

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

Кафедра Высшей математики и физики

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра электроники твердого тела

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В1.03 Адсорбция на поверхности твердого тела**

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»**

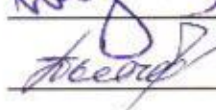
Уровень

**Магистратура**

Форма обучения

**Очная**

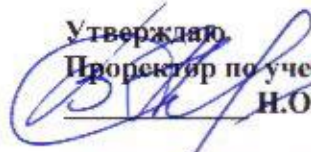
Согласовано  
Руководитель ОПОП

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.

Авторы-разработчики:

д.т.н., Дьяченко Н.В. (РГГМУ),

к.ф.-м.н., Рыбкина А. А. (СПбГУ)

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. Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины - сформировать профессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания представления о физических процессах, происходящих на поверхностях твердых тел при адсорбции.

Задачи:

### **1. Сформировать знание:**

- О физических процессах, происходящих при взаимодействии частиц с поверхностями твердых тел, атомной и электронной структур адсорбционных систем, поведение адчастиц на поверхности (десорбция, поверхностная диффузия и т.п.), изучение механизмов формирования пленок, зависимостей физико-химических свойств от толщины пленок;
- О современной экспериментальной базе

### **2. Сформировать умение:**

- самостоятельно анализировать экспериментальные результаты, получаемые при его участии в курсе спец. лаборатории;
- работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками;

### **3. Сформировать владение:**

- навыками применения полученные знания в различных областях физики и химии твердого тела, материаловедения;
- навыками работы с измерительными системами нового поколения, составляющими обновленный арсенал современных экспериментальных методов исследования.

## **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 дисциплинами как: «Массоперенос в твердых телах», «Структура кристаллических и неупорядоченных систем», «Физика поверхности и тонких пленок».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин: «Специальная лаборатория по анализу состава поверхностной области методом фотоэлектрической спектроскопии», «Специальная лаборатория по водородопроницаемости материалов».

## **3. Перечень планируемых результатов обучения**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПК-1, ПК-2.



**Таблица 1. Компетенции**

| Код и наименование профессиональной компетенции                                                                                                                                      | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                    | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1<br>способен использовать специализированные знания о выбранных объектах исследований для проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий | ПК-1.1<br>Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов.                                            | Знать: физические процессы, происходящие при взаимодействии частиц с поверхностями твердых тел, атомной и электронной структур адсорбционных систем, поведение адчастиц на поверхности (десорбция, поверхностная диффузия и т.п.), изучение механизмов формирования пленок, зависимостей физико-химических свойств от толщины пленок;<br>Уметь: самостоятельно анализировать экспериментальные результаты, получаемые при его участии в курсе спец. лаборатории;<br>Владеть: навыками применения полученные знания в различных областях физики и химии твердого тела, материаловедения. |
| ПК-2<br>Способен осваивать классические и современные методы исследования веществ                                                                                                    | ПК-2.1<br>Выбирает оптимальные методы и технические средства, готовит оборудование, работает на экспериментальных физических установках. | Знать: современную экспериментальную базу<br>Уметь: работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками;<br>Владеть: навыками работы с измерительными системами нового поколения, составляющими обновленный арсенал современных экспериментальных методов исследования                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объём дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

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

| Объём дисциплины                                                                              | Очная форма обучения |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
|                                                                                               | Семестр              | Итого |
|                                                                                               | 3 семестр            |       |
| Зачётные единицы                                                                              | 2                    | 2     |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 20                   | 20    |
| в том числе:                                                                                  | 20                   | 20    |
| — лекции                                                                                      | 10                   | 10    |

|                                               |       |       |
|-----------------------------------------------|-------|-------|
| — занятия семинарского типа:                  | 10    | 10    |
| практические занятия                          | 10    | 10    |
| лабораторные занятия                          | -     | -     |
| Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего: | 51,34 | 51,34 |
| в том числе:                                  | -     | -     |
| — курсовая работа                             | -     | -     |
| — контрольная работа                          | -     | -     |
| Контроль:                                     |       |       |
| Текущий контроль успеваемости (ТКУ)           | 0,5   | 0,5   |
| Промежуточная аттестация                      | 0,16  | 0,16  |
| ВСЕГО ЧАСОВ:                                  | 72    | 72    |
| Вид промежуточной аттестации                  | Зачет | Зачет |

#### 4.2. Структура тем дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

| № | Тема дисциплины                                              | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |       | Формы текущего контроля                          | Формируемые компетенции | Индикатор достижения компетенций |
|---|--------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|--------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|   |                                                              |         | Лекции                                                             | Практические занятия | СРС   |                                                  |                         |                                  |
| 1 | Тема 1. Адсорбция                                            | 3       | 2                                                                  | 2                    | 12    | Устная защита выполнения практической работы № 1 | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1<br>ПК-2.1                 |
| 2 | Тема 2. Электронное состояние адсорбированных атомов         | 3       | 2                                                                  | 2                    | 10    | Устная защита выполнения практической работы № 2 | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1<br>ПК-2.1                 |
| 3 | Тема 3. Работа выхода при адсорбции. Поверхностная диффузия. | 3       | 2                                                                  | 2                    | 10    | Устная защита выполнения практической работы № 3 | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1<br>ПК-2.1                 |
|   | Текущий контроль успеваемости (ТКУ)                          |         |                                                                    |                      | 0,5   | Тест в Moodle                                    | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1<br>ПК-2.1                 |
| 4 | Тема 4.                                                      | 3       | 2                                                                  | 2                    | 10,34 | Устная                                           | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1                           |



| № | Тема дисциплины                                  | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |       | Формы текущего контроля                          | Формируемые компетенции | Индикатор достижения компетенций |
|---|--------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|--------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|   |                                                  |         | Лекции                                                             | Практические занятия | СРС   |                                                  |                         |                                  |
|   | Механизмы роста и структура поверхностных пленок |         |                                                                    |                      |       | защита выполнения практической работы № 4        |                         | ПК-2.1                           |
| 5 | Тема 5. Электрические свойства пленок            | 3       | 2                                                                  | 2                    | 9     | Устная защита выполнения практической работы № 5 | ПК-1, ПК-2              | ПК-1.1<br>ПК-2.1                 |
|   | ИТОГО                                            |         | 10                                                                 | 10                   | 51,34 |                                                  |                         |                                  |

#### 4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

| № | Наименование темы дисциплины                          | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Компетенция  |
|---|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | Тема 1. Адсорбция                                     | Кинетика адсорбции. Теория Ленгмюра. Изотерма Ленгмюра. Полимoleкулярная адсорбция, теория БЭТ. Физическая и химическая адсорбция. Силы, приводящие к физической адсорбции: ориентационные, поляризационные, дисперсионные, репульсивные. Потенциал Леннарда-Джонса. Модель попарных взаимодействий и ее критика. Химическая связь: метод молекулярных орбиталей, теория валентных связей. Заселенность перекрывания, локальная плотность состояний. | ПК-1<br>ПК-2 |
| 2 | Тема 2. Электронное состояние адсорбированных атомов. | Электронное состояние адатома. Модель Герни. Теория Ньюнса, роль корреляционной энергии. Пространственное распределение электронной плотности. Энергия связи адатомов с поверхностью. Особенности химической связи на поверхности. Полуэмпирический метод оценки энергии адсорбции, метод Хигучи. Электроотрицательность. Латеральное взаимодействие адатомов. Прямое и косвенное взаимодействие. Структура адсорбированных                          | ПК-1<br>ПК-2 |

