



КГУУ

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

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
с изменениями  
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.О.22 Процессы и аппараты 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	Ст. преподаватель	Серазеева Е.В.

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 является формирование у обучающихся системных представлений об основах создания на промышленных предприятиях ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, реализации инженерно-экологических решений по рациональному природопользованию и защите окружающей среды.

Задачами дисциплины являются:

- дать сведения об общих проблемах защиты окружающей среды от негативных воздействий хозяйственной деятельности;

- ознакомить с классификацией и конструктивными особенностями аппаратного оформления, применяющегося в промышленности для очистки, обезвреживания промышленных газовых выбросов и сточных вод;

- привить практические навыки по подбору и расчету оборудования для защиты окружающей среды от загрязнения.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-1 – Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ОПК-1.4 – Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук
	ОПК-1.7 - Осуществляет обоснованный выбор материалов, средств и методов их исследования на основе анализа условий эксплуатации, экологических и экономических факторов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Начертательная геометрия и инженерная графика ОПК-1.4.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Материаловедение и технология конструкционных материалов ОПК-1.7.  
Производственная практика (научно-исследовательская работа) ОПК-1.7.  
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы ОПК-1.7.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр	
			5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	8	288	180	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	137	74	63
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,7	98	62	36
Лекции	1,3	48	30	18
Практические (семинарские) занятия	1,4	50	32	18
Лабораторные работы	-	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,28	190	118	72
Проработка учебного материала	3,28	118	118	0
Курсовой проект	-	-	0	0
Курсовая работа	1	36	0	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	0	36
Промежуточная аттестация:			3	Э
			-	КР

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	8	288	288
КОНТАКТНАЯ РАБОТА		84	84
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1	36	36
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0,5	18	18
Лабораторные работы		-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	7	252	252
Проработка учебного материала	5,75	207	207
Курсовой проект		-	-
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
Промежуточная аттестация:			Э
			КР

### 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	26	6	-	-	20	ТК1	ОПК-1.4.3, ОПК-1.7. 3
Раздел 2	76	12	-	16	48	ТК2	ОПК-1.4.У, ОПК-1.7. У

Раздел 3	78	12	-	16	50	ТК3	ОПК-1.4.У, ОПК-1.7.У
Зачет	0	0	-	0	0	<b>ОМ 1</b>	<b>ОПК-1.4.3, ОПК-1.7.У</b>
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>118</b>		
Раздел 4	12	6	-	6	-	ТК4	ОПК-1.4.У, ОПК-1.7.У
Раздел 5	12	6	-	6	-	ТК5	ОПК-1.4.У, ОПК-1.7.У
Раздел 6	12	6	-	6	-	ТК6	ОПК-1.4.У, ОПК-1.7.У
Курсовая работа	36				36	<b>ОМкр</b>	<b>ОПК-1.4.В, ОПК-1.7.В</b>
Экзамен	36				36	<b>ОМ 2</b>	<b>ОПК-1.4.У, ОПК-1.7.В</b>
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>288</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>154</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Классификация основных процессов защиты окружающей среды на основе физических, химических и физико-химических закономерностей.

Тема 1.1. Гидромеханические процессы

*Аппараты перемещения жидкостей и газов. Аппараты разделения жидких и газовых гетерогенных (неоднородных) систем. Аппараты перемешивания.*

Тема 1.2. Тепловые процессы

*Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты. Холодильные установки.*

Тема 1.3. Массообменные процессы

*Аппараты абсорбции, ректификации, экстракции, адсорбции, сушки, кристаллизации и др.*

Тема 1.4. Механические процессы

*Аппараты измельчения. Аппараты разделения (классификации) твердых материалов. Аппараты дозирования твердых материалов. Аппараты смешения твердых материалов*

Тема 1.5. Химические (реакционные) процессы

*Аппараты превращения веществ и изменения их химических свойств. Аппараты нейтрализации, окисления, восстановления.*

Раздел 2. Защита атмосферы от промышленных загрязнений (очистка отходящих газов)

Тема 2.1. Основные характеристики удаления пыли из газового потока.

*Краткая характеристика методов удаления пыли из газового потока. Основные физико-химические свойства пылей. Основные закономерности движения и осаждения аэрозолей.*

Тема 2.2. Очистка атмосферных выбросов механическим способом.

*Аппараты сухой механической очистки газов (пылеосадительные камеры, циклоны). Аппараты фильтрующего действия (очистка газов в фильтрах: пористые перегородки, волокнистые фильтры, тканевые фильтры, зернистые фильтры, туманоуловители).*

Тема 2.3. Электрическая очистка газов.

