

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет**

**Химико-технологический институт**

*Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы*

**Рабочая программа дисциплины**

включая фонд оценочных средств и методические указания для  
самостоятельной работы обучающихся

---

**Б1.В.10 – НОРМИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**


Направление подготовки 05.03.06 Экология природопользования

Направленность (профиль) – «Природопользование и охрана окружающей среды»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 4 (144)

г. Екатеринбург, 2021

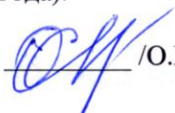
Разработчики: канд. хим. наук, доцент  / Т.А. Мельник /

канд. хим. наук, доцент  / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 8 от «10» марта 2021 года).

Зав. кафедрой  / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией института леса и природопользования (протокол № 4 от «\_25\_» \_\_ марта \_\_ 2021 года).

Председатель методической комиссии ИЛП  /О.В.Сычугова/

Рабочая программа утверждена директором института леса и природопользования

Директор ИЛП  /З.Я. Нагимов/

«5» апреля 2021 года

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| 1. Общие положения .....   | 4  |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....  | 4  |
| 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....  | 5  |
| 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....          | 6  |
| 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов .....  | 7  |
| 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины .....  | 7  |
| 5.2. Содержание занятий лекционного типа .....   | 8  |
| 5.3. Темы и формы практических (лабораторных) занятий .....  | 10 |
| 5.4. Детализация самостоятельной работы .....  | 11 |
| 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....   | 12 |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....  | 15 |
| 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....   | 15 |
| 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....   | 15 |
| 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы ..... | 17 |
| 7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций .....  | 23 |
| 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....  | 24 |
| 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....  | 26 |
| 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....   | 27 |

## 1. Общие положения

Дисциплина «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 05.03.06 – Экология природопользования (профиль – Природопользование и охрана окружающей среды).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;

- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 04.03.2014 г. № 121н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»»;

- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 07.09.2020 г. № 569н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)»»;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 894 от 07.08.2020;

- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 05.03.06 – Экология и природопользование (профиль - Природопользование и охрана окружающей среды) подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренные Ученым советом УГЛТУ (протокол № 8 от 27.08.2020).

Обучение по образовательной программе 05.03.06 – Экология и природопользование (профиль - Природопользование и охрана окружающей среды) осуществляется на русском языке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель освоения дисциплины** – формирование у обучающихся теоретических основ об основных методах и мероприятиях по повышению эффективности природоохранной деятельности предприятий / организаций по предупреждению негативных последствий загрязнения окружающей среды.

### **Задачи дисциплины:**

– дать сведения об общих проблемах защиты окружающей среды, основных источниках выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;

– познакомить с основными нормативными и правовыми актами в области охраны окружающей среды;

- дать базовые знания о физико-химических процессах, лежащих в основе очистки отходящих газов, сточных вод и утилизации твердых отходов, в том числе научить оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, последствия сверхнормативного образования отходов;
- ознакомить с классификацией основного оборудования, используемого для очистки, обезвреживания и утилизации промышленных отходов;
- научить обоснованному выбору природоохранных мероприятий;
- привить практические навыки расчета параметров физико-химических процессов очистки промышленных выбросов в атмосфере и стоков в гидросфере.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:**

- **ПК-2** способен участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности организации;
- **ПК-3** способен устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и готовить предложения по предупреждению их негативных последствий;
- **ПК-4** способен участвовать в разработке и проведении мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды;
- нормативные уровни допустимого негативного воздействия на окружающую среду;
- порядок нормирования и согласования уровней допустимого негативного воздействия на окружающую среду;
- источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- источники образования отходов;
- основы физико-химических методов и средств ликвидации последствий нарушения состояния окружающей среды;
- методы, аппараты природоохранные мероприятия, используемые в промышленности для защиты окружающей среды;
- критерии выбора и обоснования метода, аппарата и технологии.

**уметь:**

- определять нормативные уровни допустимого негативного воздействия на окружающую среду и находить данные о ПДК загрязняющих веществ;
- применять полученные знания при выборе методов и средств защиты окружающей среды;
- устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сверхнормативного образования отходов;
- выявлять источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, источники сверхнормативного образования отходов;
- оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- разрабатывать природоохранные предложения по предупреждению выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;

**владеть:**

- навыками выявления и анализа причин и источников выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, в том числе аварийных;
- навыками подготовки природоохранных предложений по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- теоретическими основами выбора методов, аппаратов, установок и технологических схем для обезвреживания техногенных образований.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательным дисциплинам и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

#### *Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

| Обеспечивающие            | Сопутствующие  | Обеспечиваемые   |
|---------------------------|--|--|
| Охрана окружающей среды   | Нормативно-правовые акты в сфере экологии, природопользования и охраны природы | Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена   |
| Основы природопользования | Экологическое проектирование и экспертиза                                      | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты |
| Экологический мониторинг  | Технологии очистки сточных вод   |  |
| Экология землепользования | Оценка воздействия на окружающую среду и здоровье человека                     |  |
|                           | Технологии ресурсного природопользования                                       |  |
|                           | Инженерная экология  |  |

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

#### Общая трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                          | Всего академических часов |                |
|---|---------------------------|----------------|
|   | очная форма               | заочная форма  |
| <b>Контактная работа с преподавателем*:</b> | <b>60,35</b>              | <b>16,5</b>    |
| лекции (Л)                                  | 24                        | 8              |
| практические занятия (ПЗ)                   | 36                        | 8              |
| лабораторные работы (ЛР)                    | -                         | -              |
| иные виды контактной работы                 | 0,35                      | 0,5            |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  | <b>83,65</b>              | <b>127,5</b>   |
| изучение теоретического курса               | 18                        | 32             |
| подготовка к текущему контролю              | 30                        | 50             |
| подготовка к контрольной работе             | -                         | 9,85           |
| подготовка к промежуточной аттестации       | 35,65                     | 35,65          |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b>        | <b>экзамен</b>            | <b>экзамен</b> |
| <b>Общая трудоемкость</b>                   | <b>4/144</b>              |                |

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛТУ от 25 февраля 2020 года.

