



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Р.В.Ахметова

«30» мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.03 Проектирование систем защиты окружающей среды

Направление  
подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	Доцент, к.т.н.	Исхакова Р.Я.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ИЭ	18.05.2023	7	_____ Зав.кафедрой, д.т.н., проф. Николаева Л.А.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	8	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Б1.В.ДЭ.01.01.03 Проектирование систем защиты окружающей среды является разработка систем защиты гидросферы, атмосферы и литосферы при очистке жидких, газовых сред, переработке отходов, проектировании основного и вспомогательного оборудования исследуемых технологических процессов, приобретение определенных навыков по расчету основных аппаратов и установок, предназначенных для минимизации антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Задачами дисциплины являются:

1. формирование знаний о фундаментальных основах очистки жидких, газовых сред, утилизации отходов;
2. обучение методам очистки сточных вод, газовых выбросов, применяемых на промышленных предприятиях;
3. формирование профессиональных навыков в области целенаправленного обоснованного выбора технологии очистки сточных вод, газовых выбросов в соответствии с нормативными значениями.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Способен вести деятельность в области обращения с отходами, проводить аудит отходообразующих процессов и производств, осуществлять надзор и контроль, использовать информационные технологии в сфере обращения с отходами	ПК-1.1. Проводит аудит отходообразующих процессов и производств, организует взаимодействие природопользователей по выполнению планов природоохранных мероприятий в области обращения с отходами
ПК-2. Способен участвовать в организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания и переработки отходов производства и потребления	ПК-2.1. Проводит обоснование выбора современных технологий переработки и утилизации отходов производства и потребления на закрепленной территории
ПК-3. Способен проводить производственный экологический контроль, вести учет показателей, характеризующих состояние окружающей среды, данных экологического мониторинга, оценивать экономическую эффективность природоохранных мероприятий, разрабатывать устройства для защиты окружающей среды	ПК-3.4. Выявляет изменения в состоянии окружающей среды в результате хозяйственной деятельности организации на основе данных экологического мониторинга, данных экологического аудита, надзора и контроля, включая применение геоинформационных систем, разрабатывает устройства для защиты окружающей среды, разрабатывает мероприятия по защите в чрезвычайных ситуациях

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

Б1.В.01.05 Нормирование воздействия на окружающую среду; Б1.В.01.02 Управление техносферной безопасностью ; Б1.О.08 Промышленная экология; Б1.О.22 Процессы и аппараты защиты окружающей среды; Б2.В.02(П) Производственная практика (технологическая).

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Б2.В.03(Пд) Производственная практика (преддипломная); Б3.01.01(Д)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	13	468	252	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	209	99	110
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,8	136	76	60
Лекции	1,5	54	30	24
Практические (семинарские) занятия	2,3	82	46	36
Лабораторные работы	-	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	9,2	332	176	156
Проработка учебного материала	5,2	188	140	48
Курсовой проект	2	72	0	72
Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	36	36
Промежуточная аттестация:			Э	Э
			-	КП

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			9	10
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	13	468	252	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	141	66	75
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,5	54	32	22
Лекции	0,5	18	12	6
Практические (семинарские) занятия	1	36	20	16
Лабораторные работы	-	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	11,5	414	256	158
Проработка учебного материала	9	324	247	77

Курсовой проект	2	72	0	72
Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	0,5	18	9	9
Промежуточная аттестация:			Э	Э
			КР	КП

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	108	16	-	22	70	ТК1	ПК-1.1.3, ПК-3.4.3, ПК-3.4.У
Раздел 2	108	14	-	24	70	ТК2	ПК-2.1.3, ПК-2.1.У
Экзамен	36		-		36	<b>ОМ 1</b>	ПК-1.1.3, ПК-3.4.3, ПК-3.4.У, ПК-2.1.3, ПК-2.1.У
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>252</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>46</b>	<b>176</b>		
Раздел 3	54	12	-	18	24	ТК3	ПК-3.4.У., ПК-3.4.В.
Раздел 4	54	12	-	18	24	ТК4	ПК-1.1.У., ПК-2.1. В.
Курсовой проект	72	-	-	-	72	<b>ОМкп</b>	ПК-1.1.В, ПК-2.1 У, ПК-3.4У, ПК-3.4В
Экзамен	36	-	-	-	36	<b>ОМ 2</b>	<b>ПК-1.1.3, ПК-1.1.У, ПК-2.1.3, ПК-2.1.В, ПК-3.4.3</b>
<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>216</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>156</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>468</b>	<b>54</b>	<b>-</b>	<b>82</b>	<b>332</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Системы защиты окружающей среды. Очистка сточных вод.

Тема 1.1. Основные направления использования воды на промышленных предприятиях. Характеристика поверхностных и подземных вод. Состав и свойства сточных вод. Нормативные акты, регламентирующие процесс промышленного водопользования и требования, предъявляемые к качеству очищенных вод.

Тема 1.2. Основные методы и сооружения для очистки водных сред. Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами. 2. Механическая очистка сточных вод. Принцип работы решеток, песколовков, первичных отстойников различных конструкций.

