

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**  
(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки (специальность)

20.03.01 - Техносферная безопасность

(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль)

Безопасность технологических процессов и производств

(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

Бакалавр

---

Разработчик

Нечёсова Ю. М.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой ТОСПиТБ

Карманова О.В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении проектно-конструкторской, сервисно-эксплуатационной, организационно-управленческой, экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской, научно-исследовательской деятельности.

Задачи дисциплины:

- идентификация источников опасностей в окружающей среде, рабочей зоне, на про-изводственном предприятии, определение уровней опасностей;
- выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания от природ-ных и техногенных опасностей;
- определение зон повышенного техногенного риска;
- участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руковод-ством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
- комплексный анализ опасностей техносферы.

Объекты профессиональной деятельности выпускников:

человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью; опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека; опасности среды обитания, связанные с опасными природными явлениями; опасные технологические процессы и производства; нормативные правовые акты по вопросам обеспечения безопасности; методы и средства оценки техногенных и природных опасностей и риска их реализации; методы и средства защиты человека и среды обитания от техногенных и природных опасностей; правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду; методы, средства спасения человека.

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

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	процессы и аппараты очистки газовых выбросов и сточных вод от вредных примесей	разрабатывать технологические схемы по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей	навыками разработки технологических схем воздуха и сточных вод от вредных примесей
2	ПК-2	способностью разрабатывать и использовать графическую документацию	нормативную документацию для проектирования технологических схем и оборудования для защиты окружающей среды	выполнять эскизы и чертежи аппаратов защиты окружающей среды	навыками работы на ЭВМ с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов
	ПК-5	способностью ориентироваться в основных методах	знать устройство и принцип работы основного оборудования для	выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и	навыками расчетов основного оборудования для

		и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей	защиты окружающей среды	окружающей среды	защиты окружающей среды
	ПК-6	способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты	оборудование для защиты окружающей среды	разрабатывать монтажные и технологические чертежи	навыками разработки монтажных схем

### 3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин:

*Процессы и аппараты*

*Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика.*

Дисциплина является предшествующей для изучения:

*Производственная практика, преддипломная практика.*

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		6 акад. часов	7 акад. часов
Общая трудоемкость дисциплины	288	108	180
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>120,7</b>	<b>55</b>	<b>65,7</b>
Лекции	48	18	30
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	48	18	30
Практические занятия	66	36	30
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	66	36	30
Консультации текущие	2,4	0,9	1,5
Консультация перед экзаменом	2	-	2
Курсовой проект	2	-	2
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>133,5</b>	<b>53</b>	<b>80,5</b>
Курсовой проект	32,5	-	32,5
Расчетно-графические работы	20	10	10
Проработка материалов по конспекту лекций	24	9	15
Проработка материалов по учебникам	41	24,5	16,5
Подготовка и защита практических работ (собеседование, тестирование, решение кейс-	16	9,5	6,5

заданий)			
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>-</b>	<b>33,8</b>

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, час
<b>6 семестр</b>			
<b>1.</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		
1.1	Основные методы и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей.	Технологические особенности пылеулавливающего оборудования и пылегазовые выбросы. Механические пылеуловители. Мокрые пылеуловители. Расчет аппаратов пылеочистки. Электрофильтры. Фильтры. Выбор и расчет промышленных фильтров. Технологический расчет фильтров. Аэродинамический расчет фильтров.	59
1.2	Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей	Очистка газовых выбросов от примесей методом адсорбции. Методы расчета адсорбционных процессов. Очистка газовых выбросов от примесей методом абсорбции. Методы расчета абсорбционных процессов. Аппаратурное оформление абсорбционных процессов. Ионнообменная очистка газовых потоков. Иониты. Методы интенсификации очистки газовых потоков ионитами. Аппаратурное оформление процессов ионнообменной очистки. Термическая очистка газовых выбросов.	49
<b>7 семестр</b>			
<b>2.</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	Процеживание. Отстаивание. Оборудование для процеживания и отстаивания. Фильтрование. Выбор материала фильтрующей перегородки. Обзор схем и конструкций фильтров. Очистка сточных вод в поле действия центробежных сил. Обзор схем и конструкций центрифуг. Основы параметрических расчетов центрифуг.	34,5
2.2.	Химические методы очистки промышленных стоков	Технологические схемы и аппараты процессов нейтрализации, окисления и восстановления.	17
2.3.	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	Очистка в природных условиях. Очистка в искусственных сооружениях. Аэротенки, окситенки, метантенки, биофильтры. Способы аэрации.	17
2.4.	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	Коагуляция. Флокулирование. Аппаратурное оформление процессов коагуляции и флокулирования. Флотация. Инженерное обеспечение процесса флотации. Адсорбция. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов. Ионнообменная очистка сточных вод. Аппаратурное оформление процессов ионнообменной очистки.	20

2.5.	Обработка осадков	Кристаллизаторы. Особенности эксплуатации и конструирования кристаллизаторов. Сушилki и их классификация. Обзор схем и конструкций	19,5
	<i>Консультации текущие</i>		2,4
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2
	<i>Зачет, экзамен</i>		0,3