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

### 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

#### очная форма обучения

| № п/п                     | Наименование раздела дисциплины  | Л          | ПЗ        | ЛР       | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|---------------------------|--|------------|-----------|----------|-------------------------|------------------------|
| 1                         | Введение в курс "Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды" | 4          | -         | -        | 4                       | 4                      |
| 2                         | Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха        | 10         | 18        | -        | 28                      | 22                     |
| 3                         | Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов             | 10         | 18        | -        | 28                      | 22                     |
| <b>Итого по разделам:</b> |  | <b>24</b>  | <b>36</b> | <b>-</b> | <b>60</b>               | <b>48</b>              |
| Промежуточная аттестация  |  |            |           |          | 0,35                    | 35,65                  |
| <b>Всего</b>              |  | <b>144</b> |           |          |                         |                        |

#### заочная форма обучения

| № п/п                           | Наименование раздела дисциплины  | Л          | ПЗ       | ЛР       | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|---------------------------------|--|------------|----------|----------|-------------------------|------------------------|
| 1                               | Введение в курс "Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды" | 2          | -        | -        | 2                       | 4                      |
| 2                               | Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха        | 3          | 4        | -        | 7                       | 38                     |
| 3                               | Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов             | 3          | 4        | -        | 7                       | 40                     |
| <b>Итого по разделам:</b>       |  | <b>8</b>   | <b>8</b> | <b>-</b> | <b>16</b>               | <b>82</b>              |
| Промежуточная аттестация        |  |            |          |          | 0,35                    | 35,65                  |
| Подготовка к контрольной работе |  |            |          |          | 0,15                    | 9,85                   |
| <b>Всего</b>                    |  | <b>144</b> |          |          |                         |                        |

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Введение в курс «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды»

1.1. *Цели и задачи дисциплины.* Место дисциплины в системе экологических наук. Связь со смежными дисциплинами. Цели и задачи защиты окружающей природной среды.

1.2. *Общие проблемы защиты окружающей среды.* Естественные и искусственные источники загрязнения. Санитарно-гигиенические, экологические и экономические последствия антропогенной деятельности.

1.3. *Показатели качества окружающей среды.* Санитарные правила и гигиенические нормативы. Понятие ПДК, ПДВ, НДС, ИЗА, НП, СИ.

### 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха

2.1. *Основные физико-химические свойства улавливаемых частиц.* Агрегатные состояния вещества. Понятие и классификация дисперсных систем (по агрегатному состоянию, способу формирования, размеру дисперсной фазы). Основные свойства пылей: плотность (истинная и насыпная), удельная поверхность, сыпучесть, дисперсность, адгезионные и абразивные свойства, гигроскопичность и растворимость, электрическая заряженность частиц, способность аэрозолей к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом. Основные методы определения дисперсного состава пылей (ситовый анализ, седиментометрический, микроскопический и метод воздушной сепарации).

2.2. *Теоретические основы очистки воздуха от твердых аэрозольных частиц.* Закон сопротивления. Основные закономерности движения и осаждения пыли. Классификация методов и аппаратов для обезвреживания пылегазовых выбросов. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования.

Гравитационное осаждение частиц аэрозоля (свободное и стесненное осаждение). Инерционное и центробежное осаждение пылевых частиц.

Фильтрование аэрозольных частиц. Понятие стационарной и нестационарной фильтрации. Основные механизмы выделения твердых аэрозольных частиц из пылевоздушной смеси (эффект касания, инерционный, диффузионный и электростатический механизмы, ситовый эффект).

Осаждение аэрозольных частиц в электрическом поле. Физические основы электрической очистки (зарядка частиц, движение заряженной частицы к электродам противоположного знака, осаждение на электродах). Явление обратной короны, явление запирающей короны.

Мокрая пылеочистка. Основные закономерности выделения пылевых частиц из газового потока (осаждение пылевых частиц на капле жидкости, осаждение пылевых частиц на пленке жидкости, осаждение пылевых частиц в слое барботажа).

2.3. *Теоретические основы очистки воздуха от газообразных примесей.* Абсорбционная очистка газов. Требования, предъявляемые к абсорбентам. Физическая и химическая абсорбция. Область применения метода в промышленности. Статика и кинетика процесса.

Адсорбционная очистка газов. Типы и назначение адсорбентов. Способы регенерации и реактивации сорбентов. Кинетика процесса. Особенности молекулярной, объемной и поверхностной диффузии. Динамика процесса адсорбции (изменение фронта сорбции, понятие время защитного действия слоя адсорбента, высота работающего слоя). Построение выходной кривой адсорбции (понятие динамическая адсорбционная способность, равновесная адсорбционная способность).

Методы каталитической и термической очистки отходящих газов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Требования предъявляемые к катализаторам. Понятие промоторы и каталитических ядов. Кинетика гетерогенного катализа. Принцип работы реакторов. Область применения метода.



### **3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов**

3.1 *Классификация сточных вод.* Классификация сточных вод по принципу допустимости их использования в оборотном водоснабжении. Классификация сточных вод в зависимости от места их образования в технологическом процессе. Классификация примесей воды с учетом фазово-дисперсной характеристики загрязнений и их химического состава (по Кульскому). Лиофильные и лиофобные коллоиды, характеристика их устойчивости. Мицеллярные и молекулярные коллоиды, их свойства.

3.2 *Гидромеханические способы очистки сточных вод.* Теория процессов отстаивания в поле гравитационных сил. Гидравлическая крупность частиц. Кинетика расслаивания полидисперсных суспензий. Принцип тонкослойного отстаивания, механизм процесса. Теория процессов очистки от всплывающих примесей. Теория процессов отстаивания в поле центробежных сил. Фактор разделения.

Фильтрация, механизм процессов в зернистом слое. Характеристики пористой среды: порозность и удельная поверхность. Расчет фильтроцикла. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам.