Тема 1.3. Биологические способы очистки сточных вод. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях. Аэробная биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях. Анаэробная биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях. Вторичные отстойники и илоуплотнители. Методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод.

Тема 1.4. Доочистка сточных вод . Химические способы очистки сточных вод. Физико-химические способы очистки сточных вод. Флотация, экстракция, адсорбция, эвапорация. Обеззараживание сточных вод.

Тема 1.5. Глубокая очистка производственных сточных вод. Технологические схемы очистки сточных вод предприятий отдельных отраслей промышленности. Локальная очистка сточных вод от нефтепродуктов, фенолов, цианидов, поверхностно-активных веществ и прочих примесей.

## **Раздел 2. Современные технологии обработки осадков сточных вод.**

Тема 2.1. Источники образования, классификация, состав и свойства осадков. Зависимость качества осадков от вида промышленных сточных вод. Терминология осадков сточных вод промышленных производств. Факторы, характеризующие структуру осадков. Основные стадии обработки осадков сточных вод.

Тема 2.2. Основные технологические характеристики осадков, определяющие методы их переработки. Классификация форм связи влаги с твёрдыми частицами по П.А.Ребиндеру. Удельное сопротивление фильтрации. Сжимаемость осадков. Химическая и санитарная характеристика осадков. Стабильные и нестабильные осадки. Содержание сухого и беззольного вещества в осадках. Элементарный состав и токсичность осадков.

Тема 2.3. Уплотнение, кондиционирование и стабилизация осадков.

Гравитационное и флотационное уплотнение осадков. Сгущение осадков методом центрифугирования. Уплотнение осадков методом фильтрования. Сравнительная оценка эффективности аэробной и анаэробной стабилизации. Уплотнение осадков после их стабилизации. Основные методы кондиционирования осадков. Замораживание и оттаивание осадков как естественный метод их кондиционирования.

Тема 2.4. Аппаратурное оформление процесса механического обезвоживания осадков.

Фильтрационное обезвоживание осадков. Сравнительная характеристика различных фильтров для обезвоживания осадка. Основные конструкции вакуум-фильтров, области их применения и технические характеристики. Фильтр-прессы и виброфильтры. Обработка осадков сточных вод центрифугированием. Показатели работы центрифуг и осадительных центрифуг. Применение сепараторов для обезвоживания активного ила. Основные конструкции сепараторов.

Тема 2.5. Назначение и основные методы кондиционирования осадков.

Назначение и основные методы кондиционирования осадков. Применение реагентов для обработки осадков. Метод Портеуса. Сравнительная оценка эффективности реагентной и тепловой обработки осадков сточных вод. Замораживание и оттаивание осадков как метод их кондиционирования.

Тема 2.6. Термические методы сушки и обезвреживания осадков.

Методы термической сушки осадков и основные конструкции сушилок. Огневого способ обезвреживания производственных отходов. Прямое сжигание отходов. Камерные, барабанные, циклонные, распылительные печи и печи кипящего слоя. Промышленные установки для сжигания осадков на различных

промышленных предприятиях. Пиролиз осадков сточных вод. Установка для сжигания осадков на нефтеперерабатывающем заводе.

Тема 2.7. Утилизация осадков сточных вод. Требования к составу утилизируемых осадков. Основные направления утилизации осадков. Ресурсосберегающая технология утилизации шлама водоподготовки на ТЭС. Переработка и утилизация нефтешлама. Переработка осадков в удобрения и кормовые добавки. Ресурсо- и энергосберегающие технологии вторичного использования и утилизации осадков сточных вод промышленных предприятий.

### **Раздел 3. Системы защиты окружающей среды. Очистка газовых выбросов.**

Тема 3.1. Образование и характеристики газовых выбросов.

Состав газовых выбросов различных предприятий. Свойства и характеристики выбросов. Классификация источников выбросов вредных веществ и характеристика основных загрязнителей атмосферы. Загрязнение воздуха и его последствия. Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

Классификация источников загрязнений атмосферы. Нормирование выбросов. Снижение интенсивности образования выбросов. Рассеивание выбросов в атмосфере. Регулирование выбросов в зависимости от метеорологических условий.

Тема 3.2. Методы очистки газов от дисперсных веществ. Классификация методов очистки газов. Сухие механические пылеуловители. «Мокрая» очистка газов. Фильтрование. Очистка в электрическом поле. Аппаратура и рабочие параметры процесса улавливания пылей. Рукавные фильтры. Основные механизмы осаждения частиц. Гравитационное и инерционное осаждение. Осаждение под действием центробежной силы. Диффузионное осаждение. Электрическое осаждение.