*Классификация и конструкция электрофильтров. Эксплуатация и эффективность электрофильтров.*

Тема 2.4. Аппараты мокрой очистки газов.

*Достоинства и недостатки мокрых пылеуловителей. Конструкция мокрых пылеуловителей. Скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы. Пылеуловители с осаждением пыли на пленку жидкости.*

Тема 2.5. Сорбционные методы очистки от вредных газообразных выбросов и использование уловленных компонентов (аппараты химической и физико-химической очистки газов). Каталитическая очистка и термическое обезвреживание газов.

*Обработка газов методами абсорбции, адсорбции и конденсации. Очистка газов дожиганием. Процесс термического окисления. Основные характеристики химических методов очистки отходящих газов, технологические схемы и используемое оборудование: очистка газов от оксидов углерода, оксидов азота, оксидов серы, сероводорода, аммиака, галогенов.*

Раздел 3. Защита гидросферы от промышленных загрязнений (очистка сточных вод)

Тема 3.1. Основные способы очистки сточных вод.

*Требования, предъявляемые к качеству воды. Приёмы, технологические схемы и установки очистки сточных вод от нефтепродуктов, азот и фосфоросодержащих соединений, ПАВ, тяжелых металлов, радионуклидов и других поллютантов механическими, химическими, биохимическими и термическими методами. Классификация сточных вод. Основные группы методов очистки: осветление сточных вод; физико-химические методы очистки сточных вод; электрохимические методы очистки сточных вод; химические методы очистки сточных вод. Характеристика аэробных методов биохимической очистки. Термическое обезвреживание сточных вод.*

Раздел 4. Обзор методов и оборудования, применяемых для защиты окружающей среды на производствах.

Раздел 5. Технологические схемы защиты атмосферы.

*Составление технологических схем процессов очистки выбросов на различных предприятиях. Применяемое оборудование. Выбор и обоснование технологической схемы защиты окружающей среды от газообразных выбросов.*

Раздел 6. Обзор технологических схем очистки сточных вод.

Тема 6.1. Технологические схемы защиты гидросферы, аппараты очистки.

*Составление технологических схем процессов очистки сточных вод на различных предприятиях. Применяемое оборудование. Выбор и обоснование технологической схемы очистки сточных вод.*

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

1. Расчет отстойников.
2. Расчеты песколовков.
3. Расчет нефтеловушек.

4. Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли.
5. Расчет скруббера и форсунки.
6. Расчет адсорбера. Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов.
7. Расчет процессов и аппаратов экстракции.
8. Расчет электрокоагулятора.
9. Расчет аэротенка.
10. Расчет усреднителя.
11. Расчет флотатора.
12. Расчет гидроциклонов.
13. Расчет батарейного циклона.
14. Расчет решеток.
15. Расчет барабанных вакуум-фильтров.
16. Расчет пылесадительной камеры.
17. Расчет аппаратов обработки осадков: уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обеззараживание и обезвреживание осадков.
18. Расчет аппаратов термической обработки осадков. Сушка осадков конвективным методом. Сушка осадков через теплопередающую поверхность. Сжигание и пиролиз осадков.

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

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### **3.6. Курсовая работа**

1. Разработка технологических схем сухой очистки отходящих газов от пыли.
2. Очистка отходящих газов мокрыми пылеуловителями.
3. Очистка отходящих газов методом электрофильтрации.
4. Очистка отходящих газов методами фильтрации.
5. Очистка отходящих газов от туманов кислот, щелочей, масел.
6. Очистка промышленных выбросов от газовых примесей.
7. Каталитическая и термическая очистка газов.
8. Очистка отходящих газов котельной.
9. Очистка отходящих газов сварочных участков предприятий.
10. Очистка отходящих газов плавильного производства.
11. Очистка отходящих газов металлургического производства.
12. Биомембранные методы очистки сточных вод.
13. Подготовка производственных сточных вод для сброса в городскую канализацию.
14. Механическая (физическая) очистка сточных вод.
15. Осветление природных и сточных вод.
16. Очистка сточных вод от жира и нефтепродуктов.
17. Химическая очистка производственных сточных вод.

18. Физико-химическая очистка производственных сточных вод.
19. Биохимическая очистка производственных сточных вод.
20. Очистка дождевых и талых вод с территории предприятия.
21. Утилизация и ликвидация осадков сточных вод.

