

**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.06 – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**



Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное  
использование природных ресурсов»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

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 химико-технологического института (протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

«12» марта 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
очная форма обучения .....	7
заочная форма обучения .....	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа .....	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа .....	9
5.4. Детализация самостоятельной работы .....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	12
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	14
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	14
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 .....	22
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	23
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	25
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	25

## 1. Общие положения

**Дисциплина «Теоретические основы защиты окружающей среды»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Теоретические основы защиты 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 Российской Федерации от 12.12.2016 г. № 727н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2016 г. № 591н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)».
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 923 от 07.08.2020;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №8 от 27.08.2020) и утвержденный ректором УГЛТУ (27.08.2020).

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) 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 системного подхода к анализу работы очистных сооружений и методологии выбора новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- дать сведения об общих проблемах защиты окружающей среды и отрицательных последствиях загрязнения биосферы;
- дать базовые знания о физико-химических процессах, лежащих в основе очистки отходящих газов, сточных вод и утилизации твердых отходов;

- ознакомить с классификацией основного оборудования, используемого для очистки, обезвреживания и утилизации промышленных отходов;
- выработать у обучающихся системный подход при внедрении новых и совершенствовании действующих технологических процессов и режимов обезвреживания промышленных отходов.

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

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- **ПК-1.** Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водоочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации;
- **ПК-2.** Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования;
- **ПК-3.** Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- основные направления рационального использования природных ресурсов;
- методы и средства обеспечения экологической безопасности;
- методики расчета материальных и тепловых балансов;
- критерии выбора и обоснования метода, аппарата и технологии.

**уметь:**

- оценивать направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере защиты окружающей среды;
- определять и анализировать основные загрязнения окружающей среды, превышающие нормативные значения в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов по охране окружающей среды;
- внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы;
- применять расчетные методы при выборе методов и средств защиты окружающей среды.

**владеть:**

- навыками организации сбора информации об образовании, накоплении, размещении и передаче на утилизацию промышленных отходов;
- навыками организации работ по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового и зарубежного опыта по технологическому процессу очистки промышленных отходов;
- навыками экологического анализа проектов расширения и реконструкции действующих производств;
- проведение предварительных расчетов для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам входящим в часть, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных универсальных и 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
1.	Промышленная экология	Науки о Земле и химия окружающей среды	Производственная (преддипломная практика)
	Процессы и аппараты химической технологии	Технология очистки сточных вод	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.	Теплофизика	Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
3.		Технология рекуперации газовых выбросов	
4.		Технология водоподготовки	
5.		Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	

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>50,25</b>	<b>12,25</b>
лекции (Л)	16	4
практические занятия (ПЗ)	34	8
лабораторные работы (ЛР)	-	-
иные виды контактной работы	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>57,75</b>	<b>95,75</b>
изучение теоретического курса	24	42
подготовка к текущему контролю	30	50
курсовая работа (курсовой проект)	-	
подготовка к промежуточной аттестации	3,75	3,75
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3/108</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 УГЛУ 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 «Теоретические основы защиты окружающей среды»	2	-	-	2	2
2	Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	6	16	-	22	24
3	Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	8	18	-	26	28
<b>Итого по разделам:</b>		<b>16</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>50</b>	<b>54</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,25</b>	<b>3,75</b>
<b>Всего</b>		<b>108</b>				

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Теоретические основы защиты окружающей среды»	0,5	-	-	0,5	12
2	Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	1,5	4	-	5,5	34
3	Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	2	4	-	6	46
<b>Итого по разделам:</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>92</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,25</b>	<b>3,75</b>
<b>Всего</b>		<b>108</b>				

### 5.2. Содержание занятий лекционного типа

#### 1. Введение в курс «Теоретические основы защиты 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. Теоретические основы защита атмосферы от выбросов вредных веществ**

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.