Тема 3.3. Методы очистки газов от газообразных примесей. Абсорбционные методы очистки газов от газообразных соединений. Физико-химические закономерности процессов физической абсорбции. Основы хемосорбционных процессов. Циркуляционные процессы физической и химической абсорбции. Требования к абсорбентам. Аппаратурное оформление абсорбционных процессов. Методы регенерации абсорбентов. Адсорбционные методы очистки газов от газообразных соединений. Области применения. Классификация адсорбентов. Кинетика адсорбции-десорбции. Динамика адсорбции. Определение времени защитного действия слоя и высоты работающего слоя. Методы регенерации адсорбентов. Конструкции адсорберов. Интенсификация адсорбционных процессов. Очистка газов от диоксида углерода, оксида углерода, азота и других веществ. Известковый и известняковый методы очистки газовых выбросов. Каталитические методы очистки

Тема 3.4. Технологические схемы очистки газовых выбросов предприятий отдельных отраслей промышленности. Очистка газовых выбросов от галогенов

и их соединений. Очистка газовых выбросов от паров ртути. Очистка газовых выбросов от сероводорода и сероорганических соединений

#### **Раздел 4. Основные направления и развития и совершенствования технологий очистки сточных вод, газовых сред, переработки отходов.**

Тема 4.1. Усовершенствования технологии очистки сточных вод. Пути повышения эффективности процессов разделения гетерогенных сред.

Тема 4.2. Основные подходы к энергоресурсосбережению. Совершенствование технологии с целью снижения удельной энергоемкости. Энергосбережение при биологической очистке сточных вод. Ресурсосбережение в практике очистки сточных вод.

Тема 4.3. Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод.

Сокращение водопотребления и количества сточных вод на предприятии. Обезвреживание и повторное использование сточных вод

Тема 4.4. Основные направления сокращения газовых выбросов. Снижение выбросов диоксида серы. Первичная подготовка топлива. Связывание серы в процессе сжигания топлива. Очистка дымовых газов от диоксидов серы. Нерегеративные технологии. Сероочистка продуктов сгорания мазута. Двухступенчатые золоулавливающие установки. Механизмы образования оксидов азота в топках котлов. Факторы, влияющие на образование оксидов азота. Влияние температуры камеры сгорания на образование NOx. Влияние коэффициента избытка воздуха на образование NOx. Влияние состава топливного газа на образование NOx. Способы подавления образования окислов азота. Рециркуляция продуктов сгорания. Трехступенчатое сжигание топлив. Горелки с низким выбросом NOx (малотоксичные горелки).

### **3.4. Тематический план практических занятий**

#### **Раздел 1. Системы защиты окружающей среды. Очистка сточных вод.**

Расчет сооружений механической очистки. Расчет песколовки. Расчет первичного отстойника (радиального, вертикального, горизонтального).

Расчет сооружений биологической очистки. Расчет аэротенков различных конструкций (аэротенк-смеситель, аэротенк-усреднитель, с регенерацией активного ила, без регенерации активного ила). Расчет вторичных отстойников.

Расчет сооружений физико-химической очистки. Расчет аппаратов доочистки сточных вод. Расчет адсорбера. Расчет флотатора. Расчет хлораторной установки для обеззараживания сточных вод. Расчет сооружений очистки производственных стоков методом коагуляции.

#### **Раздел 2. Современные технологии обработки осадков сточных вод**

Расчет аппаратов обезвоживания осадков сточных вод.

Расчет осадков сточных вод, задерживаемых основным технологическим оборудованием. Определение количества осадков сточных вод. Расчет горизонтального и радиального илоуплотнителя. Расчет центрифуги. Расчет центрифуги. Расчет метантенка. Расчет иловых площадок.

### **Раздел 3. Системы защиты окружающей среды. Очистка газовых выбросов.**

Расчет рукавного фильтра. Расчет пылесадительной камеры. Расчет циклона для очистки газов от дисперсных частиц. Расчет эффективности работы батарейных циклонов. Расчет эффективности работы вихревого пылеуловителя. Расчет эффективности очистки полых скрубберов. Расчет пенного пылеуловителя.

Расчет аппаратов очистки выбросов от газовых примесей. Расчет абсорбера. Расчет устройства термической очистки газовых выбросов.

### **Раздел 4. Основные направления развития и совершенствования технологий очистки сточных вод, газовых сред, переработки отходов.**

Расчет биофильтров и биореакторов. Расчет окситенков. Расчет электрокоагуляторов. Расчет электролизеров.

#### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

*Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.*

#### **3.6. Курсовой проект**

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов.
2. Очистка сточных вод, поступающих от коммунальных предприятий.
3. Очистка сточных вод гальванического производства.
4. Очистка сточных вод с предприятий фармацевтической промышленности.
5. Очистка сточных вод спиртовой промышленности.
6. Очистка сточных вод химической промышленности.
7. Очистка сточных вод предприятий энергетической отрасли.
8. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности.
9. Очистка сточных вод предприятий горнодобывающей промышленности.
10. Очистка сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.
11. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности.
12. Очистка сточных вод предприятий масложировой промышленности.
13. Очистка сточных вод предприятий химической промышленности.
14. Очистка сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей промышленности.
15. Очистка сточных вод сельскохозяйственных предприятий.