#### 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 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	
ОПК-1	ОПК-1.4	<p>знать:</p> <p>современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях</p>	<p>знает современные тенденции и развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, без ошибок</p>	<p>знает современные тенденции и развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает несколько небольших ошибок</p>	<p>знает современные тенденции и развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает несколько грубых ошибок</p>	<p>не ориентируется в современных тенденциях развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает много грубых ошибок</p>

		уметь:				
разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию, с отдельными несущественными недочетами выполняет все задания в полном объеме	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию; выполняет все задания в полном объеме, но некоторые недочеты	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию; решает типовые задачи с негрубыми ошибками, выполняет все задания, но не в полном объеме	не демонстрирует умения разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию, имеют место грубые ошибки		
владеть:						
способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасности при работе с газоочистными устройствами	демонстрирует оригинальные способности учитывать современные тенденции и развития техники и технологии в области обеспечения техники	демонстрирует базовые способности учитывать современные тенденции и развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасно	демонстрирует минимальный набор навыков учитывать современные тенденции и развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасно	не демонстрирует минимальные способности учитывать современные тенденции и развития техники и технологии в области обеспече		

			безопасности при работе с газоочистными устройствами без ошибок и недочетов	сти при работе с газоочистными устройствами с некоторыми недочетами	сти при работе с газоочистными устройствами; решает стандартные задачи с некоторыми недочетами	ния техники безопасности при работе с газоочистными устройствами и делает грубые ошибки
	ОПК-1.7	знать:				
		основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные в нормативной документации	знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные в нормативной документации, без ошибок	знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные в нормативной документации, допускает несколько небольших ошибок	знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные в нормативной документации, допускает несколько грубых ошибок	не ориентируется в основных методах очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованных в нормативной документации, допускает много грубых ошибок
		уметь:				
		пользоваться различной измерительной и вычислительной техникой, применять информационные технологии в профессиональ	демонстрирует умение пользоваться различной измерительной и вычислительной	демонстрирует умение пользоваться различной измерительной и вычислительной	демонстрирует умение пользоваться различной измерительной и вычислительной	не демонстрирует умения пользоваться различной измерительной и вычислительной

		ной деятельности инженера-эколога	техникой, применяют информационные технологии и в профессиональной деятельности инженера-эколога, с отдельными несущественными недочетами выполняют все задания в полном объеме	техникой, применяют информационные технологии и в профессиональной деятельности инженера-эколога; выполняют все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	техникой, применяют информационные технологии и в профессиональной деятельности инженера-эколога; решает типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполняют все задания, но не в полном объеме	ельной техникой, применяют информационные технологии и в профессиональной деятельности инженера-эколога, имеют грубые ошибки
		владеть:				
		навыками проектирования газопылеочистного оборудования, учитывая действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты окружающей среды от ингредиентных и энергетических загрязнений	демонстрирует оригинальные навыки проектирования газопылеочистного оборудования, учитывая действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов	демонстрирует базовые навыки проектирования газопылеочистного оборудования, учитывая действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты	демонстрирует минимальный набор навыков проектирования газопылеочистного оборудования, учитывая действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов	не демонстрирует минимальные навыки проектирования газопылеочистного оборудования, учитывая действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности

			защиты окружающей среды от ингретие нтных и энергетич еских загрязнен ий без ошибок и недочетов	окужао щей среды от ингретие нтных и энергетич еских загрязнен ий с некоторы ми недочета ми	защиты окружающей среды от ингретие нтных и энергетич еских загрязнен ий; решает стандартн ые задачи с некоторы ми недочета ми	ости объектов защиты окружающей среды от ингретие нтных и энергетич еских загрязнен ий и делает грубые ошибки
--	--	--	---	---	--	---

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. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учебное пособие для вузов / А.Г.Ветошкин. - М. : Высш. шк., 2008. - 639 с.

2. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учебное пособие / Л.В. Плотникова. - Текст : непосредственный. Ч.1. - Казань : КГЭУ, 2010. - 106 с.

3. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование : учебное пособие для вузов: в 5 томах / Д. А. Баранов, В. Н. Блиничев, А. В. Вязьмин и др.; под ред А. М. Кутепова. - М. : Логос, 2002. - Текст : непосредственный.

