

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОСФЕРЕ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль) / специализация: **Защита окружающей среды**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**

Кафедра: **Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 4 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 8         | 8     | часов   |
| Практические занятия               | 4         | 4     | часов   |
| Лабораторные занятия               | 8         | 8     | часов   |
| Самостоятельная работа             | 82        | 82    | часов   |
| Контрольные работы                 | 2         | 2     | часов   |
| Подготовка и сдача зачета          | 4         | 4     | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 108       | 108   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) |           | 3     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Зачет                          | 4       |            |
| Контрольные работы             | 4       | 1          |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование теоретических представлений о физико-химических процессах и явлениях, лежащих в основе взаимодействия веществ-загрязнителей с компонентами окружающей среды и техносферой.
2. Создание теоретической базы для успешного усвоения дисциплин профессионального цикла и формирования научного и инженерного мышления.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физико-химических процессов, протекающих в окружающей среде и техносфере под воздействием естественных и антропогенных факторов.
2. Изучение механизмов взаимодействия веществ-загрязнителей с компонентами атмосферы, гидросферы и литосферы.
3. Изучение теоретических основ химических и физико-химических методов анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в своей профессиональной деятельности  | Перечисляет основные типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере; описывает физико-химические процессы, связанные с превращением химических веществ в окружающей среде и техносфере под воздействием естественных и антропогенных факторов  |
|   | ОПК-1.2. Умеет выявлять современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и охраной труда | Определяет опасные производственные факторы, связанные с применением или получением химических веществ и материалов и степень их воздействия на окружающую среду и человека; выявляет экологические проблемы на основе теоретических знаний о типичных веществах-загрязнителях и их превращениях в окружающей среде и техносфере |
|   | ОПК-1.3. Имеет практический опыт решения типовых задач в сфере техносферной безопасности с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области измерительной и вычислительной техники, информационных технологий  | Применяет теоретические знания о методах анализа веществ и навыки экспериментальных исследований для оценки состояния окружающей среды и техносферы  |

#### **Профессиональные компетенции**

|   |   |  |
|---|---|--|
| ПК-1. Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы | ПК-1.1. Знает принципы проведения научно-исследовательских работ            | Знает методы контроля и оценки состояния окружающей среды  |
|   | ПК-1.2. Умеет применять принципы проведения научно-исследовательских работ  | умеет планировать проведение научно-исследовательских работ в целях оценки состояния окружающей среды. |
|   | ПК-1.3. Владеет базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ | Владеет навыками экспериментальных исследований для оценки состояния окружающей среды                  |

#### **4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем**

## и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 4 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 22          | 22        |
| Лекционные занятия  | 8           | 8         |
| Практические занятия  | 4           | 4         |
| Лабораторные занятия  | 8           | 8         |
| Контрольные работы  | 2           | 2         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 82          | 82        |
| Подготовка к зачету   | 30          | 30        |
| Написание конспекта самоподготовки  | 8           | 8         |
| Подготовка к контрольной работе   | 15          | 15        |
| Подготовка к тестированию   | 11          | 11        |
| Подготовка к выступлению (докладу)  | 5           | 5         |
| Подготовка мультимедийной презентации   | 6           | 6         |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета  | 5           | 5         |
| Написание отчета по лабораторной работе   | 2           | 2         |
| <b>Подготовка и сдача зачета</b>  | 4           | 4         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 108         | 108       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 3           | 3         |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины  | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без зачета) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>  |              |               |           |              |                          |                         |
| 1 Типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере                      | 4            | 2             | -         | 33           | 41                       | ОПК-1, ПК-1             |
| 2 Химические и физико-химические методы анализа веществ и материалов                      | -            | -             | 8         | 23           | 31                       | ОПК-1, ПК-1             |
| 3 Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в гидросфере, атмосфере и педосфере | 4            | 2             | -         | 26           | 32                       | ОПК-1, ПК-1             |
| Итого за семестр  | 8            | 4             | 8         | 82           | 102                      |                         |
| Итого   | 8            | 4             | 8         | 82           | 102                      |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины                                   | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)  | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|--|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>   |   |                                      |                         |
| 1 Типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере | Общие сведения о типах химических процессов, протекающих в техносфере и окружающей среде. Реакции ионного обмена и характерные для них признаки. Гидролиз в водных средах. Основные типы гидролиза солей. Стадии гидролиза и возможные продукты. Ионное производство воды. Водородный показатель. Окислительно-восстановительные реакции. Комплексные соединения. Производство растворимости. Дисперсные системы. Явление сорбции. Эмульсии. Коллоидные растворы.   | 4                                    | ОПК-1, ПК-1             |
|  | Итого   | 4                                    |                         |
| 2 Химические и физико-химические методы анализа веществ и материалов | Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии. Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии. Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок. Физико-химические методы анализа и их преимущества. Спектры и их характеристики. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния. Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Монохроматизация излучения. Методы регистрации спектров. Количественный и качественный анализ в АЭС. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность. Количественный анализ в ААС. Методы молекулярно-абсорбционного анализа. Колориметрия. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Методы количественного анализа в фотоколориметри. Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Электродные процессы в растворах. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии. Потенциометрическое титрование. | 0                                    | ОПК-1, ПК-1             |
|  | Итого   | -                                    |                         |