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ (или С), час	СРО, час
6 семестр				
<b>1.</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>			
1.1	Основные методы и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей.	9	18	32
1.2	Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей.	9	18	21
7 семестр				
<b>2.</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>			
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	10	6	18,5
2.2	Химические методы очистки промышленных стоков	4	6	7
2.3	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	4	6	7
2.4	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	6	6	8
2.5	Обработка осадков	6	6	7,5
	Курсовой проект	-	-	32,5
	<i>Консультации текущие</i>			2,4
	<i>Консультации перед экзаменом</i>			2
	<i>Зачет, экзамен</i>			0,3

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, час
6 семестр			
<b>1.</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>18</b>
1.1	Основные методы и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей.	Общие сведения о пылевых выбросах и технологическом оборудовании пылеулавливания. Технологические особенности пылеулавливающего оборудования и пылегазовые выбросы. Механические пылеуловители. Общие сведения. Циклоны. Батарейные циклоны. Вихревые инерционные пылеуловители. Динамические пылеуловители. Аэродинамический и технологический расчет циклонов. Расчет вихревых пылеуловителей. Мокрые пылеуловители. Общие сведения. Полые, насадочные и гидродинамические скрубберы. Скрубберы ударно-инерционные, ПВМ, Дойля, ротоклоны и центробежные скрубберы с боковым расположением	9

		<p>форсунок и с внутренними завихрителями. Скрубберы Вентури, коагуляционные мокрые пылеуловители. Брызгоунос и сепарация капель. Расчет аппаратов пылеочистки мокрого типа (полого форсуночного скруббера, пенных аппаратов, скруббера Вентури).</p> <p>Электрофильтры Общие сведения. Типы и конструкции электрофильтров. Расчет и выбор электрофильтров. Выбор типоразмера электрофильтра и теоретический расчет эффективности пылеулавливания: по методике Семибратовского филиала НИИОГАЗ, по методике Дейча. Выбор электроагрегатов для питания электрофильтров. Расчет оптимальных параметров регенерации осадительных электродов.</p> <p>Фильтры Общие сведения. Тканевые рукавные фильтры: с импульсной и обратной продувкой, с механической деформацией рукавов в сочетании с обратной продувкой. Зернистые фильтры: статические, динамические, Фильтры со связанной структурой зернистого слоя. Гидродинамические особенности при обеспыливании газов зернистыми слоями. Выбор и расчет промышленных фильтров. Технологический расчет фильтров. Аэродинамический расчет фильтров.</p>	
1.2	Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей	<p>Очистка газовых выбросов от примесей методом адсорбции Методы расчета адсорбционных процессов. Методы интенсификации адсорбционных процессов. Регенерация адсорбентов. Метод расчета адсорбционно- десорбционного цикла с учетом вспомогательных стадий.</p> <p>Аппаратурное оформление адсорбционных процессов: полочные (сменные) адсорберы: адсорберы с постоянно регенерируемыми слоями, адсорберы с движущимся слоем адсорберы с псевдооживленным слоем. Конструктивный расчет адсорберов.</p> <p>Очистка газовых выбросов от примесей методом абсорбции Методы расчета абсорбционных процессов. Аппаратурное оформление абсорбционных процессов.</p> <p>Обзор схем и конструкций аппаратов с фиксированной поверхностью контакта фаз (пленочных, полочных и распылительных аппаратов). Аппараты с поверхностью контакта фаз, образуемой в процессе движения потоков: тарельчатые и насадочные. Обзор схем конструкций тарельчатых колон с колпачковыми, клапанными, ситчатыми, 3-образными тарелками, тарелками с двумя зонами контакта фаз и с шаровой псевдооживленной насадкой.</p> <p>Насадочные колонны, виды насадок и требования, предъявляемые к ним.</p> <p>Распределительные, перераспределительные и прочие элементы</p>	9