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

Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник для вузов: в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Логос: Высш.шк., 2003. - ISBN 5-06-004231-6. - Текст : непосредственный.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. LMS Moodle. Электронный курс «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». Ссылка <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2347>

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

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа, <http://www.mnr.gov.ru/>

2. Энциклопедии, словари, справочники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rubricon.com>.

3. Портал "Открытое образование". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru>.

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

1. Windows 7 Профессиональная (Pro). ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно.

2. Windows 10. ООО "Софтлайн трейд" № Tr096148 от 29.09.2020 Неискл. право. До 14.09.2021.

3. Браузер Chrome. Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.

4. Браузер Firefox. Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.

5. Adobe Flash Player. Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.

6. Adobe Acrobat. 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 (курсовой работы) _____ Д-528_ (указывается при наличии КР/КП и такой аудитории)	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	Раздел 2.	28.03.2024	добавлены темы к разделу 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5. Стр.5-6.		
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

**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.О.22 Процессы и аппараты защиты окружающей среды**

---

Казань, 2023 г.



<b>(зачет)</b>									
Задание промежуточной аттестации									0-15
В устной форме									0-30

Семестр   6  

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							Промежуточная аттестация
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	
<b>Раздел 4. «Обзор методов и оборудования, применяемых для защиты окружающей среды на производствах»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест или устный опрос		6							
Защита практической работы		5							
Отчет по самостоятельной работе		4							
<b>Раздел 5. «Технологические схемы защиты атмосферы»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест или устный опрос				6					
Защита лабораторной работы				5					
Отчет по самостоятельной работе				4					
<b>Раздел 6. «Обзор технологических схем очистки сточных вод»</b>	<b>ТК3</b>					<b>25</b>	<b>0-15</b>	<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
Тест или устный опрос						6			
Защита практической работы						5			
Отчет по самостоятельной работе						14			
<b>Промежуточная аттестация (КР)</b>	<b>ОМ кр</b>								<b>0-45</b>
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

**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
ОПК-1	ОПК-1.4	знать:				
		современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях	знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, без ошибок	знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает несколько небольших ошибок	знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает много грубых ошибок	не ориентируется в современных тенденциях развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности на предприятиях, допускает много грубых ошибок
		уметь:				

		разрабатывают мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию, с отдельными несущими и недочетами выполняет все задания в полном объеме	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию; выполняет все задания в полном объеме, некоторые недочетами	демонстрирует умение разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию; решает типовые задачи с негрубыми ошибками, выполняет все задания, но не в полном объеме	не демонстрирует умения разрабатывать мероприятия, связанные с испытаниями природоохранного оборудования и внедрением его в эксплуатацию, имеют грубые ошибки
		владеть:				
		способность учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техники	демонстрирует оригинальные способности учитывать современные	демонстрирует базовые способности учитывать современные тенденц	демонстрирует минимальный набор навыков учитывать современные	не демонстрирует минимальные способности учитывать современные

	<p>безопасности при работе с газоочистными устройствами</p>	<p>тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасности при работе с газоочистными устройствами без ошибок и недочетов</p>	<p>ии развития техники и технологий в области обеспечения техники безопасности при работе с газоочистными устройствами некоторыми недочетами</p>	<p>тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасности при работе с газоочистными устройствами; решает стандартные задачи с некоторыми недочетами</p>	<p>нные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техники безопасности при работе с газоочистными устройствами и делает грубые ошибки</p>	
	<p>ОПК-1.7</p>	<p>знать:</p>				
	<p>основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные в нормативной документации</p>	<p>знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные</p>	<p>знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные</p>	<p>знает основные методы очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей, рекомендованные</p>	<p>не ориентируется в основных методах очистки отходящих газов от твердых, жидких и газообразных примесей</p>	

			е в нормати вной докумен тации, без ошибок	е в нормати вной докумен тации, допуска ет несколь ко небольш их ошибок	е в нормати вной докумен тации, допуска ет несколь ко грубых ошибок	й, рекомен дованн ых в нормати вной докуме нтации, допуска ет много грубых ошибок
уметь:						
		пользоваться различной измерительн ой и вычислитель ной техникой, применять информацио нные технологии в профессиона льной деятельности инженера- эколога	демонст рирует умение пользо ваться различн ой измерит ельной и вычисли тельной технико й, применя ть информ ационны е техноло гии в професс иональн ой деятельн ости инженер а- эколога, с отдельн ыми	демонст рирует умение пользо ваться различн ой измерит ельной и вычисли тельной технико й, применя ть информ ационны е техноло гии в професс иональн ой деятельн ости инженер а- эколога; выполня ет все задания	демонст рирует умение пользо ваться различн ой измерит ельной и вычисли тельной технико й, применя ть информ ационны е техноло гии в професс иональн ой деятельн ости инженер а- эколога; решает типовые задачи с	не демонст рирует умения пользо ваться различн ой измерит ельной и вычисл ительно й технико й, примен ять информ ационн ые техноло гии в професс иональн ой деятель ности инжене ра- эколога,

