

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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.В.1.02 Массоперенос в твердых телах**

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  
И.О. Верещагина

Рекомендована решением  
Ученого совета института Информационных  
систем и геотехнологий  
08.09.2022, 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.ф.-м.н., Габис И.Е. (СПбГУ)  
д.т.н., Дьяченко Н.В. (РГГМУ)

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 освоения дисциплины - сформировать профессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков необходимых для понимания, представления о процессах переноса массы, не связанных с электропереносом, в твердых телах.

Задачи дисциплины:

**1. Сформировать знание:**

- особенности протекания процессов массопереноса в твердых телах;
- современную экспериментальную базу.

**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».

Дисциплина изучается параллельно в 3 семестре с такими дисциплинами как: «Адсорбция на поверхности твердого тела», «Физика поверхности и тонких пленок», «Структура кристаллических и неупорядоченных систем».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин: «Специальная лаборатория 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 работа, экспериментальная).

## **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. Способность использовать специализированные знания о выбранных объектах исследований для проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий | ПК-1.1. Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов   | Знать:<br>особенности протекания процессов массопереноса в твердых телах;<br>Уметь:<br>самостоятельно анализировать экспериментальные результаты, получаемые при его участии в курсе спец. лаборатории;<br>Владеть:<br>навыками применения полученные знания в различных областях физики и химии твердого тела, материаловедения. |
| 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:<br>современную экспериментальную базу;<br>Уметь:<br>работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками;<br>Владеть:<br>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 часов.

**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    |
| ¾ лекции  | 10                   | 10    |
| ¾ занятия семинарского типа:  | 10                   | 10    |
| практические занятия  | 10                   | 10    |

|   |       |       |
|---|-------|-------|
| лабораторные занятия                          | -     | -     |
| Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего: | 51,34 | 51,34 |
| в том числе:                                  | -     | -     |
| ¾ курсовая работа                             | -     | -     |
| ¾ 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. Содержание тем дисциплины

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

| №<br>п/п | Тема<br>дисциплины   | Виды учебной<br>работы, в т.ч.<br>самостоятельная<br>работа<br>студентов, час. |                         |     | Формы<br>текущего контроля                       | Формируемые компетенции | Индикатор достижения<br>компетенций |
|----------|--|--|-------------------------|-----|--|-------------------------|-------------------------------------|
|          |  | Лекции   | Практические<br>занятия | СРС |  |                         |                                     |
| 1        | Тема 1.<br>Введение. Адсорбция и десорбция: процессы и уравнения кинетики, методы исследования. Растворение и выход из раствора на поверхность | 2  | 2                       | 12  | Устная защита выполнения практической работы № 1 | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |
| 2        | Тема 2.<br>Диффузия: механизмы и кинетика  | 2  | 2                       | 10  | Устная защита выполнения практической работы № 2 | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |
|          | Текущий контроль (ТКУ)   |  |                         | 0,5 | Тест в Moodle                                    | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |
| 3        | Тема 3.<br>Краевые задачи диффузионного массопереноса. Взаимное влияние различных стадий массопереноса.  | 2  | 2                       | 10  | Устная защита выполнения практической работы № 3 | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |
| 4        | Тема 4.<br>Метод   | 2  | 2                       | 10  | Устная защита выполнения                         | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |

| №<br>п/п | Тема<br>дисциплины   | Виды учебной<br>работы, в т.ч.<br>самостоятельная<br>работа<br>студентов, час. |                         |           | Формы<br>текущего контроля                       | Формируемые компетенции | Индикатор достижения<br>компетенций |
|----------|--|--|-------------------------|-----------|--|-------------------------|-------------------------------------|
|          |  | Лекции   | Практические<br>занятия | СРС       |  |                         |                                     |
|          | концентрационных импульсов и другие методы параметрической идентификации моделей   |  |                         |           | практической работы № 4                          |                         |                                     |
| 5        | Тема 5. Гидриды металлов, основные понятия, типы химической связи. Кинетика поглощения и выделения водорода гидридами металлов | 2  | 2                       | 9,34      | Устная защита выполнения практической работы № 5 | ПК-1<br>ПК-2            | ПК-1.1<br>ПК-2.1                    |
|          | ИТОГО  | 10   | 10                      | 51,3<br>4 |  |                         |                                     |