Фильтрация 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. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ**

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 термokatалитического окисления в парогазовой фазе.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	Практическая работа: « <i>Определение дисперсного состава промышленных пылей. Построение дифференциального и интегрального распределения пылевых частиц</i> »	4	-

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
2	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	Практическая работа: «Расчет материального баланса пылеулавливающей установки»	6	-
3	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	Игровое проектирование: «Теоретическое обоснование метода (способа) обезвреживания пылегазовых выбросов промышленных предприятий различных отраслей промышленности (металлургической, химической, нефтеперерабатывающей и др.)»	6	4
4	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	Практическая работа: «Расчет материального баланса технологического узла химической и механической очистки»	4	-
5	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	Практическая работа: «Обработка результатов исследования процессов адсорбции»	4	-
6	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	Игровое проектирование: «Теоретическое обоснование метода (способа) обезвреживания промышленных сточных вод (промышленно-ливневых, гальванических, хозяйственно-бытовых и др.)»	6	4
7	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	Дискуссия: «Биохимическая очистка сточных вод»	4	-
<b>Итого:</b>			<b>34</b>	<b>8</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение в курс «Теоретические основы защиты окружающей среды» (тема: 1.3. Показатели качества окружающей среды)	Подготовка к тестовому контролю	2	12
2	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ (тема: 2.1. Основные физико-химические свойства улавливаемых частиц)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	6	8
3	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ (тема: 2.2. Теоретические основы очистки воздуха от твердых аэрозольных частиц)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	6	8

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
4	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ (тема: 2.3. Теоретические основы очистки воздуха от газообразных примесей)	Подготовка к тестовому контролю	2	6
5	Раздел 2. Теоретические основы защиты атмосферы от выбросов вредных веществ	Подготовка к игровому проектированию	10	12
6	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ (тема: 3.2. Гидромеханические способы очистки сточных вод)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	6	8
7	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ (тема: 3.3. Физико-химические способы очистки сточных вод)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	2	6
8	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ (тема: 3.4. Химические методы очистки сточных вод)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	2	6
9	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ (тема: 3.5. Биохимическая очистка сточных вод)	Подготовка к практическому занятию - дискуссии	6	8
10	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ (тема: 3.6. Термические методы очистки и обезвреживания сточных вод)	Подготовка к тестовому контролю	2	6
11	Раздел 3. Теоретические основы защиты гидросферы от сбросов вредных веществ	Подготовка к игровому проектированию	10	12
12	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	3,75	3,75
<b>Итого:</b>			<b>57,75</b>	<b>95,75</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	2010	60

	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.		
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> – 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> – 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 "Инженер. 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.	2008	35

\*- 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. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;
5. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>;

### 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>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> практическая работа, дискуссия, задания по игровому проектированию, тестирование
<b>ПК-1.</b> Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> практическая работа, дискуссия, задания по игровому проектированию, тестирование
<b>ПК-2.</b> Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> практическая работа, дискуссия, задания по игровому проекти-

безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования	рованию, тестирование
<b>ПК-3.</b> Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> практическая работа, дискуссия, задания по игровому проектированию, тестирование

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

### Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы зачета (промежуточный контроль, формирование компетенций УК-1, ПК-1, ПК-2 и ПК-3)

*Зачтено* – 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;

*Зачтено* – 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;

*Зачтено* – 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;

*Не зачтено* – бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает 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 УК-1, ПК-1, ПК-2 и ПК-3)

«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 УК-1, ПК-1, ПК-2 и ПК-3)**

«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 УК-1, ПК-1, ПК-2 и ПК-3):**

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

«2» (*неудовлетворительно*): предложенные методы обезвреживания являются неэффективными; 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, формирование компетенций УК-1, ПК-1, ПК-2 и ПК-3)**

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*».