#### **4. Оценивание результатов обучения**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код	Код	Заплани-	Уровень сформированности
-----	-----	----------	--------------------------

компетенции	индикатора компетенции	рованные результаты обучения по дисциплине	индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1. Способен вести деятельность в области обращения с отходами, проводить аудит образующих процессов и производств, осуществлять надзор и контроль, использовать информационные технологии в сфере обращения с отходами	ПК-1.1. Проводит аудит отходообразующих процессов и производств, организует взаимодействие природопользователей по выполнению планов природоохранных мероприятий в области обращения с отходами	знать:				
		способы проведения экологического аудита очистных сооружений	Полностью описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	Уверенно описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	С трудом описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	Не может описывать способы проведения экологического аудита очистных сооружений
		уметь:				
		проводить экологический аудит очистных сооружений путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	Без замечаний проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	С некоторыми неточностями проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	С замечаниями проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	Не может проводить экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод
		владеть:				
	приемами комплексного обследования	Полностью владеет приемами	Частично владеет приемами	Слабо владеет приемами	Не владеет приемами	

		существующих сооружения и выявления в них недостатков, а также предложениям и рекомендациям по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	комплексного обслуживания существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	комплексного обслуживания существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	комплексного обслуживания существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	и комплексного обслуживания существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.
ПК-2. Способен участвовать в организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания и переработки отходов в производстве и потребления	ПК-2.1. Проводит обоснование выбора современных технологий переработки и утилизации отходов производства и потребления на закрепленной территории	знать:				
		существующие современные технологии переработки и утилизации отходов производства и потребления	Хорошо перечисляет и объясняет суть современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления	Уверенно перечисляет и объясняет суть современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления, допуская неточности	Слабо перечисляет и теряет при объяснении сути современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления	Не может перечислить и объяснить суть современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления
		уметь:				
		проводить расчеты образующихся	Отлично, без ошибок	Уверенно проводит расчеты	На слабом уровне	Не может проводить расчеты

		объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	проводит расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков, допуская некоторые неточности	проводит расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков
		владеть:				
		методами выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка	Уверенно обосновывает методами выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка	Обосновывает метод выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка, допуская некоторые неточности	Слабо ориентируется в методах выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка	Не ориентируется в методах выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка
ПК-3. Способен проводить производственный экологический контроль, вести учет показателей, характеризующих	ПК-3.4. Выявляет изменения в состоянии окружающей среды в результате хозяйственной деятельности и организации на основе данных экологического мониторинга, данных экологического аудита,	знать:				
		существующие устройства и аппараты защиты окружающей среды, обеспечивающие минимизацию антропогенного воздействия	Полностью перечисляет существующие устройства и аппараты защиты окружающей среды, обеспечивающие минимизацию антропогенного	Уверенно перечисляет существующие устройства и аппараты защиты окружающей среды, обеспечивающие минимизацию антропогенного воздейств	С трудом перечисляет существующие устройства и аппараты защиты окружающей среды, обеспечивающие минимизацию антропогенного воздейств	Не может перечислить существующие устройства и аппараты защиты окружающей среды, обеспечивающие минимизацию антропогенного воздейств

состояние окружающей среды, данных экологического мониторинга, оценить экономическую эффективность природоохранных мероприятий, разрабатывать устройства для защиты окружающей среды	надзора и контроля, включая применение геоинформационных систем, разрабатывает устройства для защиты окружающей среды, разрабатывает мероприятия по защите в чрезвычайных ситуациях		воздейств ия, объясняет принцип их работы	ия, понимает принцип их работы в общих категория х	ия, слабо способен объяснять принцип их работы	вия, не способен объяснят ь принцип их работы
		уметь:				
		проводить расчеты аппаратов защиты окружающей среды, определять основные параметры	Полность ю самостоя тельно проводит расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды, определя т основные параметр ы	Проводит расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды, с некоторо й помощью преподава теля определя т основные параметр ы	Проводит ь расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды с ошибками , определя т основные параметр ы допуская неточност и	Не может проводит ь расчеты аппарато в защиты окружаю щей среды, определя ть основные параметр ы
		владеть:				
методами расчета устройств и аппаратов защиты окружающей среды	Свободно использу ет методы расчета устройств и аппаратов защиты окружаю щей среды	Применя ет методы расчета устройств и аппаратов защиты окружаю щей среды с некоторы ми неточност ями	С трудом применя ет методы расчета устройств и аппаратов защиты окружаю щей среды	Не может применят ь методы расчета устройств и аппарато в защиты окружаю щей среды		

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Экологический аудит : учебное пособие для вузов / А. Н. Болдин. - М. : МГИУ, 2005. - 112 с. : ил. - ISBN 5-276-00620-2. - Текст : непосредственный.

2. Ветошкин, А. Г. Технические средства инженерной экологии : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-9014-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183632>.

3. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебное пособие для вузов / А.Г.Ветошкин. - М. : Высш. шк., 2008. - 639 с. : ил. - ISBN 978-5-06-005762-1. - Текст : непосредственный.

4. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. И. Родионов, Ю. П. Кузнецов, Г. С. Соловьев. - М. : Химия, 2007. - 392 с. - Текст : непосредственный.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Безопасность и природоохранные технологии в энергетике и промышленности : учебное пособие / Б. Г. Петров, Р. Я. Дыганова, Л. Р. Абдуллина. - Казань : КГЭУ, 2010. - 208 с. - 398б. - Текст : непосредственный.

2. Экологический аудит в природоохранной деятельности объектов энергетики : учебное пособие по курсу "Экологический аудит предприятий и объектов энергетики" / Р. Я. Дыганова, Н. Н. Силова. - Казань : КГЭУ, 2004. - 250 с. - 2288. - Текст : непосредственный.

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» <https://ibooks.ru>

#### **5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы**

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации <https://www.mnr.gov.ru/>

Российская национальная библиотека <https://nlr.ru>

Справочно-правовая система <https://www.garant.ru>

#### **5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины**

Windows 7 Профессиональная (Pro). Пользовательская операционная система. ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл.

Браузер Chrome. Система поиска информации в сети интернет. Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно/

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта Д-528	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным

слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа

милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

*Б1.В.ДЭ.01.01.03 Проектирование систем защиты окружающей среды*  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

---

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.ДЭ.01.01.03 Проектирование систем защиты окружающей среды, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1.Технологическая карта

#### Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Системы защиты окружающей среды. Очистка сточных вод»</b>	<b>ТК1</b>	<b>25</b>	<b>0-5</b>			<b>25-30</b>	<b>25-30</b>
Устный опрос		10					
Контрольная работа		15					
<b>Раздел 2. «Современные технологии обработки осадков сточных вод»</b>	<b>ТК2</b>			<b>25</b>	<b>0-55</b>	<b>25-30</b>	<b>25-30</b>
Устный опрос				10			
Реферат				15			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>						<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации							0-10
В письменной форме по билетам							0-30

#### Семестр 8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 3. «Системы защиты окружающей среды. Очистка</b>	<b>ТК3</b>	<b>25</b>	<b>0-5</b>			<b>25-30</b>	<b>25-30</b>

<b>газовых выбросов»</b>							
Устный опрос		10					
Контрольная работа		15					
<b>Раздел 4. «Основные направления развития и совершенствования технологий очистки сточных вод, газовых сред, переработки отходов»</b>	<b>ТК4</b>			<b>25</b>	<b>0-55</b>	<b>25-30</b>	<b>25-30</b>
Устный опрос				10			
Реферат				15			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>						<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации							0-15
В письменной форме по билетам							0-30
<b>Промежуточная аттестация (КП)</b>	<b>ОМ</b>						<b>0-100</b>

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1. Способен вести деятельность в области обращения с отходами, проводить аудит	ПК-1.1. Проводит аудит отходообразующих процессов и производств, организует взаимодействие природопользователей по выполнению планов природоохранных	знать:	Полностью описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	Уверенно описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	С трудом описывает способы проведения экологического аудита очистных сооружений	Не может описывать способы проведения экологического аудита очистных сооружений
		уметь:	проводить экологический аудит	Без замечаний	С некоторыми	С замечаниями

отходов образующих процессов и производств, осуществлять надзор и контроль, использовать информационные технологии в сфере обращения с отходами	мероприятий в области обращения с отходами	очистных сооружений путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	неточностями проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	проводит экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод	экологический аудит очистного сооружения путем выбора оптимального варианта, исходя из стоимости и технологической схемы очистки сточных вод
		приемами комплексного обследования существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениям и рекомендациям по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	Полностью владеет приемами комплексного обследования существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	Частично владеет приемами комплексного обследования существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	Слабо владеет приемами комплексного обследования существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.	Не владеет приемами комплексного обследования существующих сооружений и выявления в них недостатков, а также предложениями рекомендациями по оптимизации технологических схем очистки с наименьшими расходами.

						и.
ПК-2. Способен участвовать в организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания и переработки отходов в производстве и потребления	ПК-2.1. Проводит обоснование выбора современных технологий переработки и утилизации отходов производства и потребления на закрепленной территории	знать:				
		существующие современные технологии переработки и утилизации отходов производства и потребления	Хорошо перечисляет и объясняет суть современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления	Уверенно перечисляет и объясняет суть современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления, допуская неточности	Слабо перечисляет и теряет при объяснении сути современных технологий и переработки и утилизации отходов производства и потребления	Не может перечислить и объяснить суть современных технологий переработки и утилизации отходов производства и потребления
		уметь:				
		проводить расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	Отлично, без ошибок проводит расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	Уверенно проводит расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков, допуская некоторые неточности	На слабом уровне проводит расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков	Не может проводить расчеты образующихся объемов осадков сточных вод и основных устройств переработки осадков
		владеть:				
		методами выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из типа осадка	Уверенно обосновывает методами выбора конкретного процесса переработки осадков	Обосновывает методом выбора конкретного процесса переработки осадков исходя из	Слабо ориентируется в методах выбора конкретного процесса переработки осадков	Не ориентируется в методах выбора конкретного процесса переработки осадков