| № | Наименование темы дисциплины                                       | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Компетенция  |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|   |                                                                    | слоев. Фазовая диаграмма. Согласованные и несогласованные решетки.                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
| 3 | Тема 3.<br>Работа выхода при адсорбции.<br>Поверхностная диффузия. | Изменение работы выхода при адсорбции. Дипольная модель, модель Лэнга. Поверхностная диффузия. Уравнения Фика. Константы поверхностной диффузии. Анизотропия. Зависимость от концентрации, механизмы поверхностной диффузии: ловушечный, механизм "разворачивающегося ковра", солитонный. Компенсационный закон.                           | ПК-1<br>ПК-2 |
| 4 | Тема 4.<br>Механизмы роста и структура поверхностных пленок.       | Механизмы роста пленок. Послойный рост (механизм Франка-ван-дер-Мерве), островковый (механизм Фольмера-Вебера), механизм Странски-Крастановой. Эпитаксия. Ориентационные соотношения Нишиямы-Вассермана и Курдюмова-Сакса. Зародыши и их образование. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.                                       | ПК-1<br>ПК-2 |
| 5 | Тема 5.<br>Электрические свойства пленок.                          | Электропроводность диспергированных пленок. Механизмы: термоэлектронная эмиссия, туннелирование, активированное туннелирование, туннелирование через подложку. Электропроводность тонких сплошных пленок. Уравнение Больцмана, приближение времени релаксации. Диффузное и зеркальное отражение электронов от поверхности, параметр Фукса. | ПК-1<br>ПК-2 |

#### 4.4. Содержание занятий семинарного типа

Таблица 5. Содержание практических занятий для очной формы обучения

| № темы | Тематика практических занятий                                                                                                                                                     | Всего часов | Формируемые компетенции |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
| 1      | Практическая работа № 1<br>Силы, приводящие к физической адсорбции: ориентационные, поляризационные, дисперсионные, репульсивные. Потенциал Леннарда-Джонса.                      | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 2      | Практическая работа № 2<br>Энергия связи атомов с поверхностью.<br>Особенности химической связи на поверхности.<br>Полуэмпирический метод оценки энергии адсорбции, метод Хигучи. | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 3      | Практическая работа № 3<br>Изменение работы выхода при адсорбции.<br>Поверхностная диффузия. Уравнения Фика.                                                                      | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 4      | Практическая работа № 4<br>Ориентационные соотношения Нишиямы-Вассермана и Курдюмова-Сакса                                                                                        | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |



| № темы | Тематика практических занятий                                                                                                                                                                                                                       | Всего часов | Формируемые компетенции |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
| 5      | Практическая работа № 5<br>Механизмы: термоэлектронная эмиссия, туннелирование, активированное туннелирование, туннелирование через подложку.<br>Электропроводность тонких сплошных пленок.<br>Уравнение Больцмана, приближение времени релаксации. | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
|        | ВСЕГО                                                                                                                                                                                                                                               | 10          |                         |

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

Электронный учебный курс «Адсорбция на поверхности твердого тела» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3960>