3.3. *Физико-химические способы очистки сточных вод.* Теоретические основы флотационного способа очистки стоков. Флотореагенты для очистки сточных вод, их классификация и характеристика. Факторы, влияющие на эффективность процесса.

Понятие об устойчивости дисперсных систем. Электрический и структурно-механический факторы стабилизации лиофобных коллоидов. Теория процессов коагуляции. Строение коагуляционных структур и их свойства. Теория процессов флокуляции. Типы коагулянтов, их характеристика и механизм действия. Типы флокулянтов, их характеристика и механизм действия.

Очистка сточных вод от истинно растворенных компонентов. Адсорбция на твердых сорбентах. Изотермы сорбции. Адсорбция на твердых сорбентах. Формирование и перенос фронта адсорбции. Статическая и динамическая активность сорбента. Адсорбция активированными углями. Регенерация адсорбентов. Теория процесса ионного обмена. Основные области применения ионитов.

Теория процесса экстракции. Изотермы экстракции. Коэффициент распределения. Основные требования к экстрагенту. Мембранные процессы разделения. Классификация мембран по механизму действия и характеру структуры мембраны. Основные требования, предъявляемые к мембранам при их выборе. Теоретические основы метода обратного осмоса. Достоинства и недостатки мембранных методов. Факторы, влияющие на мембранные процессы.

Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод. Область применения. Количественные характеристики оценки эффективности электрохимических методов. Процессы, протекающие на катоде и аноде при пропускании электрического тока. Анодное окисление и катодное восстановление примесей. Теория процесса электрокоагуляции, гальванокоагуляции. Теория процесса электрофлотации. Теория процесса электродиализа.

3.4 *Химические методы очистки сточных вод.* Нейтрализация, окисление, восстановление.

3.5 *Биохимическая очистка сточных вод.* Теоретические основы метода биохимической очистки сточных вод. Биоценоз активного ила и биопленки. Влияние различных факторов на процесс биологической очистки. Доза и возраст активного ила. Иловый индекс. Регенерация активного ила. Биологическая очистка в аэротенках: окислительная мощность, основные этапы очистки. Применение кислорода для биологической очистки. Биологическая очистка в биофильтрах: окислительная мощность, основные этапы очистки. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на аэротенки и биофильтры. Биологическая очистка в биопрудах. Анаэробная очистка сточных вод. Теоретические основы.

3.6 *Термические методы очистки и обезвреживания сточных вод.* Теоретические основы метода парофазного окисления («огневой метод»). Теоретические основы метода жидкофазного окисления и метода термокаталитического окисления в парогазовой фазе.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

| №             | Наименование раздела дисциплины (модуля)                                  | Форма проведения занятия  | Трудоёмкость, час |          |
|---------------|---|---|-------------------|----------|
|               |   |   | очное             | заочное  |
| 1             | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха | Практическая работа:<br>« <i>Определение медианного диаметра исследуемой пыли и расчет подфракционной эффективности очистки</i> »   | 4                 | 4        |
| 2             | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха | Практическая работа:<br>« <i>Расчет общей и фракционной эффективности очистки</i> »   | 4                 | -        |
| 3             | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха | Практическая работа:<br>« <i>Расчет материального баланса пылеулавливающей установки</i> »  | 4                 | -        |
|               | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха | Игровое проектирование:<br>« <i>Теоретическое обоснование метода (способа) обезвреживания пылегазовых выбросов промышленных предприятий различных отраслей промышленности (металлургической, химической, нефтеперерабатывающей и др.)</i> » | 6                 | -        |
| 5             | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов      | Практическая работа:<br>« <i>Химические методы очистки сточных вод</i> »  | 4                 | 4        |
| 6             | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов      | Практическая работа:<br>« <i>Расчет материального баланса отстойника и др. сооружений</i> »   | 4                 | -        |
|               | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов      | Дискуссия:<br>« <i>Биохимическая очистка сточных вод. Теоретические основы обработки осадков сточных вод</i> »  | 4                 | -        |
| 7             | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов      | Игровое проектирование:<br>« <i>Теоретическое обоснование метода (способа) обезвреживания промышленных сточных вод (промышленно-ливневых, гальванических, хозяйственно-бытовых и др.)</i> »   | 6                 | -        |
| <b>Итого:</b> |   |   | <b>36</b>         | <b>8</b> |

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

| №  | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Вид самостоятельной работы   | Трудоемкость, час |         |
|----|---|--|-------------------|---------|
|    |   |  | очная             | заочная |
| 1  | Раздел 1. Введение в курс «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды» (тема: 1.3. Показатели качества окружающей среды)                        | Подготовка к тестовому контролю  | 4                 | 4       |
| 2  | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха (тема: 2.1. Основные физико-химические свойства улавливаемых частиц)            | Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета | 4                 | 10      |
| 3  | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха (тема: 2.2. Теоретические основы очистки воздуха от твердых аэрозольных частиц) | Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета | 6                 | 10      |
| 4  | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха (тема: 2.3. Теоретические основы очистки воздуха от газообразных примесей)      | Подготовка к тестовому контролю  | 2                 | 6       |
|    | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосферного воздуха   | Подготовка к игровому проектированию   | 10                | 12      |
| 5  | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов (тема: 3.2. Гидромеханические способы очистки сточных вод)                           | Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета | 4                 | 8       |
| 6  | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов (тема: 3.3. Физико-химические способы очистки сточных вод)                           | Подготовка к тестовому контролю  | 2                 | 4       |
| 7  | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов (тема: 3.4. Химические методы очистки сточных вод)                                   | Подготовка к тестовому контролю  | 2                 | 4       |
| 8  | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов (тема: 3.5. Биохимическая очистка сточных вод)                                       | Подготовка к практическому занятию - дискуссии                                     | 2                 | 8       |
| 9  | Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов (тема: 3.6. Термические методы очистки и обезвреживания сточных вод)                 | Подготовка к тестовому контролю  | 2                 | 4       |
| 10 | Раздел 2. Нормирование и теоретические основы защиты атмосфер-  | Подготовка к игровому проектированию   | 10                | 12      |

| №             | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Вид самостоятельной работы  | Трудоемкость, час |              |
|---------------|--|---|-------------------|--------------|
|               |  |   | очная             | заочная      |
|               | ного воздуха<br>Раздел 3. Нормирование и теоретические основы защиты водных ресурсов |   |                   |              |
|               | Подготовка контрольной работы  | Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой. | -                 | 9,85         |
| 11            | Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)                                      | Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой  | 35,65             | 35,65        |
| <b>Итого:</b> |  |   | <b>83,65</b>      | <b>127,5</b> |

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

### Основная и дополнительная литература

| № п/п                                    | Автор, наименование  | Год издания | Примечание  |
|--|--|-------------|---|
| <b>Основная учебная литература</b>       |  |             |   |
| 1  | Волков, В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды: учебное пособие / В.А. Волков. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1830-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168791">https://e.lanbook.com/book/168791</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.   | 2021        | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 2  | Кольцов, В.Б. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебник для вузов: [16+] / В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева; ред. В.Б. Кольцов. – Москва: Прометей, 2018. – 734 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483194">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483194</a> – Библиогр.: с. 661-663. – ISBN 978-5-906879-79-0. – Текст: электронный. | 2018        | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 3  | Кулагина, Т.А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие / Т.А. Кулагина, Л.В. Кулагина. – Красноярск: СФУ, 2017. – 364 с. – ISBN 978-5-7638-3678-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117786">https://e.lanbook.com/book/117786</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.   | 2017        | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| <b>Дополнительная учебная литература</b> |  |             |   |

|    |  |      |   |
|----|--|------|---|
| 4  | Ветошкин, А.Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 332 с. – ISBN 978-5-8114-2822-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107280">https://e.lanbook.com/book/107280</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.  | 2018 | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 5  | Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 456 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444182">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444182</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0124-1. – Текст: электронный.   | 2016 | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 6  | Ветошкин, А.Г. Технические средства инженерной экологии: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 424 с. – ISBN 978-5-8114-2825-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107281">https://e.lanbook.com/book/107281</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.  | 2018 | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 7  | <u>Никифоров, А.Ф.</u> Межфазные переходы в адсорбционных процессах [Текст]: учеб. пособие для студентов специальностей 270112 - Водоснабжение и водоотведение, 280201 - Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов, 280202 - Инженер. защита окружающей среды / А. Ф. Никифоров, Л. В. Василенко, Т. В. Лобухина ; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Урал. Федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. - 186 с.  | 2010 | 60  |
| 8  | Сосновский, В.И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов / В.И. Сосновский, Н.Б. Сосновская, С.В. Степанова; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Казанский государственный технологический университет. – Казань: КГТУ, 2009. – 114 с.: ил – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259096">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259096</a> (дата обращения: 26.10.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7245-0514-2. – Текст: электронный. | 2009 | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 9  | Сотникова, Е.В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания: учебное пособие / Е.В. Сотникова, В.П. Дмитренко, В.С. Сотников. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 576 с. – ISBN 978-5-8114-1624-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/53691">https://e.lanbook.com/book/53691</a> (дата обращения: 26.10.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.   | 2014 | Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю* |
| 10 | Теоретические основы физико-химических процессов очистки воды [Текст]: учебное пособие для студентов специальностей 270112 "Водоснабжение и водоотведение", 280302 "Комплекс. использование и охрана водных ресурсов", 280201 "Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов", 280202 "Ин-  | 2008 | 35  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | женер. защита окружающей среды" / А. Ф. Никифоров [и др.]; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ, Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург: УГЛТУ: УГТУ-УПИ, 2008. - 152 с. |  |  |
|--|--|--|--|

\*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

### **Электронные библиотечные системы**

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

### **Справочные и информационные системы**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

### **Профессиональные базы данных**

1. Научная электронная библиотека e-library. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
2. Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
3. Федеральный портал «Российское образование». Режим доступа: <http://www.edu.ru>
4. Экологический портал. Режим доступа: <https://ecoportal.info>
5. Научно-практический портал Экология производства. Режим доступа: [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru)
6. [www.waterinfo.ru](http://www.waterinfo.ru) (Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральное агентство водных ресурсов, ФГУП «Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра).

### **Нормативно-правовые акты**

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 30.12.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=51460506304105653232087527&cacheid=618FE8A01F3CE2A2127C47EF7B50C3B2&mode=splus&base=RZR&n=357154&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1ylrpozekjs>
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ (ред. от 08.12.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=82378222807697057290023339&cacheid=2AA1E5C242A63283400C0CB75CA1BFAA&mode=splus&base=RZR&n=370329&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1d3yq78x4ot>
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 14.06.2020. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=211626294608152263367298476&cacheid=4C3CCAF5034C6A2E2E4FEA685E43BD91&mode=splus&base=RZR&n=340343&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#77nt098coio>
4. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.95 г. № 167-ФЗ (ред. от 27.12.09 г.) – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10108700/>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Формируемые компетенции  | Вид и форма контроля  |
|--|---|
| <b>ПК-2</b> способен участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности организации   | <b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену<br><b>Текущий контроль:</b> выполнение практической работы, участие в дискуссии, выполнение задания по игровому проектированию, тестирование, контрольная работа для заочной формы обучения |
| <b>ПК-3</b> способен устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и готовить предложения по предупреждению их негативных последствий | <b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену<br><b>Текущий контроль:</b> выполнение практической работы, участие в дискуссии, выполнение задания по игровому проектированию, тестирование, контрольная работа для заочной формы обучения |
| <b>ПК-4</b> способен участвовать в разработке и проведении мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации   | <b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену<br><b>Текущий контроль:</b> выполнение практической работы, участие в дискуссии, выполнение задания по игровому проектированию, тестирование, контрольная работа для заочной формы обучения |

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы экзамена (промежуточный контроль формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-4)

«5» (*отлично*): дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (*хорошо*): дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (*удовлетворительно*): дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (*неудовлетворительно*): бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показы-



вает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

#### **Критерии оценивания выполнения практических работ (текущий контроль формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-4)**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся быстро ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в оформлении отчета и его содержательной части нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся с трудом ориентируется в отчете и отвечает только на половину задаваемых ему вопросов.

«2» (*неудовлетворительно*): оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ориентируется в отчетных материалах и не может пояснить рассчитанные данные.

#### **Критерии оценивания участия в дискуссии (текущий контроль формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-4)**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; доклад представлен в виде презентации; содержательная часть работы образцовая; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите доклада. Принимал активное участие в коллективном анализе и обсуждении.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада не имеет грубых ошибок; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите доклада правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в коллективном анализе и обсуждении.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в содержательной части доклада есть недостатки; в докладе присутствуют собственные выводы. Обучающийся при защите работы ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

«2» (*неудовлетворительно*): содержание доклада неинформативно; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и рекомендации. Обучающийся некомпетентен и не ответил на вопросы при защите работы.

#### **Критерии оценивания задания по игровому проектированию (текущий контроль формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-4):**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и предложенные методы обезвреживания образцовые; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и предложенных воздухоохранных мероприятиях нет грубых ошибок; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в предложенном методе обезвреживания есть недостатки; в докладе присутствуют собственные выво-



ды. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

«2» (*неудовлетворительно*): предложенные методы обезвреживания являются не эффективными; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и рекомендации. Обучающийся не ответил на вопросы при защите проекта. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

#### **Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-4)**

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «*отлично*»;

71-85% заданий – оценка «*хорошо*»;

51-70% заданий – оценка «*удовлетворительно*»;

менее 51% - оценка «*неудовлетворительно*».

#### **Критерии оценивания контрольных работ для заочной формы обучения (текущий контроль формирования компетенции ПК-2, ПК-3 и ПК-4):**

«5» (*отлично*): – работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите контрольной работы.

«4» (*хорошо*): – работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся при защите работы правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): – работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения.

«2» (*неудовлетворительно*): – оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ответил на вопросы при защите работы.

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Контрольные вопросы к экзамену (промежуточный контроль)**

1. Основы нормирования окружающей среды: санитарные правила и гигиенические нормативы. Понятие ПДК, ПДВ, НДС, ИЗА, НП, СИ.
2. Актуальные проблемы защиты окружающей среды. Агрегатные состояния улавливаемых веществ.
3. Аэродисперсные системы. Основные понятия и классификации.
4. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (плотность, удельная поверхность, адгезионные и абразивные свойства частиц).
5. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (естественная и искусственная коагуляция пылей, сыпучесть и гигроскопичность пылевых частиц).
6. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (смачиваемость, электрические свойства пылей).
7. Способность аэрозолей к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.

8. Дисперсность пылевых частиц и методы определения фракционного состава пыли. Представление результатов анализа ситовым и седиментометрическим методами).
9. Дисперсность пылевых частиц и методы определения фракционного состава пыли. Представление результатов анализа микроскопическим методом и методом воздушной сепарации.
10. Дифференциальная оценка результатов дисперсного анализа.
11. Интегральная оценка результатов дисперсного анализа.
12. Основные закономерности движения и осаждения пылевых частиц. Закон сопротивления.
13. Очистка аэрозолей под действием гравитационных сил, расчет скорости осаждения частиц. Область применения гравитационных пылеуловителей.
14. Особенности очистки аэрозолей под действием инерционных и центробежных сил. Теоретические основы процесса.
15. Физические основы улавливания пыли в электрофильтрах. Конструктивная схема аппарата.
16. Очистка аэрозолей под действием кулоновских сил, расчет скорости дрейфа.
17. Основные стадии улавливания пыли в электрофильтрах. Явление обратной короны. Явление запирающей короны.
18. Физические основы фильтрации газа. Стационарная и нестационарная фильтрация газов.
19. Физические основы мокрой очистки газов. Способы контакта пылегазового потока с жидкостью.
20. Оценка эффективности работы пылеуловителей.
21. Классификация методов и аппаратов обезвреживания выбросов от газо- и парообразных примесей.
22. Основы абсорбционной очистки выбросов. Классификация метода.
23. Статика процесса абсорбции.
24. Кинетика процесса абсорбции.
25. Адсорбция газовых выбросов (особенности физической и химической адсорбции).
26. Типы адсорбентов. Область применения, преимущества и недостатки.
27. Десорбция и реактивация поглощенных примесей
28. Термодинамика процесса адсорбции. Виды диффузий. Законы Фика.
29. Динамика процесса адсорбции. Выходная кривая адсорбции.
30. Конструкции адсорберов непрерывного и периодического действия.
31. Каталитическая очистка газовых выбросов. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа.
32. Каталитическая очистка газовых выбросов. Требования, предъявляемые к катализаторам.
33. Кинетика гетерогенного катализа.
34. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию. Типы дисперсных систем по кинетическим свойствам дисперсной фазы.
35. Классификация сточных вод по принципу допустимости их использования в системах оборотного водоснабжения; в зависимости от места их образования в технологическом процессе.
36. Классификация сточных вод по агрегатно-дисперсному состоянию примесей (по Кульскому); методы очистки сточных вод, соответствующие различным группам классификации Кульского и дополнения к этой классификации.
37. Лиофильные и лиофобные коллоиды, характеристика их устойчивости. Мицеллярные и молекулярные коллоиды, их свойства.
38. Понятие «Санитарное состояние водоема». Основные положения документов, регламентирующих охрану водных объектов. Понятия ПДК, ЛПВ, ПДС.