			исходя из типа осадка	типа осадка, допуская некоторы е неточност и	исходя из типа осадка	исходя из типа осадка
ПК-3. Способ ен провод ить произв одстве нный эколог ически й контро ль, вести учет показа телей, характ еризую щих состоя ние окружа ющей среды, данных эколог ическо го монито ринга, оценив ать эконом ическу ю эффект ивност ь природ оохран ных меропр иятий, разраба тывать устрой ства	ПК-3.4. Выявляет изменения в состоянии окружающе й среды в результате хозяйственн ой деятельност и организации на основе данных экологическ ого мониторинга , данных экологическ ого аудита, надзора и контроля, включая применение геоинформа ционных систем, разрабатыва ет устройства для защиты окружающе й среды, разрабатыва ет мероприятия по защите в чрезвычайн ых ситуациях	знать:	Полность ю перечисля ет существу щие устройств а и аппараты защиты окружаю щей среды, обеспечив ающие минимиза цию антропоге нного воздейств ия, объясняет принцип их работы	Уверенно перечисля ет существу щие устройств а и аппараты защиты окружаю щей среды, обеспечив ающие минимиза цию антропоге нного воздейств ия, понимает принцип их работы в общих категория х	С трудом перечисля ет существу щие устройств а и аппараты защиты окружаю щей среды, обеспечив ающие минимиза цию антропоге нного воздейств ия, слабо способен объяснять принцип их работы	Не может перечисл ять существу щие устройств а и аппараты защиты окружаю щей среды, обеспечи вающие минимиз ацию антропог енного воздейств ия, не способен объяснят ь принцип их работы
		уметь:	Полность ю самостоя тельно проводит расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды, определя ет основные параметр ы	Проводит расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды, с некоторо й помощью преподава теля определя ет основные параметр ы	Проводит ь расчеты аппаратов защиты окружаю щей среды с ошибками , определя ет основные параметр ы допуская неточност и	Не может проводит ь расчеты аппарато в защиты окружаю щей среды, определя ть основные параметр ы
		владеть:				
		методами расчета	Свободно используе	Применяе т методы	С трудом применяе	Не может применят

для защиты окружающей среды		устройств и аппаратов защиты окружающей среды	т методы расчета устройств и аппаратов защиты окружающей среды	расчета устройств и аппаратов защиты окружающей среды с некоторыми неточностями	т методы расчета устройств и аппаратов защиты окружающей среды	ь методы расчета устройств и аппаратов защиты окружающей среды
-----------------------------	--	---	--	---	--	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; глубокое понимание технологических методов расчета аппаратов и устройств защиты окружающей среды, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; понимание технологических методов расчета норм аппаратов и устройств защиты окружающей среды, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и поверхностное понимание технологических методов расчета аппаратов и устройств защиты окружающей среды*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре.*

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (Кнтр)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и твор-	Темы проектов

	ческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1.3, ПК-3.4.3, ПК-3.4.У

**Устный опрос**

1. Как проводится расчет необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам, растворенному кислороду, БПКполн?
2. Назовите основные методы очистки городских и производственных сточных вод.
3. Для каких целей используются решетки и песколовка?
4. Какой принцип работы песколовки с круговым движением воды?
5. Для чего используется предварительная аэрация и биокоагуляция?
6. Перечислите основные бактериальные загрязнения сточных вод.
7. Способы обеззараживания сточных вод.
8. Что из себя представляют биологические пруды?
9. Перечислите основные методы реагентной обработки сточных вод.
10. Что из себя представляют ливневые сточные воды?

**Контрольная работа. Примеры задач.**

1. Определить гидравлическую крупность частиц для проектирования отстойника при очистке сточных вод прокатного производства.

Исходные данные: расход сточных вод  $q_w$  — 1000 м<sup>3</sup>/ч; температура  $T_w$  — 30 °С; расход сточных вод постоянен в течение суток. Исходная концентрация тяжелых механических примесей 200 мг/л; маслопродуктов — 50—60 мг/л; плотность тяжелых загрязнений — 5 г/см<sup>3</sup>; маслопродуктов — 0,8 г/см<sup>3</sup>; кинетики отстаивания механических примесей тяжелее воды расчетной концентрацией в различных слоях воды показаны на рис. 2.

В очищенной воде содержание тяжелых примесей не должно превышать 60 мг/л, маслопродуктов — 25 мг/л.

2. Произвести расчет конструктивных параметров тонкослойного отстойника, предназначенного для разделения твердых частиц из жидкости по следующим исходным данным: расход смеси  $780 \text{ м}^3/\text{час}$ ; концентрация частиц на входе в аппарат:  $0,24 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; концентрация частиц на выходе из аппарата:  $0,067 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; диаметр частицы 250 мкм; плотность дисперсных частиц  $1080 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; жидкость – воды при  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ; скорость жидкости 9 мм/с; расстояние между пластинами 0,05 м; угол наклона пластин  $55^\circ$ .

3. Произвести расчет флотатора по следующим исходным данным: расход очищаемой жидкости  $5640 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; продолжительность флотации 32 мин, скорость движения жидкости во флотационной камере 11,2 м/ч. Определить диаметр, площадь водного зеркала и необходимое количество флотационных камер.