			несущес твенным и недочет ами выполня ет все задания в полном объеме	в полном объеме, но некотор ые с недочет ами	негрубы ми ошибка ми, выполня ет ы все задания, но не в полном объеме	имеют место грубые ошибки
владеть:						
		навыками проектирова ния газопылеочи стного оборудовани я, учитывая действующи е нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты окружающей среды от ингредиентн ых и энергетическ их загрязнений	демонст рирует оригина льные навыки проекти рования газопыл еочистн ого оборудо вания, учитыва я действи ющие нормати вные правовы е акты для решения задач обеспеч ения безопас ности объекто в защиты окружа ющей среды от	демонст рирует базовые навыки проекти рования газопыл еочистн ого оборудо вания, учитыва я действи ющие нормати вные правовы е акты для решения задач обеспеч ения безопас ности объекто в защиты окружа ющей среды от ингреди	демонст рирует минима льные набор навыков проекти рования газопыл еочистн ого оборудо вания, учитыва я действи ющие нормати вные правовы е акты для решения задач обеспеч ения безопас ности объекто в защиты окружа ющей	не демонст рирует минима льные навыки проекти рования газопыл еочистн ого оборудо вания, учитыва я действи ющие нормати вные правовы е акты для решени я задач обеспеч ения безопас ности объекто в защиты окружа ющей

			ингредиентных и энергетических загрязнений без ошибок и недочетов	энергетических загрязнений с некоторыми недочетами	от ингредиентных и энергетических загрязнений; решает стандартные задачи с некоторыми недочетами	от ингредиентных и энергетических загрязнений и делает грубые ошибки
--	--	--	---	--	--	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание создания на промышленных предприятиях ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание создания на промышленных предприятиях ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

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

### 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
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения	Темы проектов

	практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

**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: ОПК-1.4; ОПК-1.7

Тест

1. Теплообменные аппараты реализуют:

- а. гидромеханические процессы
- б. тепловые процессы
- в. массообменные процессы
- г. механические процессы
- д. химические процессы

2. К механическим процессам не относят:

- а. процессы измельчения
- б. классификации
- в. смешивания
- г. перемещения
- д. конденсации

3. К химическим процессам относят:

- а. процессы перемешивания в жидких средах
- б. процессы классификации
- в. процессы, связанные с превращением веществ и изменением их свойств
- г. процессы кипения
- д. процессы сушки

4. Аппараты разделения жидких и газовых гетерогенных систем реализуют:

- а. гидромеханические процессы
- б. тепловые процессы
- в. массообменные процессы
- г. механические процессы
- д. химические процессы

5. Отходящие газы промышленности, содержащие взвешенные вещества или а. жидкие частицы, представляют собой:

- б. однофазную систему
- в. двухфазную систему
- г. трехфазную систему

Вопросы к комплексному заданию ТК1

- 1. Основные методы и принципы разделения веществ.
- 2. Основные принципы разделения веществ.
- 3. Методы разделения веществ.
- 4. Подготовка материалов к разделению.
- 5. Основные процессы и аппараты, применяемые на различных стадиях очистки.

Типовые задачи:

1. Рассчитать средние концентрации загрязнений в общем потоке производственных сточных вод, формирующемся от слияния сточных вод двух цехов: от цеха №1 расход производственных стоков составляет  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ , причем в сточных водах содержится  $100 \text{ мг/л}$  взвешенных веществ (ВВ) и  $75 \text{ мг/л}$  загрязнений по БПКполн.. Расход стоков от цеха №2 составляет  $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в потоке содержится  $150 \text{ мг/л}$  взвешенных веществ. В стоке от цеха №2 отсутствуют загрязнения по БПКп.