|   |  |   |             |
|---|--|---|-------------|
| 3 Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в гидросфере, атмосфере и педосфере | <p>Состав и свойства атмосферы. Пути загрязнения атмосферы, основные загрязнители и влияние на климатические изменения. Характеристика пылей и аэрозолей. Процессы их образования и пути вывода из атмосферы. Основные типы физико-химических процессов в атмосфере. Свободные радикалы и их образование в атмосфере. Цепные реакции. Проблема озонового слоя. Образование озона в атмосфере и его свойства. Механизмы разрушения озона в атмосфере. Цикл хлора и брома. Проблема заменителей фреонов. Парниковый эффект и его влияние на климат. Характеристика парниковых газов.</p> <p>Физико-химические процессы, лежащие в основе вывода метана из атмосферы. Механизм образования кислотных дождей. Загрязнения, предшествующие образованию кислотных дождей. Влияние кислотных дождей на окружающую среду и объекты техносферы.</p> <p>Формирование состава природных вод. Свойства слоев водных масс и их роль в физико-химических процессах в гидросфере. Классификация загрязнений вод по фазово-дисперсному состоянию. Способы удаления загрязнений.</p> <p>Процессы самоочищения водоемов. Буферная емкость водных систем на примере металлов-токсикантов. Роль гуминовых кислот. Загрязнение водных систем тяжелыми металлами. Химическое равновесие в водных системах. Растворимость соединений тяжелых металлов. Производство растворимости. Комплексные соединения тяжелых металлов. Факторы, определяющие миграцию тяжелых металлов в водных системах. Формы существования и поведение некоторых тяжелых металлов в природных водах. Газы, растворенные в водных системах. Механизм абсорбции газов на примере углекислого газа, кислорода. Пути поступления азота и фосфора в водные системы. Механизмы их превращений и влияние на свойства водных объектов. Загрязнение водных систем органическими веществами (нефть, ПАВ), влияние органических веществ на свойства водных систем.</p> <p>Основные физико-химические процессы, протекающие в почвах. Поведение тяжелых металлов и пестицидов в почвах. Характеристики почв: гранулометрический состав, объем пор, гигроскопичность, рН, ионообменная емкость. Сорбционные центры частиц почвы. Адсорбция тяжелых металлов. Осаждение и растворение, протекающие в почвах. Реакции тяжелых металлов. Преобразование оксидов металлов в растворимые формы гидроксидов, карбонатов, гидрокарбонатов и др. Адсорбция ионов металлов на ионообменных центрах почвенных частиц. Образование малоподвижных комплексных соединений (фульваты, гуматы) с органическими веществами почвы. Хелатообразующие комплексы почв. Образование внутрикомплексных хелатов металлов. Окислительно-восстановительные процессы в почвах. Подкисление почв. Подщелачивание почв. Влияние ионизирующего излучения на окружающую среду.</p> | 4 | ОПК-1, ПК-1 |
|   | Итого  | 4 |             |
|   | Итого за семестр   | 8 |             |
|   | Итого  | 8 |             |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п.           | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b> |                        |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа     | 2               | ОПК-1, ПК-1             |
|                  | Итого за семестр       | 2               |                         |

|       |   |  |
|-------|---|--|
| Итого | 2 |  |
|-------|---|--|

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины                                   | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>   |  |                 |                         |
| 2 Химические и физико-химические методы анализа веществ и материалов | Определение концентрации веществ методом фотометрии  | 4               | ОПК-1, ПК-1             |
|  | Определение концентрации веществ методами кислотно-основного и потенциометрического титрования | 4               | ОПК-1, ПК-1             |
|  | Итого  | 8               |                         |
| Итого за семестр   |  | 8               |                         |
| Итого  |  | 8               |                         |

#### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины  | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>  |   |                 |                         |
| 1 Типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере                      | Типы дисперсных систем, применяемых в производственных процессах                              | 1               | ОПК-1, ПК-1             |
|   | Органические соединения и их применение на производстве                                       | 1               | ОПК-1, ПК-1             |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 3 Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в гидросфере, атмосфере и педосфере | Вредные и опасные химические вещества на объектах техносферы и их влияние на окружающую среду | 2               | ОПК-1, ПК-1             |
|   | Итого   | 2               |                         |
| Итого за семестр  |   | 4               |                         |
| Итого   |   | 4               |                         |

#### 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины  | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                  |
|---|--|-----------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>4 семестр</b>  |  |                 |                         |                                 |
| 1 Типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере                      | Подготовка к зачету                                | 10              | ОПК-1, ПК-1             | Зачёт                           |
|   | Написание конспекта самоподготовки                 | 8               | ОПК-1, ПК-1             | Конспект самоподготовки         |
|   | Подготовка к контрольной работе                    | 6               | ОПК-1, ПК-1             | Контрольная работа              |
|   | Подготовка к тестированию                          | 5               | ОПК-1, ПК-1             | Тестирование                    |
|   | Подготовка к выступлению (докладу)                 | 2               | ОПК-1, ПК-1             | Выступление (доклад) на занятии |
|   | Подготовка мультимедийной презентации              | 2               | ОПК-1, ПК-1             | Мультимедийная презентация      |
|   | Итого  | 33              |                         |                                 |
| 2 Химические и физико-химические методы анализа веществ и материалов                      | Подготовка к зачету                                | 10              | ОПК-1, ПК-1             | Зачёт                           |
|   | Подготовка к контрольной работе                    | 4               | ОПК-1, ПК-1             | Контрольная работа              |
|   | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5               | ОПК-1, ПК-1             | Лабораторная работа             |
|   | Написание отчета по лабораторной работе            | 2               | ОПК-1, ПК-1             | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1, ПК-1             | Тестирование                    |
|   | Итого  | 23              |                         |                                 |
| 3 Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в гидросфере, атмосфере и педосфере | Подготовка к зачету                                | 10              | ОПК-1, ПК-1             | Зачёт                           |
|   | Подготовка к контрольной работе                    | 5               | ОПК-1, ПК-1             | Контрольная работа              |
|   | Подготовка к тестированию                          | 4               | ОПК-1, ПК-1             | Тестирование                    |
|   | Подготовка к выступлению (докладу)                 | 3               | ОПК-1, ПК-1             | Выступление (доклад) на занятии |
|   | Подготовка мультимедийной презентации              | 4               | ОПК-1, ПК-1             | Мультимедийная презентация      |
|   | Итого  | 26              |                         |                                 |
| Итого за семестр  |  | 82              |                         |                                 |



|       |                           |    |  |       |
|-------|---------------------------|----|--|-------|
|       | Подготовка и сдача зачета | 4  |  | Зачет |
| Итого |                           | 86 |  |       |

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля   |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |  |
| ОПК-1                   | +                         | +          | +         | +         | Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |
| ПК-1                    | +                         | +          | +         | +         | Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Лабораторная работа, Мультимедийная презентация, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия [Текст] : учебник для вузов / Н. В. Коровин. - 8-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2007. - 559 с. : ил. - (Победитель конкурса учебников). - Библиогр.: с. 546. - Предм. указ.: с. 547-557. (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.).

2. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие для вузов / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова ; под науч. ред. Е. А. Кулешова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 86 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/book/fizicheskaya-himiya-dispersnyh-sistem-416142>.

3. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М. В. Тихонова - 2017. 71 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7052>.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении : Учебное пособие для вузов / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. - 3-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2006. - 333[3] с. : табл., ил. - (Для высших учебных заведений) (Охрана окружающей среды). - Библиогр.: с. 320-322. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия : учебник для вузов / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 444 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/449926>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия

##### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физико-химические процессы в техносфере: Учебно-методический комплекс / И. А. Екимова - 2012. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2077>.

2. Физико-химические процессы в техносфере: Методические указания к лабораторному практикуму / И. А. Екимова - 2012. 83 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2078>.

3. Пузаков, С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учебное пособие для академического бакалавриата / С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/book/sbornik-zadach-i-uprazhneniy-po-obschey-himii-412730>.

4. Практикум по физико-химическим методам анализа: Учебно-методическое пособие для организации практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / М. В. Тихонова - 2017. 74 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7094>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Телевизор LED 47";
- Система микроклимата;
- Магнитно-маркерная доска - 2 шт.;
- Шкаф;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;

- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010;
- Windows XP;

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория химии: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 424 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Ph-метр портативный;
- Анализатор жидкости;
- Весы электронные AND HL-100;
- Преобразователь тока (трансформатор);
- Система вентиляции;
- Магнитно-маркерная доска;
- Стенка угловая со стеклом;
- Шкаф вытяжной;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного

просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                                   | Формируемые компетенции | Формы контроля                  | Оценочные материалы (ОМ)                                    |
|--|-------------------------|---------------------------------|---|
| 1 Типы химических систем и процессов в окружающей среде и техносфере | ОПК-1, ПК-1             | Выступление (доклад) на занятии | Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии |
|  |                         | Зачёт                           | Перечень вопросов для зачета                                |
|  |                         | Конспект самоподготовки         | Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки        |
|  |                         | Контрольная работа              | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ    |
|  |                         | Тестирование                    | Примерный перечень тестовых заданий                         |
|  |                         | Мультимедийная презентация      | Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций       |
| 2 Химические и физико-химические методы анализа веществ и материалов | ОПК-1, ПК-1             | Зачёт                           | Перечень вопросов для зачета                                |
|  |                         | Контрольная работа              | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ    |
|  |                         | Лабораторная работа             | Темы лабораторных работ                                     |
|  |                         | Тестирование                    | Примерный перечень тестовых заданий                         |
|  |                         | Отчет по лабораторной работе    | Темы лабораторных работ                                     |

|   |             |                                 |   |
|---|-------------|---------------------------------|---|
| 3 Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в гидросфере, атмосфере и педосфере | ОПК-1, ПК-1 | Выступление (доклад) на занятии | Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии |
|   |             | Зачёт                           | Перечень вопросов для зачета                                |
|   |             | Контрольная работа              | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ    |
|   |             | Тестирование                    | Примерный перечень тестовых заданий                         |
|   |             | Мультимедийная презентация      | Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций       |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания   | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|--------|---|
|--------|---|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В какой слой атмосферы в первую очередь попадают с поверхности земли газообразные примеси? А) мезосфера; Б) тропосфера; В) ионосфера; Г) стратосфера
2. Активные группировки атомов, образующиеся в атмосфере в результате протекания фотохимических реакций, называются... А) протоны; Б) альфа-частицы; В) радикалы; Г) углеводороды
3. Какой газ, содержащийся в атмосфере, способен задерживать или ослаблять вредное УФ-излучение? А) азот; Б) озон; В) кислород; Г) углекислый газ
4. Какой тип реакций лежит в основе процессов горения, взрыва, фотохимических реакций, полимеризации? А) ионного обмена; Б) цепные; В) окисления-восстановления; Г) комплексообразования
5. Процесс, при котором молекула поглощает фотон и на первом этапе переходит в стабильное возбужденное состояние, называется: А) фотоионизация; Б) фотодиссоциация; В) преддиссоциация; Г) фрагментация
6. Какие вещества способствуют заболачиванию водоемов? А) производные азота и фосфора; Б) неорганические кислоты; В) тяжелые металлы; Г) гуминовые кислоты.
7. Какой химический элемент попадает в водную среду при сбросах с предприятий отходов, содержащих чистящие и моющие средства? А) азот; Б) фосфор; В) сера; Г) аммиак.
8. Каким путем могут разрушаться органические соединения синтетического происхождения? А) биохимическое окисление с помощью бактерий; Б) брожение; В) фотохимическое окисление; Г) не разрушаются ни одним из перечисленных способов
9. Тяжелые металлы, которые являются консервативными веществами: А) железо, медь, цинк; Б) марганец, хром, никель; В) натрий, калий, кальций; Г) барий, радий, стронций.
10. Ионы с большим зарядом... А) прочнее удерживаются в составе минералов и твердых отходов; Б) лучше растворяются в природной воде; В) мигрируют с более высокой скоростью; Г) могут распространяться на большие расстояния.
11. Основную роль в загрязнении тяжелыми металлами играют: А) адсорбенты; Б) взвешенные частицы; В) комплексные соединения; Г) радикалы.
12. Закисление водоема наблюдается в том случае, если... А) кислотность воды меньше 5; Б) щелочность водоема уменьшается в 10-15 раз; В) превышена величина ПР; Г) при выпадении кислотных дождей.
13. Количество токсиканта-загрязнителя, попадание которого в водоем не нарушает хода