4. В гидроциклоне диаметром 200 мм очищается загрязненное гравийным щебнем ДТ  $980 \text{ кг}/\text{м}^3$ , коэффициент динамической вязкости составляет  $1,73 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Плотность частиц  $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Производительность 1800 л/мин. Определить минимальный диаметр улавливаемых частиц при условии, что стенки гидроциклона гладкие. Принять отношение производительности гидроциклона по начальной суспензии к производительности по очищенной массе равным 0,95. При работе гидроциклона образуется воздушный столб. Ответ представить в миллиметрах.

5. Спроектировать оптимальный гидроциклон для очистки сточных вод, загрязненных гравием, если требуется улавливать частицы диаметром 15 мкм при гидравлическом сопротивлении 304 кПа. Плотность частиц гравия –  $3600 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Коэффициент динамической вязкости суспензии составляет  $1,73 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Принять отношение производительности гидроциклона по начальной суспензии к производительности по очищенной массе равным 0,95. Ответ представить в метрах.

### **Вопросы к комплексному заданию ТК1**

1. . Аэротенки: общая характеристика (нагрузка на ил, окислительная способность, иловый индекс, избыточный и циркуляционный ил).
2. Основные схемы очистки сточных вод в аэротенках.
3. Конструкции аэротенков.
4. Конструкции аэраторов.
5. Аэроокислитель, биотенки.
6. Вторичные отстойники, илоуплотнители.
7. Обеззараживание сточных вод.
8. Выпуск сточных вод в водоем.
9. Сооружения доочистки сточных вод.
10. Коэффициент неравномерности.

### **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-2.1.3, ПК-2.1.У

### **Устный опрос**

1. Что такое аэробная стабилизация осадков?
2. Что из себя представляют иловые площадки?
3. Основное назначение вакуум-фильтров.
4. Опишите процесс тепловой обработки осадков перед обезвоживанием.
5. В чем преимущества и недостатки центрифуги, фильтр-пресса?
6. Термическая обработка осадков.
7. Какая эффективность работы основных аппаратов обезвоживания осадков сточных вод?
8. В чем отличие осадка первичных и вторичных отстойников?
9. Объясните, что из себя представляет избыточный активный ил?
10. Как утилизируется осадок первичных отстойников и песколовок?

### **Темы рефератов**

1. Показатели качества осадков сточных вод.
2. Влажность осадков.
3. Методы обработки осадков.
4. Методы уплотнения осадков.
5. Взаимосвязь природы осадка и степени его обезвоживания.
6. Термическая сушка осадков.
7. Ликвидация осадков сточных вод сжиганием.
8. Основные методы обеззараживания осадков.
9. Основные типы шламов, образующихся при обработке природных и сточных вод.
10. Показатели качества осадков сточных вод.

### **Вопросы к комплексному заданию ТК2:**

1. Зависит ли состав осадков от вида промышленных сточных вод?
2. На какие группы делятся осадки сточных вод в зависимости от их химического состава?
3. На какие классы делятся осадки сточных вод по степени токсичности?
4. Влияет ли химический состав осадков на выбор метода их обработки?
5. Какой показатель характеризует способность осадков к влагоотдаче?
6. Из каких стадий состоит обработка осадков сточных вод?
7. Что такое стабилизация осадков сточных вод?
8. В чём смысл уплотнения осадков?
9. От чего зависит эффективность процесса уплотнения осадка?
10. Перечислите основные способы уплотнения осадков.
11. Для каких осадков применяют гравитационное уплотнение?

### **Для промежуточной аттестации в 7 семестре:**

#### **Вопросы на экзамен.**

#### Теоретическая часть

1. Классификация осадков сточных вод по химическому составу, стабильности и степени токсичности.

2. Терминология осадков сточных вод промышленных производств.
3. Факторы, характеризующие структуру осадков.
4. Химическая и санитарная характеристика осадков.
5. Элементарный состав и токсичность осадков.
6. Гравитационное и флотационное уплотнение осадков.
7. Сгущение осадков методом центрифугирования
8. Аппараты и сооружения для механического обезвоживания осадка.
9. Основные способы термической сушки осадков?
10. Процесс сушки осадка в сушилках конвективного типа.
11. Стационарные и динамические сушилки конвективного типа.
12. Сжигание как метод обезвреживания осадков.
13. Конструкции печей для сжигания осадков.
14. Печь для термического разложения высококонцентрированных жидких и полужидких отходов
15. Термический и химический методы обеззараживания осадков.
16. Классификация осадков с учетом способов их выделения и обработки.
17. Гранулометрический состав, структура и показатели качества осадков.
18. Формы связи влаги и их влияние на процесс уплотнения осадков.
19. Удельное сопротивление фильтрации и сжимаемость осадков.
20. Способы повышения эффективность гравитационного уплотнения.
21. Сгущение осадков методом центрифугирования.
22. Фильтрационное обезвоживание осадков.
23. Сравнительная характеристика различных фильтров для обезвоживания осадка.
24. Основные конструкции сепараторов для обезвоживания активного ила.
25. Замораживание и оттаивание осадков как метод их кондиционирования.
26. Промышленные установки для сжигания осадков на различных промышленных предприятиях.
27. Виды сточных вод промышленных предприятий. Системы и схемы водоотведения.
28. Условия совместного водоотведения промышленных предприятий и населенных мест.
29. Классификация методов очистки промышленных сточных вод.
30. Усреднение. Процеживание.
31. Фильтрация. Аэрация.
33. Реагентная обработка сточных вод.
34. Физико-химические основы флотационных процессов.
35. Флотация при выделении воздуха из раствора. Флотация с механическим диспергированием воздуха.