#### 4.3. Содержание тем дисциплины

**Таблица 4. Содержание тем дисциплины**

| № | Наименование темы дисциплины   | Содержание  | Компетенция  |
|---|--|---|--------------|
| 1 | Тема 1. Введение.  | Понятие массопереноса, его составляющие: процессы адсорбции и десорбции, растворения и выхода из раствора на поверхность, диффузия. Примеры.  | ПК-1<br>ПК-2 |
| 2 | Тема 2. Адсорбция и десорбция: процессы и уравнения кинетики, методы исследования. Растворение и выход из раствора на поверхность. | Адсорбированное состояние, физическая адсорбция и хемосорбция, физические причины адсорбции, положение адсорбата на поверхности. Примеры: металлы, простые и сложные газы. Адсорбция как процесс переноса из газовой фазы на поверхность твердого тела, десорбция, как обратный процесс. Взаимодействие молекул, атомов и ионов с поверхностью твердого тела. Вероятность адсорбции, коэффициент прилипания. Методы исследования адсорбции. | ПК-1<br>ПК-2 |

| № | Наименование темы дисциплины                   | Содержание   | Компетенция  |
|---|--|--|--------------|
|   |  | <p>Термодесорбционная спектроскопия, эксперимент, математика адсорбции и десорбции, методы определения кинетики и энергетики адсорбционно-десорбционных процессов, примеры. Другие методы: дифракция медленных электронов, молекулярные пучки, времяпролетный анализ и проч. «Нормальные» величины предэкспоненциальных множителей констант скоростей адсорбции и десорбции по теории переходного состояния.</p> <p>Механизмы растворения, растворы внедрения и замещения. Скорости реакций, зависимость от степени покрытия. Равновесие раствор-адсорбент, изостеры сегрегации, определение теплоты сегрегации. Примеры: углерод, кислород.</p>   |              |
| 3 | Тема 3.<br>Диффузия:<br>механизмы<br>кинетика. | <p>Основные понятия, межузельный и вакансационный, транскристаллический и зернограничный механизмы диффузии. Движущие силы диффузии в гомогенной среде. Уравнение Онзагера, примеры диффузии водорода под воздействием градиента концентрации, механического напряжения и разности температур. Уравнения Фика, математика диффузии. «Нормальные» величины предэкспоненциального множителя коэффициента диффузии. Механизмы диффузии в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Природа активационных барьеров для диффузионных перескоков, взаимодействие диффузанта с электронной подсистемой и упругая релаксация решетки. Изменение параметров решетки при внедрении диффузата. Влияние диффузанта на массоперенос: тип решетки, вид химической связи, электронная конфигурация. Методы исследования диффузии: радиографии, внутреннего трения, послойного травления и проч. - описание экспериментов. Метод проницаемости: эксперимент и определение коэффициента диффузии в классическом диффузанте.</p> | ПК-1<br>ПК-2 |
| 4 | Тема 4.  | Диффузия в дефектных средах. Различные   | ПК-1         |