2. Определить коэффициент  $k$  к нормативу платы за сброс взвешенных веществ, если фоновая концентрация взвешенных веществ в воде водоема хозяйственно-питьевого назначения составляет  $11 \text{ мг/л}$

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1.4; ОПК-1.7

Тест

1. Отходящие газы промышленности, содержащие взвешенные вещества или жидкие частицы, представляют собой:

- а). однофазную систему

- б). двухфазную систему
- в). трехфазную систему

2. Аэрозоли – это:

- а). парообразные вещества
- б). газообразные вещества
- в). пыли, туманы, дымы

3. Пыли содержат частицы размером:

- а). от 5 до 50 мкм
- б). от 0,1 до 5 мкм
- в). от 0,05 до 0,1 мкм

4. Для обезвреживания аэрозолей используют следующие методы очистки:

- а). сухие, мокрые и электрические
- б). биохимические и химические
- в). термические

5. Выбор метода и аппарата для улавливания аэрозолей зависит в первую очередь от:

- а). объема очищаемого газа
- б). дисперсного состава аэрозолей
- в). химической активности загрязняющего вещества

Вопросы к комплексному заданию ТК2:

1. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация.

2. Подготовка промышленных газов к очистке. Регулирование основных параметров: дисперсного состава, температуры, влажности и концентрации.

3. Общие сведения о пылеулавливающей аппаратуре: пылесадительные камеры, циклоны, скрубберы, пенные аппараты, особенности оборудования для улавливания слипающихся пылей.

4. Очистка газовых промышленных выбросов от частиц с выраженными адгезионными свойствами. Зачистка внутренних поверхностей пылеулавливающей аппаратуры.

5. Применение и безопасная эксплуатация электрофильтров.

Типовые задачи:

1. Определить размеры пылесадительной камеры для очистки  $V = 5200 \text{ м}^3 / \text{ч} = 1,444 \text{ м}^3 / \text{с}$  газа плотностью  $\rho_s = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ; динамической вязкостью  $\mu = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ; кинематической вязкостью  $\nu = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 / \text{с}$  от шарообразных частиц кварца диаметром 50 мкм и плотностью  $2650 \text{ кг/м}^3$ .

2. Определить степень улавливания пыли в циклоне СДК-ЦН-33, если его диаметр 800 мм, гидравлическое сопротивление 1000 Па, температура газа 200<sup>0</sup>С, плотность пыли 4000 кг/м<sup>3</sup>, медианный размер пыли d<sub>50</sub>=10 мкм.

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1.4; ОПК-1.7

Тест

1. Вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, называется:

- а. хозяйственной
- б. технической
- в. сточной

2. Одним из путей уменьшения количества загрязненных сточных вод является:

- а. увеличение потребления воды
- б. повторное использование очищенных сточных вод в оборотных системах
- в. отвод через канализационную сеть на очистные сооружения

3. Система водного хозяйства промышленного предприятия, в которой вода используется многократно, называется:

- а. открытой
- б. универсальной
- в. замкнутой

4. Процесс извлечения загрязняющих веществ из сточных вод с помощью решеток и сит называется:

- а. грохочением
- б. отстаиванием
- в. процеживанием

5. Процесс осаждения из сточных вод грубодисперсных примесей называется:

- а. фильтрацией
- б. коагуляцией
- в. отстаиванием

**Вопросы к комплексному заданию ТКЗ:**

1. Состав и свойства сточных вод. Классификация сточных вод и принципы их канализования.

2. Классификация методов очистки промышленных сточных вод.

3. Оборудование для очистки промышленных сточных вод от крупных

загрязнений.

4. Осветление промышленных сточных вод в фильтрах.

5. Основы процесса флотационной очистки промышленных сточных вод.

Типовые задачи:

1. Рассчитать усреднитель барботажного типа. Исходные данные: на очистные сооружения поступают сточные воды неравномерно по расходу и концентрации загрязняющих веществ. Максимально часовой расход составляет  $q_{\max} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$  минимально часовой –  $q_{\min} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; среднечасовой  $q_{\text{mid}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Максимальная концентрация загрязнений –  $C_{\max} = 115 \text{ мг/л}$ ; средняя концентрация загрязнений –  $C_{\text{mid}} = 67 \text{ мг/л}$ ; допустимая по условиям работы последующих сооружений концентрация –  $C_{\text{adm}} = 72 \text{ мг/л}$ .

2. Рассчитать нефтеловушку на расход  $400 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 100 \text{ л/с}$ . В исходной воде содержатся нефтепродукты в количестве  $C_{\text{н}} = 500 \text{ мг/л}$  и минеральные примеси в количестве  $C_{\text{ен}} = 200 \text{ мг/л}$ .

**Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1.4; ОПК-1.7

Тест

1. Эффективность очистки сточных вод флотацией зависит от:

- а. скорости и объема сточных вод
- б. размера и количества пузырьков воздуха при продувке
- в. химического состава вод

2. Процесс поглощения загрязняющих веществ из сточных вод твердыми веществами называется:

- а. абсорбция
- б. адсорбция
- в. хемосорбция

3. Выделение из газа твердых и жидких частиц в процессе фильтрации основано на использовании следующих

механизмов:

- а. механизмов осаждения
- б. механизмов диффузии
- в. механизмов поверхностного натяжения

4. Пылеемкость – это:

- а. количество пыли на выходе фильтрующего аппарата
- б. количество пыли, задерживаемой фильтром за период непрерывной работы
- в. количество пыли в подаваемом на очистку газе

5. Вещества, обладающими свойствами поглощения положительных ионов, называются [\_\_\_\_\_]

Вопросы к комплексному заданию ТК4:

1. Принципы основных направлений создания малоотходной и безотходной технологий на предприятиях.
2. Анализ технологических процессов (различных областей производства) с позиции минимизации воздействия на окружающую среду.
3. Виды и источники загрязняющих веществ (различных областей производства).
4. Существующие мероприятия по снижению загрязнения (различных областей производства).

Типовые задачи:

1. Рассчитать пульсационную колонну для очистки сточных вод в количестве  $Q_v = 2 \text{ м}^3 / \text{ч}$ , содержащих фенол. Начальная концентрация фенола –  $C_0 = 10 \text{ г/л}$ ; конечная концентрация фенола в очищенной воде  $C = 0,1 \text{ г/л}$ .

2. Расчитать электрофильтр при исходных данных: температура газов  $t_2 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ ; разрежение в системе  $p_r = 2 \text{ кН/м}^2$  (200 мм. вод. ст.); содержание пыли в газах  $36,4 \text{ мг/нм}^3$ ; средний радиус частиц  $0,5 \text{ мкм}$ ; скорость газов в электрофильтре  $v = 0,8 \text{ м/с}$ ; радиус коронирующего электрода  $R_1 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ; расстояние между коронирующими электродами  $d = 0,24 \text{ м}$ ; активная длина коронирующих электродов  $l = 924 \text{ мм}$ ; количество осадительных электродов  $n = 16$ ; площадь осадительных электродов  $S = 242 \text{ м}^2$ ; расстояние между плоскостями осадительных и коронирующих электродов  $H = 0,15 \text{ м}$ ; напряжение  $U_{cp} = 46 \text{ кВ}$ ; суммарная длина электрического поля  $L = 4,8 \text{ м}$ ; активная площадь сечения электрофильтра  $F = 7,5 \text{ м}^2$ .

**Для текущего контроля ТК5:**

Вопросы к комплексному заданию:

1. Материальный баланс в процессах очистки выбросов вредных веществ в абсорбционных установках.
2. Принцип расчета количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от участков механической обработки материалов и сварочных работ.
3. Алгоритм расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере от нагретых организованных ИЗА.
4. Расчёт количества вредных веществ от гальванических и деревообрабатывающих производств.
5. Принцип подхода к проектированию технических средств защиты атмосферы от вентиляционных и промышленных выбросов.
6. Электрофильтры. Схемные решения. Регенерация электродов.

7. Термическое и термодаталитическое обезвреживание газовых выбросов.
8. Контроль за соблюдением нормативов ПДВ.
9. Схемы компоновки пылегазоочистных аппаратов в вентиляционных системах.
10. Мероприятия на период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ).

Типовые задачи:

1. Подобрать рукавный фильтр для очистки  $50\,000\text{ м}^3/\text{ч}$  отработанного сушильного агента после сушки известняка в барабанной сушилке. Температура отходящего сушильного агента  $80^\circ\text{C}$ , концентрация пыли на выходе из сушилки  $1,5\text{ г}/\text{м}^3$ , плотность частиц  $1800\text{ кг}/\text{м}^3$ , медианный диаметр частиц пыли  $3,5\text{ мкм}$ , содержание пыли после фильтра не должно превышать  $15\text{ мг}/\text{м}^3$ . В качестве фильтровальной ткани рекомендуется лавсан. Кроме того, подобрать вентилятор и определить мощность электродвигателя привода, если гидравлическое сопротивление системы без фильтра составляет  $1300\text{ Па}$ , КПД вентилятора  $0,75$ , передача к вентилятору – клиноременная.