Типовые задачи на экзамен:

1. Рассчитать эффективность работы гидроциклона.
2. Рассчитать первичный радиальный отстойник.
3. Провести расчет горизонтальной песколовки.
4. Выполнить расчет флотатора.
5. Провести расчет центрифуги.
6. Рассчитать азротенк-смеситель.
7. Рассчитать азротенк-усреднитель.
8. Рассчитать вторичный отстойник.
9. Рассчитать нейтрализатор.
10. Провести расчет метантенка.

### **Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.4.У., ПК-3.4.В.

### **Устный опрос.**

1. Основные типы конструкций аппаратов для разделения неоднородных систем осаждением, центрифугированием и фильтрованием
2. Как осуществляется очистка газов в циклоне?
3. Очистка газов в электрическом поле, мокрая очистка газов.
4. Какие основные закономерности при абсорбции многокомпонентных смесей из газовых сред?
5. Основные закономерности адсорбционных процессов, устройство и принципы работы адсорберов.
6. Какие основные подходы к очистке промышленных выбросов от SO<sub>2</sub>?
7. Какие основные подходы к очистке промышленных выбросов от оксидов азота ?
8. Какие основные подходы к очистке промышленных выбросов от аммиака ?
9. Перечислите аппараты защиты окружающей природной среды от пыли.
10. Очистка промышленных выбросов от оксидов углерода CO<sub>2</sub> и CO: методы (хемосорбция, метанирование, конверсия CO с водяным паром).

### **Контрольная работа**

1. В соответствии с заданным вариантом произвести расчет рассеивания нагретого выброса указанного в таблице вредного вещества из высокого одиночного источника с круглым устьем (труба) в атмосфере.
2. Рассчитать процесс разделения неоднородной системы газ - твердое тело осаждением в поле действия сил тяжести и определить необходимые размеры пылеосадительной камеры.
3. Рассчитать циклон в соответствии с заданным вариантом.
4. В соответствии с заданным вариантом рассчитать пенный аппарат, имеющий круглое поперечное сечение, для очистки газа от гидрофильной, не склонной к слипанию, пыли водой.

5. Произвести расчет эффективности работы рукавного фильтра на основании заданных данных.

#### **Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1.У., ПК-2.1. В.

#### **Устный опрос.**

1. Как возможно повысить эффективность процессов разделения гетерогенных сред?
2. Основные подходы к энергоресурсосбережению.
3. Энерго- и ресурсосбережение в практике очистки сточных вод.
4. Какие основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод?
5. Сокращение водопотребления и количества сточных вод на предприятии.
6. Обезвреживание и повторное использование сточных вод.
7. Каким образом реализовать замкнутую систему оборота сточных вод на предприятии?
8. Основные направления сокращения газовых выбросов.
9. Механизмы образования оксидов азота в топках котлов.
10. Рециркуляция продуктов сгорания.

#### **Темы рефератов.**

1. Примерная схема ресурсного цикла, отвечающего идеальному варианту полностью безотходного производства
2. Физические загрязнения природной среды и методы защиты от них.
- 3.
4. Экологические риски, обусловленные развитием общественного производства и потребления
5. Основные направления экологизации техносферы
6. Методы утилизации твёрдых отходов
7. Методы утилизации жидких отходов
8. Способы обезвреживания особо токсичных и радиоактивных отходов.
9. Основные направления энергосбережения в экозащитных технологиях.
10. Основные направления ресурсосбережения в экозащитных технологиях.

#### **Для промежуточной аттестации в 8 семестре:**

Вопросы на экзамен.

Теоретическая часть

1. Сущность экологического аспекта в энергетике.
2. Требования к экологически чистому производству.

3. Топливный цикл и его техногенное воздействие на среду обитания.
4. Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе.
5. Влияние вредных выбросов предприятий на природу и человека.
6. Показатель вредности продуктов сгорания.
7. Поверхностные ливневые и талые сточные воды с территории предприятия. Методы их эффективной обработки.
8. Концепция экологической безопасности предприятия.
9. Нормирование воздействия АЭС на окружающую среду.
10. Альтернативные технологии обращения с отработанными отходами.
11. Классификация методов (технологий) переработки твердых отходов
12. Основные направления повышения экологической безопасности автомобильного транспорта.
13. Качественные и количественные показатели и критерии оценки воздействия и прогноз изменений в окружающей среде