

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

Кафедра Высшей математики и физики

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.1.04 Физика поверхности и тонких пленок

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.

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 Высшей математики и физики

Зайцева И.В.

Автор-разработчик:
д.т.н., Дьяченко Н.В.,
к.т.н., Старицын М.В.

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 профессиональные компетентности, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков с современными знаниями о поверхности как специфическом объекте исследования, необходимыми для решения задач исследования и совершенствования существующих и создания новых (в том числе нано-) материалов.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- физическую сущность явлений, протекающих на поверхности твердого тела, основы формирования наноразмерных структур;
- принципы и общую методику физического эксперимента с использованием установок для исследования структуры, состава и физических свойств поверхности и тонких пленок;

2. Сформировать умение:

- выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фоновых спектров, типа и концентрации примесей;
- выбирать методы и типы оборудования для получения информации о составе и структуре поверхности материалов;

3. Сформировать владение:

- навыками решения задач физики поверхности, анализа физического смысла полученных решений.
- навыками сравнительного анализа полученных результатов у различных исследователей.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 3 семестре.

Базовыми для изучения дисциплины являются: «Физические процессы в твердых телах», «Современные проблемы физики», «Компьютерное моделирование в твердых телах», «Материаловедение».

Изучается параллельно в 3 семестре с такими направлениями как: «Массоперенос в твердых телах», «Адсорбция на поверхности твердого тела», «Структура кристаллических и неупорядоченных систем».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин: «Спецлаборатория по анализу состава поверхностной области методом фотоэлектрической спектроскопии», «Специальная лаборатория по водородопроницаемости материалов». Практика, для которой освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее, является Учебная практика (научно-исследовательская, экспериментальная).

3. Перечень планируемых результатов обучения

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

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать специализированные знания о выбранных объектах для проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий	ПК-1.1. Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов	Знать: - физическую сущность явлений, протекающих на поверхности твердого тела, основы формирования наноразмерных структур; Уметь: - выполнять количественные оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного спектров, типа и концентрации примесей; Владеть: - навыками решения задач физики поверхности, анализа физического смысла полученных решений.
ПК-3. Способен к анализу проблемы, постановке цели научного исследования, выбору средств ее достижения	ПК-3.1. Критически анализирует современные проблемы в избранной области исследований.	Знать: - принципы и общую методику физического эксперимента с использованием установок для исследования структуры, состава и физических свойств поверхности и тонких пленок; Уметь: - выбирать методы и типы оборудования для получения информации о составе и структуре поверхности материалов; Владеть: - навыками сравнительного анализа полученных результатов у различных исследователей.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

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

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

4.2. Структура 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. Введение	3	2	0	10	Устный опрос	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1

№ 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			
2	Тема 2. Основы двумерной кристаллографии	3	2	4	12,8	Устная защита выполнения практической работы № 1	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
3	Тема 3. Методы анализа поверхности	3	4	4	12	Устная защита выполнения практической работы № 2	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
4	Тема 4. Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами	3	2	2	12	Устная защита выполнения практической работы № 3	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)				1	Тест в Moodle	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
5	Тема 5. Структурные дефекты поверхности	3	2	2	12	Устная защита выполнения практической работы № 4	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
6	Тема 6. Электронные свойства поверхности	3	2	2	10	Устная защита выполнения практической работы № 5	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
7	Тема 7. Элементарные процессы на поверхности	3	2	2	10	Устная защита выполнения практической работы № 6	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
8	Тема 8. Рост тонких пленок на поверхности	3	2	2	12	Устная защита выполнения практической работы № 7	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1
9	Тема 9.	3	2	2	10	Устная	ПК-1	ПК-1.1

№ 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			
	Атомные манипуляции на поверхности и формирование наноструктур					защита выполнения практической работы № 8	ПК-3	ПК-3.1
	ИТОГО		20	20	100,8			

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение.	Значение исследований поверхности. Методы получения чистой поверхности. Термодинамика поверхности.	ПК-1 ПК-3
2	Тема 2. Основы двумерной кристаллографии	Практическая работа № 1 Двумерная кристаллическая решетка, двумерные решетки Браве. Индексы Миллера плоскостей и направлений. Матричная запись и запись Вуда для поверхностных структур. Двумерная обратная решетка. Двумерные зоны Бриллюэна.	ПК-1 ПК-3
3	Тема 3. Методы анализа поверхности.	Практическая работа № 2 Дифракционные методы: дифракция электронов; рентгеновская дифракция под скользящими углами; фотоэлектронная дифракция; электронная оже-дифракция. Спектроскопические методы: электронная оже-спектроскопия; фотоэлектронная спектроскопия; вторичная ионная масс-спектроскопия. Микроскопические методы: полевая эмиссионная и ионная микроскопия; просвечивающая и отражательная электронная микроскопия; сканирующая электронная и туннельная микроскопия; атомно-силовая микроскопия.	ПК-1 ПК-3

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
4	Тема 4. Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами.	Практическая работа № 3 Релаксация и реконструкция. Релаксированные и реконструированные поверхности металлов, графита, элементарных и сложных полупроводников. Поверхностные фазы в субмонослойных системах адсорбат/подложка. Состав поверхностных фаз. Поверхности металлов и полупроводников с адсорбатами.	ПК-1 ПК-3
5	Тема 5. Структурные дефекты поверхности.	Практическая работа № 4 Точечные дефекты (адаомы, вакансии, дефекты замещения). Дислокации, доменные границы, ступени, фасетирование. Критерий устойчивости поверхности. Морфология поверхности.	ПК-1 ПК-3
6	Тема 6. Электронные свойства поверхности.	Практическая работа № 5 Модельные представления потенциала на поверхности: приближение сильной связи, модель желе-металла, приближение самосогласованной решетки. Приближение почти свободных электронов. Поверхностные состояния. Коллективные электронные колебания на поверхности. Работа выхода электронов, роль шероховатости поверхности. Поверхностная проводимость. Поверхностная энергия.	ПК-1 ПК-3
7	Тема 7. ые процессы на поверхности.	Практическая работа № 6 Адсорбция и десорбция атомов на поверхности. Кинетика адсорбции. Полимолекулярная адсорбция. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции. Особенности химической связи на поверхности. Взаимодействие адаомов. Структура адсорбированных слоев. Изменение работы выхода при адсорбции. Термическая десорбция. Кинетика десорбции. Нетермическая десорбция. Поверхностная диффузия: основные уравнения, константы, анизотропия. Атомные механизмы поверхностной диффузии. Поверхностная диффузия и формирование фаз. Поверхностная электромиграция.	ПК-1 ПК-3

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
8	Тема 8. Рост тонких пленок на поверхности.	Практическая работа № 7 Механизмы роста пленок. Эпитаксия. Ориентационные соотношения. Кинетические эффекты в гомоэпитаксии. Эффекты механических напряжений при гетероэпитаксии. Зародыши и их образование. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.	ПК-1 ПК-3
9	Тема 9. Атомные манипуляции на поверхности и формирование Наноструктур.	Практическая работа № 8 Объекты нанометрового масштаба и пониженной размерности. Атомные манипуляции: перемещение атомов вдоль поверхности, удаление атомов, осаждение атомов. Самоорганизация и начальная стадия роста пленок на поверхности. Фуллерены и углеродные нанотрубки.	ПК-1 ПК-3

4.4. Содержание практических занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы	Тематика практических работ	Всего часов	Формируемые компетенции
1	Практическая работа № 1 Основы двумерной кристаллографии	3	ПК-1 ПК-3
2	Практическая работа № 2 Методы анализа поверхности	3	ПК-1 ПК-3
3	Практическая работа № 3 Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами	5	ПК-1 ПК-3
4	Практическая работа № 4 Структурные дефекты поверхности	3	ПК-1 ПК-3
5	Практическая работа № 5 Электронные свойства поверхности	3	ПК-1 ПК-3
6	Практическая работа № 6 Элементарные процессы на поверхности	3	ПК-1 ПК-3
	ВСЕГО	20	

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

Электронный учебный курс «Физика поверхности и тонких пленок» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3961>

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

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
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1 Текущий контроль успеваемости по проверке форсированности остаточных знаний			
Текущий контроль успеваемости. Тест:		0	10
1.2 Выполнение практических работ:			
1.2.1	Практическая работа № 1	4	6

	Основы двумерной кристаллографии		
1.2.2	Практическая работа № 2 Методы анализа поверхности	3	4
1.2.3	Практическая работа № 3 Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами	4	6
1.2.4	Практическая работа № 4 Структурные дефекты поверхности	2	4
1.2.5	Практическая работа № 5 Электронные свойства поверхности	3	4
1.2.6	Практическая работа № 6 Элементарные процессы на поверхности	4	6
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Реферат по дисциплине «Физика поверхности и тонких пленок»	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 «Физика поверхности и тонких пленок».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Латухина, Н. В. Основные материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / Н.В. Латухина. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/2145985. - ISBN 978-5-16-019931-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2145985>. – Режим доступа: по подписке.

2. Диффузия в металлах и сплавах. Физические явления, сопровождающие технологические процессы : учебное пособие / Ю. Н. Малютина, И. А. Батаев, Е. А. Ложкина, Д. С. Овдина. — Новосибирск : НГТУ, 2023. — 96 с. — ISBN 978-5-7782-5018-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/404291>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шиманский, А. Ф. Физика твердого тела : учебное пособие / А. Ф. Шиманский, М. М. Симунин. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. - 128 с. - ISBN 978-5-7638-4588-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2093485>. – Режим доступа: по подписке.

4. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2018. - 307 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00967-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/959952>. – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Никитенков, Н. Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики: учебник для вузов / Н. Н. Никитенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 202 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6528-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561294>.

2. Маделунг О. Физика твердого тела. Локализованные состояния [Текст] / пер. с англ. С.И. Захарова, Ю.Д. Фивейского; под ред. В.М. Аграновича. – Москва: Наука, 1985. – § 26. Электронные поверхностные состояния. – С. 128-123.

3. Каширин, Н. В. Сканирующая электронная и туннельная микроскопии и их возможности / Н. В. Каширин, Г. В. Белоусова // Физико-математическое и естественнонаучное образование: наука и школа : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23 апреля – 24 2018 года / Под. ред. В.А. Белянина, Н.Л. Курилевой. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2018. – С. 89-95. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35473272> .

4. Пичугин, В.Ф. Материаловедение поверхности и тонких пленок / В.Ф. Пичугин. – Томск. : Изд-во ТПУ, 2008. – 173 с. – Текст: электронный // Корпоративный портал: Томский политех [Сайт]. — URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/p/PICHUGIN/rabota/mstf/tutorial_MSTP.pdf.

5. Комаров, В. С. Структура и пористость адсорбентов и катализаторов [Электронный ресурс] / В. С. Комаров. - Минск: Наука и техника, 1988. - 288 с. - ISBN 5-343-00241-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/448145>. – Режим доступа: по подписке.

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 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.