| № | Наименование темы дисциплины   | Содержание   | Компетенция  |
|---|--|--|--------------|
|   | Краевые задачи диффузионного массопереноса. Взаимное влияние различных стадий массопереноса  | модели диффузионного переноса: диффузия, сопровождаемая химической реакцией, обратимым захватом, по параллельным каналам. Границные задачи. Форма кинетических кривых. Физические представления о процессах и явлениях, сопровождающих диффузию, типы ловушек и каналов переноса (вакансии, дислокации, примеси, собственные междуузельные атомы, границы зерен). Динамические граничные условия.<br>Интегральный массоперенос, параллельные и последовательные процессы, понятие лимитирующего процесса. Влияние скорости адсорбции на проникновение водорода, определение коэффициента прилипания из экспериментов по проникновению. | ПК-2         |
| 5 | Тема 5.<br>Метод концентрационных импульсов и другие методы параметрической идентификации моделей.                                 | Метод концентрационных волн. Первые применения, амплитудночастотные и фазочастотные характеристики. Решение для классической диффузии, предельные случаи больших и малых частот, амплитудная и фазовая характеристики. Диффузия с обратимым захватом, уменьшение влияния роли ловушек при увеличении частоты. Метод концентрационных импульсов. Эксперимент, банк моделей, дискриминация моделей и определение констант скоростей процессов переноса. Метод проницаемости.   | ПК-1<br>ПК-2 |
| 6 | Тема 6.<br>Гидриды металлов, основные понятия, типы химической связи. Кинетика поглощения и выделения водорода гидридами металлов. | Понятие о гидридах металлов, фаза раствора и гидрида, равновесие фаз, фазовая диаграмма, изотермы сорбции и десорбции. Гидриды с металлическим и ионно-ковалентным типом связи, примеры.<br>Процессы на границе раздела фаз раствора и гидрида, уравнение типа Стефана для движущейся границы, общая краевая задача. Анализ влияния на скорость сорбции-десорбции водорода гидридами металлов следующих факторов: типа химической связи, скорости адсорбции и десорбции, диффузии, формирования и разложения гидрида, образования зародышей новой фазы. Случай «быстрой» диффузии,   | ПК-1<br>ПК-2 |

| № | Наименование темы дисциплины | Содержание          | Компетенция |
|---|------------------------------|---------------------|-------------|
|   |                              | вырожденные задачи. |             |

#### 4.4. Практические занятия их содержание

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

| № темы | Тематика практических занятий   | Всего часов | Формируемые компетенции |
|--------|---|-------------|-------------------------|
| 1      | Практическая работа № 1<br>Математика адсорбции и десорбции   | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 2      | Практическая работа № 2<br>Уравнения Фика, математика диффузии.<br>«Нормальные» величины предэкспоненциального множителя коэффициента диффузии  | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 3      | Практическая работа № 3<br>Различные модели диффузионного переноса: диффузия, сопровождаемая химической реакцией, обратимым захватом, по параллельным каналам. Границные задачи. Форма кинетических кривых. Динамические граничные условия. | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 4      | Практическая работа № 4<br>Амплитудночастотные и фазочастотные характеристики. Решение для классической диффузии, предельные случаи больших и малых частот, амплитудная и фазовая характеристики.   | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| 5      | Практическая работа № 5<br>Процессы на границе раздела фаз раствора и гидрида, уравнение типа Стефана для движущейся границы, общая краевая задача.   | 2           | ПК-1<br>ПК-2            |
| ВСЕГО  |   | 10          |                         |

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

Электронный учебный курс «Массоперенос в твердых телах» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3959>

#### 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               |

| Учет успеваемости   | Количество баллов |
|---|-------------------|
| - 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

Печень 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 |
|-----------------------|---|-----|-----|
| 1. Обязательная часть |   |     |     |
| 1.1                   | Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний  |     |     |
|                       | Текущий контроль успеваемости. Тест:  | 0   | 10  |
| 1.2.                  | Выполнение практических работ   |     |     |
| 1.2.1                 | Практическая работа № 1<br>Математика адсорбции и десорбции   | 4   | 6   |
| 1.2.2                 | Практическая работа № 2<br>Уравнения Фика, математика диффузии.<br>«Нормальные» величины предэкспоненциального множителя коэффициента диффузии  | 4   | 6   |
| 1.2.3                 | Практическая работа № 3<br>Различные модели диффузионного переноса:<br>диффузия, сопровождаемая химической реакцией,<br>обратимым захватом, по параллельным каналам.<br>Граничные задачи. Форма кинетических кривых.<br>Динамические граничные условия. | 4   | 6   |
| 1.2.4                 | Практическая работа № 4<br>Амплитудночастотные и фазочастотные характеристики. Решение для классической диффузии, предельные случаи больших и малых   | 4   | 6   |