#### 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 представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

##### 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: зачет.

Форма проведения зачета: 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 |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| <b>1. Обязательная часть</b>         |                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| 1.1                                  | Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний                                                                                                                                                                  | 0   | 0   |
| Текущий контроль успеваемости. Тест: |                                                                                                                                                                                                                                               | 0   | 10  |
| 1.2                                  | Выполнение практических работ                                                                                                                                                                                                                 |     |     |
| 1.2.1                                | Практическая работа № 1<br>Силы, приводящие к физической адсорбции: ориентационные, поляризационные, дисперсионные, репульсивные. Потенциал Леннарда-Джонса.                                                                                  | 4   | 6   |
| 1.2.2                                | Практическая работа № 2<br>Энергия связи атомов с поверхностью. Особенности химической связи на поверхности. Полуэмпирический метод оценки энергии адсорбции, метод Хигучи.                                                                   | 4   | 6   |
| 1.2.3                                | Практическая работа № 3<br>Изменение работы выхода при адсорбции. Поверхностная диффузия. Уравнения Фика.                                                                                                                                     | 4   | 6   |
| 1.2.4                                | Практическая работа № 4<br>Ориентационные соотношения Нишиямы-Вассермана и Курдюмова-Сакса                                                                                                                                                    | 4   | 6   |
| 1.2.5                                | Практическая работа № 5<br>Механизмы: термоэлектронная эмиссия, туннелирование, активированное туннелирование, туннелирование через подложку. Электропроводность тонких сплошных пленок. Уравнение Больцмана, приближение времени релаксации. | 4   | 6   |
| Итого баллов по обязательной части   |                                                                                                                                                                                                                                               | 20  | 40  |
| <b>2. Вариативная часть</b>          |                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
|                                      | Реферат по дисциплине «Адсорбция на поверхности твердого тела»                                                                                                                                                                                |     |     |
|                                      | Участие в НИРС                                                                                                                                                                                                                                |     |     |
|                                      | Участник клуба МиФ                                                                                                                                                                                                                            |     |     |
|                                      | Участие в олимпиаде (физика, математика)                                                                                                                                                                                                      |     |     |
|                                      | участие                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |
|                                      | призер                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |
|                                      | Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)                                                                                                                                                                               |     |     |
|                                      | Акселерационная программа/ проект Росмолодежи                                                                                                                                                                                                 |     |     |
|                                      | участие                                                                                                                                                                                                                                       |     |     |
|                                      | грант                                                                                                                                                                                                                                         |     |     |
|                                      | Промежуточная аттестация по дисциплине                                                                                                                                                                                                        |     |     |
| Итого баллов по вариативной части    |                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |
| Итого баллов по дисциплине           |                                                                                                                                                                                                                                               |     |     |

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



| Оценка     | Баллы  |
|------------|--------|
| Зачтено    | 40-100 |
| Не зачтено | 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

#### Список обязательной литературы

1. Дулина, О. А. Поверхностные явления и адсорбция. Практикум : учебное пособие / О. А. Дулина, Е. В. Еськова, Е. Г. Шубенкова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/265580>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ильина, Е. Б. Адсорбция : учебное пособие / Е. Б. Ильина, Е. Е. Марейчева ; под редакцией П. Г. Бабаевского. — Москва : МАИ, 2022. — 110 с. — ISBN 978-5-4316-0967-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/344030>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Коллоидная химия : учебное пособие для вузов / В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева, Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева ; под научной редакцией В. Ф. Маркова ; Уральский федеральный университет. — Москва : Юрайт, 2024. — Гл. 6 : Адсорбция. С. 87-115. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20494-0 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1435-5 (Уральский федеральный университет). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558261>.

4. 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>.

#### Дополнительная литература:

1. Греков, М. А. Формирование рельефа поверхности пленочного покрытия при поверхностной и объемной диффузии / М. А. Греков, С. А. Костырко // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. — 2008. — № 3. — С. 106-113. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11527449>

2. Мышлявцев, А. В. Сравнительный анализ влияния типа решетки на область множественности в механизме Ленгмюра-Хиншельвуда в условиях неидеальности адсорбционного слоя / А. В. Мышлявцев, М. Д. Мышлявцева // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. — 2007. — Т. 50, № 11. — С. 104-109. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9553313>

3. Ниматов, С. Ж. Субмонослойные пленки на поверхности Si(111) при низкоэнергетической ионной бомбардировке / С. Ж. Ниматов, Д. С. Руми // Известия Российской академии наук. Серия физическая. — 2014. — Т. 78, № 6. — С. 734. — DOI 10.7868/S0367676514060222. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21576581>

4. Физическая химия. Вопросы и ответы : учебное пособие. — Тюмень : ТюмГУ-Press, 2023. — Глава 5 : Поверхностные явления и адсорбция - С. 372-431. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=57672779>



5. Физико-химические основы и технология получения тонких пленок резистивным напылением / И. В. Силаев, Т. И. Радченко, Б. Э. Гергиева, Т. Т. Магкоев. – Владикавказ : Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 2016. – 135 с. – ISBN 978-5-8336-0892-0. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26002674>

## **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 (СПбГУ, Ульяновская улица, 1, Петергоф, Санкт-Петербург, 198504)** – для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудована специализированной (учебной) мебелью, доска меловая, доска интерактивная, мультимедиа проектор с колонками.

**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.