### **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 зачету (промежуточный контроль)**

1. Актуальные проблемы защиты окружающей среды. Агрегатные состояния улавливаемых веществ.
2. Аэродисперсные системы. Основные понятия и классификации.
3. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (плотность, удельная поверхность, адгезионные и абразивные свойства частиц).
4. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (естественная и искусственная коагуляция пылей, сыпучесть и гигроскопичность пылевых частиц).
5. Свойства аэрозольных частиц и методы их определения (смачиваемость, электрические свойства пылей).
6. Способность аэрозолей к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.
7. Дисперсность пылевых частиц и методы определения фракционного состава пыли. Представление результатов анализа ситовым и седиментометрическим методами).
8. Дисперсность пылевых частиц и методы определения фракционного состава пыли. Представление результатов анализа микроскопическим методом и методом воздушной сепарации.
9. Дифференциальная оценка результатов дисперсного анализа.
10. Интегральная оценка результатов дисперсного анализа.
11. Основные закономерности движения и осаждения пылевых частиц. Закон сопротивления.
12. Очистка аэрозолей под действием гравитационных сил, расчет скорости осаждения частиц. Область применения гравитационных пылеуловителей.
13. Особенности очистки аэрозолей под действием инерционных и центробежных сил. Теоретические основы процесса.
14. Физические основы улавливания пыли в электрофильтрах. Конструктивная схема аппарата.
15. Очистка аэрозолей под действием кулоновских сил, расчет скорости дрейфа.
16. Основные стадии улавливания пыли в электрофильтрах. Явление обратной короны. Явление запирающей короны.
17. Физические основы фильтрации газа. Стационарная и нестационарная фильтрация газов.
18. Физические основы мокрой очистки газов. Способы контакта пылегазового потока с жидкостью.
19. Оценка эффективности работы пылеуловителей.
20. Классификация методов и аппаратов обезвреживания выбросов от газо- и парообразных примесей.
21. Основы абсорбционной очистки выбросов. Классификация метода.
22. Статика процесса абсорбции.
23. Кинетика процесса абсорбции.
24. Адсорбция газовых выбросов (особенности физической и химической адсорбции).
25. Типы адсорбентов. Область применения, преимущества и недостатки.
26. Десорбция и реактивация поглощенных примесей
27. Термодинамика процесса адсорбции. Виды диффузий. Законы Фика.
28. Динамика процесса адсорбции. Выходная кривая адсорбции.
29. Конструкции адсорберов непрерывного и периодического действия.
30. Каталитическая очистка газовых выбросов. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа.
31. Каталитическая очистка газовых выбросов. Требования, предъявляемые к катализаторам.
32. Кинетика гетерогенного катализа.

33. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию. Типы дисперсных систем по кинетическим свойствам дисперсной фазы.
34. Классификация сточных вод по принципу допустимости их использования в системах оборотного водоснабжения; в зависимости от места их образования в технологическом процессе.
35. Классификация сточных вод по агрегатно-дисперсному состоянию примесей (по Кульскому); методы очистки сточных вод, соответствующие различным группам классификации Кульского и дополнения к этой классификации.
36. Лиофильные и лиофобные коллоиды, характеристика их устойчивости. Мицеллярные и молекулярные коллоиды, их свойства.
37. Понятие «Санитарное состояние водоема». Основные положения документов, регламентирующих охрану водных объектов. Понятия ПДК, ЛПВ, ПДС.
38. Теория процессов отстаивания. Гидравлическая крупность частиц. Скорость осаждения шарообразной (нешарообразной) частицы под действием силы тяжести. Расчет скорости стесненного осаждения.
39. Теория процессов отстаивания. Кинетика расслаивания полидисперсных суспензий. Отстаивание в лабораторных условиях и в промышленных аппаратах.
40. Принцип тонкослойного отстаивания, механизм процесса.
41. Теория процессов очистки от всплывающих примесей. Расчет скорости подъема частиц легкой жидкости.
42. Теория процессов отстаивания в поле центробежных сил. Фактор разделения. Индекс производительности. Расчет скорости движения частицы в жидкости под действием центробежной силы.
43. Фильтрование, механизм процессов в зернистом слое. Характеристики пористой среды: порозность и удельная поверхность.
44. Механизм процессов фильтрования в зернистом слое. Расчет фильтроцикла. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам.
45. Флотационный способ очистки стоков от взвешенных веществ, теория процессов.
46. Флотореагенты для очистки сточных вод, их классификация и характеристика. Факторы, влияющие на эффективность процесса.
47. Понятие об устойчивости дисперсных систем. Электрический и структурно-механический факторы стабилизации лиофобных коллоидов.
48. Теория процессов коагуляции. Строение коагуляционных структур и их свойства.
49. Свойства коагуляционных структур.
50. Теория процессов флокуляции.
51. Типы коагулянтов, их характеристика и механизм действия.
52. Типы флокулянтов, их характеристика и механизм действия.
53. Очистка сточных вод от истинно растворенных компонентов. Адсорбция на твердых сорбентах. Изотермы сорбции. Приближенное вычисление изотермы адсорбции вещества.
54. Адсорбция на твердых сорбентах. Формирование и перенос фронта адсорбции. Уравнение Шилова. Статическая и динамическая активность сорбента.
55. Адсорбция активированными углями. Регенерация адсорбентов.
56. Очистка сточных вод от истинно растворенных компонентов. Теория процесса ионного обмена. Основные области применения ионитов.
57. Теория процесса экстракции. Изотермы экстракции. Коэффициент распределения. Основные требования к экстрагенту.
58. Мембранные процессы разделения. Классификация мембран по механизму действия и характеру структуры мембраны. Основные требования, предъявляемые к мембранам при их выборе.
59. Теоретические основы метода обратного осмоса (гиперфильтрация) и ультрафильтрации. Простейшая установка обратного осмоса. Достоинства и недостатки методов.
60. Расчет количественных характеристик мембранного разделения. Факторы, влияющие на мембранные процессы.
61. 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.
62. Теория процесса электрокоагуляции, гальванокоагуляции.