- естественных процессов, называется: А) предельная концентрация; Б) токсическая емкость; В) буферная емкость; Г) предельный минимум концентрации токсиканта.
14. В каком слое водных масс содержится основная масса загрязняющих веществ? А) придонные; Б) промежуточные; В) осадок; Г) поверхностная пленка.
  15. От каких частиц можно очистить воду только с помощью химических реагентов? А) частицы коллоидных растворов; Б) ионы и молекулы; В) взвешенные частицы; Г) частицы суспензий.
  16. Какие вещества входят в состав стратосферных аэрозолей? А) оксиды азота; Б) серная кислота и сульфаты; В) тяжелые металлы; Г) взвешенные частицы.
  17. Какие частицы в составе пылей наиболее интенсивно поглощают ИК-излучение? А) с большим диаметром; Б) с большой плотностью; В) темного цвета; Г) органического происхождения.
  18. Каким способом выводятся из атмосферы наиболее крупные частицы аэрозоля? А) коагуляция; Б) конвекция; В) адсорбция; Г) седиментация.
  19. Какие опасные вещества, способные подавлять иммунитет, образуются при сжигании мусора? А) оксиды азота; Б) оксиды серы; В) диоксины; Г) углеводороды.
  20. Какой из факторов определяет миграцию компонентов нефти при ее разливе? А) образование комплексных соединений с тяжелыми металлами; Б) испарение; В) образование осадка; Г) все ответы верны.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Классификация органических соединений. Пути их поступления и воздействие на окружающую среду и человека.
2. Вещества-загрязнители, распространенные в педосфере, гидросфере и атмосфере. Пути их поступления в окружающую среду и токсическое действие.
3. Состав и свойства атмосферы. Пути загрязнения атмосферы, основные загрязнители и влияние на климатические изменения.
4. Характеристика пылей и аэрозолей. Процессы их образования и пути вывода из атмосферы.
5. Основные типы физико-химических процессов в атмосфере.
6. Свободные радикалы и их образование в атмосфере. Цепные реакции.
7. Проблема озонового слоя. Образование озона в атмосфере и его свойства.
8. Механизмы разрушения озона в атмосфере. Цикл хлора и брома. Проблема заменителей фреонов.
9. Парниковый эффект и его влияние на климат. Характеристика парниковых газов. Физико-химические процессы, лежащие в основе вывода метана из атмосферы.
10. Механизм образования кислотных дождей. Загрязнения, предшествующие образованию кислотных дождей. Влияние кислотных дождей на окружающую среду и объекты техносферы.
11. Формирование состава природных вод. Свойства слоев водных масс и их роль в физико-химических процессах в гидросфере.
12. Классификация загрязнений вод по фазово-дисперсному состоянию. Способы удаления загрязнений.
13. Процессы самоочищения водоемов. Буферная емкость водных систем на примере металлов-токсикантов. Роль гуминовых кислот.
14. Загрязнение водных систем тяжелыми металлами. Химическое равновесие в водных системах. Растворимость соединений тяжелых металлов. Произведение растворимости. Комплексные соединения тяжелых металлов.
15. Факторы, определяющие миграцию тяжелых металлов в водных системах. Формы существования и поведение некоторых тяжелых металлов в природных водах.
16. Газы, растворенные в водных системах. Механизм абсорбции газов на примере углекислого газа, кислорода.
17. Пути поступления азота и фосфора в водные системы. Механизмы их превращений и влияние на свойства водных объектов.
18. Загрязнение водных систем органическими веществами (нефть, ПАВ), влияние органических веществ на свойства водных систем.
19. Основные физико-химические процессы, протекающие в почвах. Поведение тяжелых

металлов и пестицидов в почвах.

20. Взаимодействие ионизирующего излучения с компонентами атмосферы, водой и водными растворами, твердыми объектами и живыми организмами.
21. Типы химических процессов в гидросфере: реакции ионного обмена, гидролиз, комплексообразование.
22. Окислительно-восстановительные процессы. Свойства металлов.
23. Процессы сорбции в литосфере, гидросфере и атмосфере.
24. Дисперсные системы в окружающей среде.
25. Образование коллоидных растворов, процессы осаждения и коагуляции.
26. Образование эмульсий и их свойства.

#### **9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии**

Оценка воздействия вредных веществ на окружающую среду и техносферу в результате деятельности предприятий:

1. Электроэнергетика
2. Топливная промышленность
3. Чёрная металлургия
4. Цветная металлургия
5. Космическая промышленность
6. Химическая и нефтехимическая промышленность
7. Машиностроение и металлообработка
8. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность
9. Промышленность строительных материалов
10. Пищевая промышленность
11. Медицинская промышленность
12. Полиграфическая промышленность
13. Сельское хозяйство

#### **9.1.4. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки**

1. Вещества-загрязнители, распространенные в окружающей среде
2. Формы существования и поведение некоторых тяжелых металлов в природных водах
3. Органические соединения
4. Реакции ионного обмена
5. Гидролиз
6. Водородный показатель pH
7. Окислительно-восстановительные реакции.
8. Комплексные соединения.
9. Произведение растворимости.
10. Дисперсные системы.
11. Явление сорбции.
12. Эмульсии.
13. Коллоидные растворы.

#### **9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Вредные и опасные химические вещества на объектах техносферы и их влияние на окружающую среду
2. Типы промышленных производств и их влияние на экологическую безопасность
3. Физико-химические методы контроля веществ и материалов
4. Физико-химические превращения веществ-загрязнителей в окружающей среде и техносфере
5. Типичные вещества-загрязнители и типы дисперсных систем

#### **9.1.6. Примерный перечень тем для мультимедийных презентаций**

Оценка воздействия вредных веществ на окружающую среду и техносферу в результате деятельности предприятий:

1. Электроэнергетика



2. Топливная промышленность
3. Чёрная металлургия
4. Цветная металлургия
5. Космическая промышленность
6. Химическая и нефтехимическая промышленность
7. Машиностроение и металлообработка
8. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность
9. Промышленность строительных материалов
10. Пищевая промышленность
11. Медицинская промышленность
12. Полиграфическая промышленность
13. Сельское хозяйство

### **9.1.7. Темы лабораторных работ**

1. Определение концентрации веществ методом фотометрии
2. Определение концентрации веществ методами кислотно-основного и потенциометрического титрования

### **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|-----------------------|--|--|
|-----------------------|--|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ  
протокол № 77 от «30» 12 2021 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                            | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|--------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ    | В.И. Туев         | Согласовано,<br>a755e75e-6728-43c8-<br>b7c9-755f5cd688d8 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ | В.И. Туев         | Согласовано,<br>a755e75e-6728-43c8-<br>b7c9-755f5cd688d8 |
| Начальник учебного управления        | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4аба-<br>845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ                           | И.В. Осипов       | Согласовано,<br>126832c4-9aa6-45bd-<br>8e71-e9e09d25d010 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                    |                |  |
|--------------------|----------------|--|
| Доцент, каф. РЭТЭМ | Н.Н. Несмелова | Согласовано,<br>eebb9cff-fbf0-4a31-<br>a395-8ca66c97e745 |
| Доцент, каф. РЭТЭМ | В.С. Солдаткин | Согласовано,<br>20f9f21b-db84-4e42-<br>8e40-98cd2ddd9cbe |

### РАЗРАБОТАНО:

|                    |               |  |
|--------------------|---------------|--|
| Доцент, каф. РЭТЭМ | М.В. Тихонова | Разработано,<br>de7abc41-927c-4576-<br>a878-17071075b8e4 |
|--------------------|---------------|--|