39. Теория процессов отстаивания. Гидравлическая крупность частиц. Скорость осаждения шарообразной (нешарообразной) частицы под действием силы тяжести. Расчет скорости стесненного осаждения.
40. Теория процессов отстаивания. Кинетика расслаивания полидисперсных суспензий. Отстаивание в лабораторных условиях и в промышленных аппаратах.
41. Принцип тонкослойного отстаивания, механизм процесса.
42. Теория процессов очистки от всплывающих примесей. Расчет скорости подъема частиц легкой жидкости.
43. Теория процессов отстаивания в поле центробежных сил. Фактор разделения. Индекс производительности. Расчет скорости движения частицы в жидкости под действием центробежной силы.
44. Фильтрование, механизм процессов в зернистом слое. Характеристики пористой среды: порозность и удельная поверхность.
45. Механизм процессов фильтрования в зернистом слое. Расчет фильтроцикла. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам.
46. Флотационный способ очистки стоков от взвешенных веществ, теория процессов.
47. Флотореагенты для очистки сточных вод, их классификация и характеристика. Факторы, влияющие на эффективность процесса.
48. Понятие об устойчивости дисперсных систем. Электрический и структурно-механический факторы стабилизации лиофобных коллоидов.
49. Теория процессов коагуляции. Строение коагуляционных структур и их свойства.
50. Свойства коагуляционных структур.
51. Теория процессов флокуляции.
52. Типы коагулянтов, их характеристика и механизм действия.
53. Типы флокулянтов, их характеристика и механизм действия.
54. Очистка сточных вод от истинно растворенных компонентов. Адсорбция на твердых сорбентах. Изотермы сорбции. Приближенное вычисление изотермы адсорбции вещества.
55. Адсорбция на твердых сорбентах. Формирование и перенос фронта адсорбции. Уравнение Шилова. Статическая и динамическая активность сорбента.
56. Адсорбция активированными углями. Регенерация адсорбентов.
57. Очистка сточных вод от истинно растворенных компонентов. Теория процесса ионного обмена. Основные области применения ионитов.
58. Теория процесса экстракции. Изотермы экстракции. Коэффициент распределения. Основные требования к экстрагенту.
59. Мембранные процессы разделения. Классификация мембран по механизму действия и характеру структуры мембраны. Основные требования, предъявляемые к мембранам при их выборе.
60. Теоретические основы метода обратного осмоса (гиперфильтрация) и ультрафильтрации. Простейшая установка обратного осмоса. Достоинства и недостатки методов.
61. Расчет количественных характеристик мембранного разделения. Факторы, влияющие на мембранные процессы.
62. Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод. Область применения. Количественные характеристики оценки эффективности электрохимических методов. Процессы, протекающие на катоде и аноде при пропускании электрического тока.
63. Теория процесса электрокоагуляции, гальванокоагуляции.
64. Теория процесса электрофлотации.
65. Теория процесса электродиализа.
66. Теоретические основы метода парофазного окисления («огневой метод»).

67. Теоретические основы метода жидкофазного окисления и метода термokatалитического окисления в парогazовой фазе.
68. Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация, окисление, восстановление.
69. Теоретические основы метода биохимической очистки сточных вод.
70. Биоценоз активного ила и биопленки. Влияние различных факторов на процесс биологической очистки.
71. Доза и возраст активного ила. Иловый индекс. Регенерация активного ила.
72. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на аэротенки и биофильтры.
73. Анаэробная очистка сточных вод. Теоретические основы.

### **Перечень вопросов, выносимых на занятие - дискуссию (текущий контроль)**

1. Способы интенсификации работы аэротенков.
2. Способы интенсификации работы биофильтров.
2. Методы дефосфотации хозяйственно-бытовых сточных вод.
3. Методы обеззараживания сточных вод.
4. Способы переработки органических осадков сточных вод:
  - уплотнение (гравитационное, центробежное, вибрационное, флотационное);
  - стабилизация (аэробная, сбраживание);
  - обезвоживание (сушка на иловых площадках, вакуум-фильтрация, фильтр-прессование, виброфильтрование, центрифугирование; термическая сушка);
  - кондиционирование (обработка неорганическими реагентами, тепловая обработка, обработка полиэлектролитами, замораживание, электрокоагуляция);
  - утилизация;
  - ликвидация.

### **Пример задания по игровому проектированию (текущий контроль)**

В результате практической деятельности шинного завода в воздушный бассейн выбрасывается запыленный воздух.

Состав выброса: объем запыленного воздуха – 630 000 м<sup>3</sup>/год; концентрация резиновой крошки – 890 мг/м<sup>3</sup>; температура газа 132 °С (при движении по газоходу температура газа уменьшается на 22 °С); фракционный состав резиновой пыли:

|                            |     |       |       |       |       |     |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| Размер частиц фракции, мкм | <15 | 15-20 | 20-30 | 30-40 | 40-70 | >70 |
| Масса фракции, г           | 6   | 13    | 17    | 25    | 22    | 14  |

На основании представленных данных необходимо:

- 1) Провести дифференциальную оценку фракционного состава пыли определить ее физические свойства.
- 2) Определить медианный диаметр пылевых частиц и обосновать выбор метода (пылеуловителя) обезвреживания пылевоздушной смеси.
- 3) Рассчитать подфракционную эффективность очистки выбранного пылеуловителя.
- 4) Рассчитать материальный баланс пылеочистой установки.

### **Задания в тестовой форме (текущий контроль)**

#### **Фрагмент к разделу «Основные физико-химические свойства улавливаемых частиц»**

1. Назовите основные виды агрегатного состояния вещества. Какие внешние параметры среды влияют на вид агрегатного состояния вещества? Для какого агрегатного состоя-

- ния вещества возможны полиморфные формы (модификации)?
2. Какие системы называются золями? В чем особенность данных систем?
  3. Что понимается под смачиваемостью пыли? Как делятся вещества (пыли) по способности к смачиванию? Как повысить смачиваемость пыли?
  4. Назовите основные методы, используемые при определении фракционного состава пыли. Какие методы позволяют определять фракционный состав мелкодисперсной пыли?

*Процесс переход вещества из жидкого агрегатного состояния в газообразное:*

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> конденсация     | <input type="checkbox"/> плавление  |
| <input type="checkbox"/> испарение       | <input type="checkbox"/> сублимация |
| <input type="checkbox"/> парообразование | <input type="checkbox"/> сжижение   |
| <input type="checkbox"/> десублимация    |                                     |
| <input type="checkbox"/> возгонка        |                                     |

*Система Ж-Г (дисперсная фаза - дисперсионная среда):*

- газовая эмульсия
- коллоидный раствор
- пена
- туман
- дым
- эмульсия

*Адгезионные свойства частиц определяют их склонность к:*

- слипанию
- сыпучести
- смачиваемости
- истиранию стенок аппарата

*Гигроскопичность это:*

- способность пылевых частиц поглощать из окружающей среды влагу
- влага адсорбированная в пыли
- отношение количества влаги адсорбированной в пыли к абсолютно сухой пыли
- отношение количества влаги адсорбированной в пыли к влажной пыли

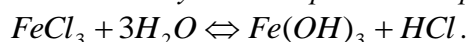
*Пыль состоящая из частиц размером 50 мкм относится к:*

- не слипающимся
- слабо слипающимся
- средне слипающимся
- сильно слипающимся

### **Задания в тестовой форме (текущий контроль)**

#### **Фрагмент к разделу «Гидромеханические способы очистки сточных вод»**

*Золь гидроксида трехвалентного железа получают гидролизом хлорида железа (III):*



*Изобразите строение и напишите формулу мицеллы полученного золя. Частицы золя перемещаются под действием электрического поля к отрицательно заряженному электроду.*

*Критерий качества водного объекта:*

- нормативно-допустимый сброс (НДС) загрязняющего вещества
- фоновая концентрация загрязняющего вещества
- предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества

Количество лимитирующих показателей вредности загрязняющих веществ, устанавливаемых для водных объектов рыбохозяйственного водопользования:

- пять
- три
- два

Сточные воды, приемлемые для общей системы оборотного водоснабжения:

- содержат растворенные неорганические вещества
- содержат растворенные органические вещества
- не содержат растворенные нелетучие неорганические вещества и трудноокисляемые органические вещества

Значение энергии Гиббса для лиофобных коллоидов:

- больше нуля
- меньше нуля
- равно нулю

Для лиофильных систем характерно:

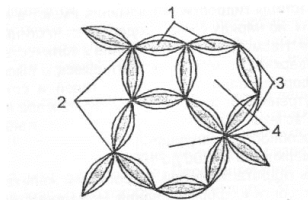
- взаимодействие дисперсной фазы с дисперсионной средой
- внутрифазное взаимодействие
- термодинамическая неустойчивость

Уменьшение концентрации электролитов в воде приводит:

- к увеличению диффузного слоя частиц
- к уменьшению электрокинетического потенциала частиц
- к уменьшению диффузного слоя частиц

Расположите катионы  $Rb^+$ ,  $Cs^+$ ,  $Li^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  в порядке повышения их коагулирующей способности по отношению к отрицательно заряженным частицам зелей.

Укажите основные элементы на схеме образования вторичной коагуляционной структуры:



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –

Тиксотропная обратимость коагуляционных структур – это:

- старение структур
- способность восстанавливаться после механического разрушения
- снижение их устойчивости

Природные флокулянты и флокулянты получаемые из растительного сырья:

- декстрин
- желатин
- полиакриламид
- поливинилпиридин

### Пример контрольной работы для студентов заочной формы обучения (текущий контроль)

### Вариант 1

Технологическая линия обезвреживания хозяйственно-бытовых сточных вод включает решетку, песколовку, первичный отстойник, аэротенк-вытеснитель, вторичный отстойник, стадию хлорирования, узел обработки осадка.

Характеристика сточных вод:

|   |                      |
|---|----------------------|
| ▪ расход сточных вод                          | 50 м <sup>3</sup> /ч |
| ▪ состав сточных вод, поступающих на очистку: |                      |
| – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | 21,9 мг/л            |
| – фосфат-ионы                                 | 3,6 мг/л             |
| – БПК   | 150 мг/л             |
| – взвешенные вещества                         | 190 мг/л             |
| ▪ состав сбрасываемых сточных вод:            |                      |
| – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | 1,3 мг/л             |
| – фосфат-ионы                                 | 2,6 мг/л             |
| – БПК   | 4,5 мг/л             |
| – взвешенные вещества                         | 19,5 мг/л            |
| ▪ нормативно-допустимая концентрация:         |                      |
| – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | 2                    |
| – фосфат-ионы                                 | 1,5                  |
| – БПК   | 5                    |
| – взвешенные вещества                         | 12                   |

Задание:

- предложить и обосновать технологические решения по достижению качества очистки сточных вод до уровня  $C_{ндс}$  с указанием степени очистки по стадиям;
- нарисовать блок-схему технологического процесса очистки сточных вод с указанием материальных потоков;
- рассчитать эффективность очистки предложенной технологической схемы;
- на основании предложенных степеней очистки рассчитать концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемых сточных водах;
- рассчитать количество образующегося в результате реакции нитрификации азота.

#### 7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

| Уровень сформированных компетенций | Оценка                     | Пояснения  |
|------------------------------------|----------------------------|--|
| Высокий                            | «5»<br>(отлично)           | <p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует высокий уровень знаний основ экологического законодательства; готов самостоятельно участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности предприятия / организации; способен самостоятельно устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и предлагать природоохранные мероприятия по предупреждению их негативных последствий; самостоятельно выбирать эффективный метод и экобиозащитное оборудование, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду</p> |
| Базовый                            | «4»<br>(хорошо)            | <p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовый уровень знаний основ экологического законодательства; готов участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности предприятия / организации; способен устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и предлагать природоохранные мероприятия по предупреждению их негативных последствий; выбирать эффективный метод и экобиозащитное оборудование, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду</p>                |
| Пороговый                          | «3»<br>(удовлетворительно) | <p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует пороговый уровень знаний основ экологического законодательства; готов под руководством участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности предприятия / организации; способен под руководством устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и предлагать природоохранные мероприятия по предупреждению их негативных последствий; под руководством выбирать эффективный метод и экобиозащитное оборудование, с учетом рациональ-</p>  |



| Уровень сформированных компетенций | Оценка                       | Пояснения  |
|------------------------------------|------------------------------|--|
|                                    |                              | ного использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду  |
| Низкий                             | «2»<br>(неудовлетворительно) | <p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не знает основ экологического законодательства; не готов участвовать в планировании и документальном оформлении природоохранной деятельности предприятия / организации; не способен устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и предлагать природоохранные мероприятия по предупреждению их негативных последствий; не готов выбирать эффективный метод и экобиозащитное оборудование</p> |