63. Теория процесса электрофлотации.
64. Теория процесса электродиализа.
65. Теоретические основы метода парофазного окисления («огневой метод»).
66. Теоретические основы метода жидкофазного окисления и метода термокаталитического окисления в парогазовой фазе.
67. Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация, окисление, восстановление.
68. Теоретические основы метода биохимической очистки сточных вод.
69. Биоценоз активного ила и биопленки. Влияние различных факторов на процесс биологической очистки.
70. Доза и возраст активного ила. Иловый индекс. Регенерация активного ила.
71. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на аэротенки и биофильтры.
72. 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 состояния 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:*

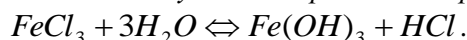
- способность пылевых частиц поглощать из окружающей среды влагу
- влага адсорбированная в пыли
- отношение количества влаги адсорбированной в пыли к абсолютно сухой пыли
- отношение количества влаги адсорбированной в пыли к влажной пыли

*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:

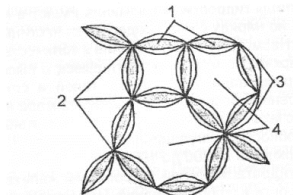
- взаимодействие дисперсной фазы с дисперсионной средой
- внутрифазное взаимодействие
- термодинамическая неустойчивость

Уменьшение концентрации электролитов в воде приводит:

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

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

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

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

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует знание метода обезвреживания промышленных отходов; готовность самостоятельно анализировать работу очистных сооружений и предлагать метод, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду; участвовать в расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования; готов самостоятельно решать поставленные инженерные задачи</p>
Базовый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует знание метода обезвреживания промышленных отходов; готовность анализировать работу очистных сооружений и предлагать метод, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду; участвовать в расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования; готов решать поставленные инженерные задачи</p>
Пороговый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует знание основных методов обезвреживания промышленных отходов; готовность под руководством анализировать работу очистных сооружений, участвовать в расширении, реконструкции и внедрении экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования; готов под руководством решать поставленные инженерные задачи</p>
Низкий	Не зачтено	<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>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		Обучающийся не знает методы обезвреживания промышленных отходов; не готов анализировать работу очистных сооружений, участвовать в расширении, реконструкции и внедрении экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования; не способен решать поставленные инженерные задачи

## 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 аппаратурного 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 «Теоретические основы защиты окружающей среды» бакалаврами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» *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;
- подготовка к зачету.

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 предлагаемых 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 зачету.



## **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 случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (MOODLE).

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
Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы и стулья; рабочее место, оснащено компьютером с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду, а также: экран, проектор, маркерная доска, 2 стеллажа для книг, стенд охраны труда и техники безопасности.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования