

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 ИП «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 аудитория 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.