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению аргументировано предлагать экологически безопасные технологии, включая обоснованный выбор метода и аппаратного оформления технологического процесса, позволяющие максимально минимизировать негативное антропогенное воздействия различных источников загрязнения атмосферы на воздушный бассейн.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

*Формы самостоятельной работы* бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- Знакомство, изучение и систематизацию нормативных документов в области защиты атмосферы: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации.

- создание презентаций и докладов по условию кейс-задания.

В процессе изучения дисциплины «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды» бакалаврами направления 05.03.06 – Экология природопользования *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;

- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

- подготовка к дискуссионным вопросам и игровому проектированию;

- выполнение тестовых заданий;
- выполнение контрольных работ, для заочной формы обучения;
- подготовка к экзамену.

Выполнение *практических работ* является частью самостоятельной работы бакалавра и предусматривает индивидуальную работу обучающегося с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим темам практических занятий. Целью практической работы – закрепление практических навыков, полученных на практических занятиях, направленных на оценку эффективности работы технологических процессов и отдельных очистных установок, обеспечивающих высокий уровень энерго- и ресурсосбережения. Обучающийся выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи бакалавру; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Практическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и представляется к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

*Занятие - дискуссия* проводится в виде активного обсуждения участниками занятия – обучающимися – заранее сформулированного преподавателем спорного вопроса - эффективность биохимической очистки сточных вод.

Занятие предполагает обмен мнениями между участниками в формате «ученые спорят», что позволяет обнаружить различия в понимании вопроса и при участии преподавателя установить истину, ведущую к цели – организация рационального природопользования в интересах общества, человека и самой природы.

*Занятие по игровому проектированию* проводится с целью закрепления обучающимися теоретического и практического материала по поиску оптимальных природоохранных мероприятий для производств различных отраслей промышленности (металлургических, химических и др.). На практическом занятии обучающиеся учатся обосновывать методы обезвреживания промышленных выбросов (сбросов) и публично отстаивать свои предложения.

Для проведения игрового проектирования все бакалавры, присутствующие на занятии, разбиваются на небольшие подгруппы, которые затем аргументированно обсуждают конкретную производственную ситуацию. Обсуждение проблемы может организовываться двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос (производство, либо конкретную технологическую линию), либо каждая группа получает отдельное задание. Задание – исходные данные для анализа, группы бакалавров получают непосредственно на занятии.

Руководитель из числа преподавателей кафедры оценивает информативность представляемого материала, эколого-экономическую эффективность предлагаемых способов (методов), компетентность студента и его активность при обсуждении спорных вопросов.

В случае выбора обучающимися неверных, либо неэффективных путей решения поставленной экологической проблемы, преподавателем организуется обсуждение проблемной ситуации, с объяснением ошибочности их точки зрения и демонстрацией оптимальных, правильных путей решения.

*Тестовые задания* рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению пред-

лагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы бакалавров в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

Выполнение контрольных работ обучающимися заочной формы является частью самостоятельной работы и предусматривает индивидуальную работу студентов с учебной литературой и первоисточниками по соответствующим темам курса. Обучающийся выполняет контрольную работу по варианту. Для заочной формы обучения номер варианта контрольной работы определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи студенту; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Контрольная работа выполняется обучающимся самостоятельно и должна быть представлена к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии. Выполненная работа должна быть защищена обучающимся. Выполнение и защита контрольных работ является обязательным условием для допуска студента к экзамену по дисциплине. Студенты, не выполнившие контрольную работу, к сдаче экзамена не допускаются. Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита контрольной работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- участие в проводимых контрольных опросах;
- выполнение контрольных работ (для студентов заочной формы обучения).

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.

- Практические занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются знакомство бакалавром с основными физическими, физико-химическими и химическими методами и особенностями работы различного экобиозащитного оборудования. Усвоение, понимание, а также структурирование полученных знаний и развитие практических навыков обоснованного выбора метода обезвреживания промышленных отходов, эколого-экономического обоснования конкретного аппарата.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практические занятия, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-

иллюстративное изложение) и расчетно-практических методов обучения (участие в дискуссионном занятии, выполнение задания по игровому проектированию и т.п.).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

#### **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **Требования к аудиториям**

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|--|--|
| <p>Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.</p> | <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная столами и стульями.</p> <p>Переносные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор);</li> <li>- комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.</li> </ul> <p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;</li> <li>- Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;</li> <li>- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензионный сертификат: № лицензии 1B08-201001-083025-257-1457. PN: KL4863RATFQ. Срок с 01.10.2020 по 09.10.2022г.;</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>- Справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ;</p> <p>- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс Договор сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс № 0003/ЗК от 08.02.2021 года. Срок с 01.02.2021 г по 31.12.2021 г.;</p> <p>- «Антиплагиат. ВУЗ» Договор № /0092/21-ЕП-223-06 от 11.03.2021 года. Срок с 11.03.2021 г по 11.03.2022 г.</p> |
| Помещения для самостоятельной работы  | Помещение для самостоятельной работы - аудитория, оснащенная столами и стульями; переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор), рабочими местами, оснащенными компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.  |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | <p>Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, экраны, ноутбуки).</p> <p>Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники.</p> <p>Места для хранения оборудования</p>   |