|       |   |    |     |
|-------|---|----|-----|
|       | частот, амплитудная и фазовая характеристики.   |    |     |
| 1.2.5 | Практическая работа № 5<br>Процессы на границе раздела фаз раствора и гидрида, уравнение типа Стефана для движущейся границы, общая краевая задача. | 4  | 6   |
|       | Итого баллов по обязательной части  | 20 | 40  |
|       | 2. Вариативная часть  |    |     |
| 2.1   | Реферат по дисциплине «Массоперенос в твердых телах»  | 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  |
|--------------|--------|
| Зачислено    | 40-100 |
| Не зачислено | 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. Гольдаде, В. А. Физика твердого тела. Часть 1 : учебное пособие / В. А. Гольдаде, А. В. Семченко, С. А. Хахомов. – Минск : Республиканский институт высшей школы, 2023. – 272 с. – ISBN 978-985-586-697-9. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74913387>

2. Гольдаде, В. А. Физика твердого тела. Часть 2 : практическое пособие / В. А. Гольдаде, А. В. Семченко, С. А. Хахомов. – Минск : Республиканский институт высшей школы, 2023. – 236 с. – ISBN 978-985-586-719-8. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74913448>

3. 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.
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-— Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:
5. Шелоумов, А. В. Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы : учебное пособие / А. В. Шелоумов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-9239-1118-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125215>

#### Список дополнительной литературы

1. Белоусов, В. В. Ускоренный массоперенос с участием жидкой фазы в твердых телах / В. В. Белоусов, С. В. Федоров // Успехи химии. — 2012. — Т. 81, № 1. — С. 44-64. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17284653>
2. Бухбиндер, Г. Л. Волновой механизм массопереноса в твердых телах при высокointенсивных внешних воздействиях / Г. Л. Бухбиндер, П. Н. Марталлер // Вестник Омского университета. — 2009. — № 2(52). — С. 88-94. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13010605>
3. Гершанов, В. Ю. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса: монография / Гершанов В.Ю., Гармашов С.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. - 114 с. ISBN 978-5-9275-1232-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/552325>
4. Головин, Ю. И. Динамика и атомные микромеханизмы массопереноса в процессе импульсного контактного взаимодействия твердых тел / Ю. И. Головин, А. И. Тюрин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. — 1997. — Т. 2, № 2. — С. 150-159. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16398107>
5. Горбенко, В. И. Применение методов равновесной термодинамики в моделировании массопереноса в системе газ-твердое тело / В. И. Горбенко // Сложные системы и процессы. — 2005. — № 1. — С. 6-13. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12928689>
6. Дефекты в твердых телах и их влияние на свойства функциональных материалов : учебно-методическое пособие / составитель Е. А. Асабина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152814>
7. Констанчук, И. Г. Механохимические подходы к созданию материалов для аккумулирования водорода на основе гидридов металлов / И. Г. Констанчук, К. Б. Герасимов, J. L. Bobet // Химия в интересах устойчивого развития. — 2014. — Т. 22, № 1. — С. 1-9. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21952327>
8. Чернов, И. А. Эффективное сканирование пространства параметров в Desktop Grid для идентификации модели разложения гидридов металлов / И. А. Чернов, Н. Н. Никитина // Программные системы: теория и приложения. — 2018. — Т. 9, № 4(39). — С. 35-52. — DOI 10.25209/2079-3316-2018-9-4-35-52. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38542267>

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

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://netology.ru/>
2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим

доступа: <https://practicum.yandex.ru/>

3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/>

4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>

5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillfactory.ru/>

6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>

7. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lektorium.tv/>

### **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Операционная система: Astra linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://astralinux.ru/>

2. Операционная система: Alt linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.basealt.ru/alt-education/>

3. Программное обеспечение географической информационной системы (ГИС) QGIS (trial/демо версия). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://qgis.org/>

4. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru/>

5. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7zip.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/tu/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 управление океанических и атмосферных исследований NOAA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iaea.org/>

13. ЕСИМО – межведомственная федеральная информационная система. Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esimo.ru/>

14. Федеральная служба государственной статистики (Профессиональная база данных) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

15. Официальная статистика РФ ЕМИСС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>

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

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

**Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

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

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** –

укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория, оснащенная специализированным оборудованием (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.