2. Определить эффективность очистки пылегазового потока (воздуха) в полом скруббере и конечную концентрацию пыли в очищаемом воздухе по следующим исходным данным. Расход очищаемого газа  $V_{\Gamma} = 60000\text{ м}^3/\text{час}$ ; температура газа  $t = 75^\circ\text{C}$ ; начальная концентрация пыли  $C_n = 20\text{ г}/\text{м}^3$ ; плотность частиц пыли  $\rho_{\text{ч}} = 2800\text{ кг}/\text{м}^3$ ; загрязнитель: пыль смеси известняка и шлака; содержание  $\text{SiO}_2$  –  $28\%$ ; требуемая степень очистки: до ПДК ( $2\text{ мг}/\text{м}^3$ ).

### **Для текущего контроля ТК6:**

Вопросы к комплексному заданию:

1. Технология биохимического обезвреживания стоков, содержащих трудноокисляемые и высококонцентрированные примеси.
2. Технология биохимического обезвреживания стоков, загрязненных азотсодержащими и высококонцентрированными примесями.
3. Технология биохимического обезвреживания высококонцентрированных стоков с повышенным солесодержанием.
4. Парофазное термическое обезвреживание производственных сточных вод. Основные закономерности процесса и оборудование.
5. Жидкофазное термическое обезвреживание производственных сточных вод. Основные схемы установок и условия проведения процесса.
6. Технологические схемы и установки очистки сточных вод от нефтепродуктов, азот- и фосфорсодержащих соединений.
7. Блок-схемы общезаводских сооружений очистки поверхностных сточных вод.

8. Какие существуют технологические схемы аэротенков?
9. Процессы, применяемые при обработке осадков. Опишите применяемые методы уплотнения.
10. Опишите применяемые методы кондиционирования.

Типовые задачи:

1. Определить объем и размеры усреднителя для сточных вод, расходы и концентрация которых по часам суток изменяются неравномерно согласно данным таблицы и графику. Допускается концентрация усредненного стока  $C_{\text{доп}} \leq 300 \text{ г/м}^3$ .
2. Выбрать тип биофильтра, определить его площадь и диаметр, рассчитать расход воздуха и эффективность работы биофильтра по следующим исходным данным: сточные воды в количестве  $1200 \text{ м}^3/\text{сут}$ , содержащие фенола 50 мг/л, нефтепродуктов 30 мг/л, ацетона 100 мг/л и метанола 60 мг/л, должны быть подвергнуты полной биологической очистке на биофильтре. Вода имеет температуру  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## **Курсовая работа**

### **Темы курсовых работ**

1. Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Гравитационное осаждение. Усреднители, песколовки, отстойники, нефтеловушки. Расчет аппаратов
2. Термические методы выделения минеральных веществ: стадия концентрирования; стадия выделения сухих веществ. Методы концентрирования (вымораживание, испарение, кристаллизация). Установки вымораживания.
3. Мембранные процессы очистки воды. Обратный осмос и ультрафильтрация. Достоинства метода. Производительность и селективность мембран. Аппараты обратного осмоса и ультрафильтрации.
4. Биологические методы очистки СВ. Общие положения. Закономерности распада органических веществ в аэробных и анаэробных процессах. Влияние различных факторов на скорость биохимического окисления
5. Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод. Метод жидкофазного окисления. Метод парофазного каталитического окисления. Огневой метод.
6. Водопотребители. Водный баланс предприятия. Обратное водоснабжение - перспективный путь уменьшения потребления свежей воды. Схемы оборотного водоснабжения. Показатели оценки водопотребления воды.
7. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация. Состав газовых выбросов. Характеристики газовых

выбросов.

8. Современные тенденции в определении ПДВ. Экономический фактор и уменьшение валовых выбросов. Технические возможности предприятий по защите приземного слоя атмосферы

9. Подготовка газов к очистке и регулирование их основных параметров. Техничко-экономическая оценка пылеулавливающих устройств.

10. Абсорбция. Общие принципы. Очистка газов от диоксида серы. Известково-известняковые методы очистки газовых выбросов от  $\text{SO}_2$ , химия процесса. Безрекуперационный вариант известкового метода очистки газов от  $\text{SO}_2$

11. Адсорбционные методы защиты атмосферы Адсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Общие проблемы сорбционной очистки газов. Рекуперация паров органических растворителей.