		<p>конструкции внутренних устройств насадочных колон. Конструктивный расчет абсорберов.</p> <p>Ионообменная очистка газовых потоков Иониты. Методы интенсификации очистки газовых потоков ионитами. Аппаратурное оформление процессов ионообменной очистки. Регенерация ионитов. Методы расчета промышленных ионообменных аппаратов</p> <p>Каталитическая очистка газовых выбросов Катализаторы. Каталитическое окисление. Способы интенсификации очистки газовых выбросов методом катализа. Регенерация катализаторов.</p> <p>Термическая очистка газовых выбросов Термическое окисление. Системы дожигания. Инженерное обеспечение систем дожигания: горелки, устройство камер сгорания, оборудование для прокачки газов, футеровка поверхностей. Установки утилизации тепла: теплообменники, экономайзеры.</p>	
7 семестр			
<b>2.</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>30</b>
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	<p>Процеживание. Отстаивание. Оборудование для процеживания и отстаивания: решетки, сита, песколовки, отстойники (горизонтальные, вертикальные, радиальные, трубчатые), нефтеловушки. Фильтрование. Выбор материала фильтрующей перегородки. Обзор схем и конструкций фильтров периодического действия (нутч-фильтры, ФПАКМ, фильтр-прессы рамные, листовые, патронные фильтры, слоевые зернистые) и непрерывного действия (ленточные, дисковые и барабанные) и особенности их эксплуатации. Регенерация фильтров. Технологический расчет фильтров. Конструкционный расчет фильтров.</p> <p>Очистка сточных вод в поле действия центробежных сил. Выбор типа и конструкции гидроциклонов (напорные, открытые). Обзор схем и конструкций центрифуг (отстойных и фильтрующих) с ручной, ножевой механизированный, гравитационной, инерционной, шнековой выгрузкой, а также центрифуг с пульсирующим и выталкивающим поршнем, сверхцентрифуг. Особенности эксплуатации и конструирования центрифуг в периодическом, непрерывном и автоматическом режимах. Основы параметрических расчетов центрифуг. Расчет отстойной центрифуги периодического действия.</p>	10
2.2.	Химические методы очистки промышленных стоков	<p>Технологические схемы и аппараты процессов нейтрализации, окисления и восстановления (фильтры-нейтрализаторы, нейтрализаторы смешения, нейтрализаторы дымовыми газами, усреднители, озонаторы, термодеструкторы</p>	4

2.3.	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	Очистка в природных условиях. Очистка в искусственных сооружениях. Аэротенки, окситенки, метатенки, биофильтры. Способы аэрации.	4
2.4.	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	Коагуляция. Флокулирование. Аппаратурное оформление процессов коагуляции и флокулирования. Флотация. Инженерное обеспечение процесса флотации. Адсорбция. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов: полочные (сменные) адсорберы, адсорберы с постоянно регенерируемыми слоями, адсорберы с движущимся слоем адсорберы с псевдооживленным слоем. Конструктивный расчет адсорберов. Ионообменная очистка сточных вод. Аппаратурное оформление процессов ионообменной очистки. Экстракция. Схемы экстракции. Конструкции и расчет экстракторов. Обратный осмос, микро- и ультрафильтрации. Технические характеристики и области применения мембран. Установки для ультрафильтрации и обратного осмоса: плоского, трубчатого, рулонного типов, аппараты на основе полых волокон. Расчет и конструирование этих аппаратов.	6
2.5.	Обработка осадков	Кристаллизаторы, назначение и классификация. Обзор схем и конструкций кристаллизаторов с удалением части растворителя (выпарные аппараты), с охлаждением раствора (качающиеся, шнековые, вальцевые аппараты), вакуум-кристаллизаторы. Особенности эксплуатации и конструирования кристаллизаторов. Сушилки и их классификация. Обзор схем и конструкций конвективных и контактных сушилок: камерных, туннельных, барабанных, ленточных, петлевых, шахтных, с псевдооживленным слоем, вальцовых. Расчет сушильных установок.	6

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
<b>6 семестр</b>			
<b>1.</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>36</b>
1.1	Основные методы и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей.	Аэродинамический и технологический расчет циклонов Расчет вихревых пылеуловителей Расчет аппаратов пылеочистки мокрого типа (полого форсуночного скруббера, пенных аппаратов, скруббера Вентури) Расчет и выбор электрофильтров Выбор и расчет промышленных фильтров. Технологический расчет фильтров. Аэродинамический расчет фильтров	18
1.2	Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей.	Расчет адсорбционно-десорбционного процесса. Конструктивный расчет адсорберов Расчет абсорбционных процессов.	18

		Конструктивный расчет абсорберов Расчет промышленных ионообменных аппаратов Расчет термokatалитических реакторов	
7 семестр			
<b>2.</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>30</b>
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	Расчет усреднителей, решеток, песколовков, гидроциклонов	6
2.2	Химические методы очистки промышленных стоков	Расчет нейтрализаторов	6
2.3	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	Расчет азотенок, оксиденков, биофильтров	6
2.4	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	Расчет коагулянтов, электрокоагуляционных установок, флотаторов и электрофлотаторов, сорбции, ионообменной очистки, электролизеров, обратного осмоса	6
2.5	Обработка осадков	Расчет сушильных установок	6

### 5.2.3 Лабораторный практикум "не предусмотрен"

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
6 семестр			
<b>1.</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>53</b>
1.1	Основные методы и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей.	Расчетно-графическая работа	10
		Проработка материалов по конспекту лекций	4,5
		Проработка материалов по учебникам	12,5
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	5
1.2	Очистка промышленных выбросов от токсичных газовых примесей.	Проработка материалов по конспекту лекций	4,5
		Проработка материалов по учебникам	12
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	4,5
7 семестр			
<b>2.</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>		<b>80,5</b>
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	Расчетно-графическая работа	10
		Проработка материалов по конспекту лекций	3
		Проработка материалов по учебникам	4
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	1,5
2.2	Химические методы очистки промышленных стоков	Проработка материалов по конспекту лекций	3
		Проработка материалов по учебникам	3

		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	1
2.3	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	Проработка материалов по конспекту лекций	3
		Проработка материалов по учебникам	3
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	1
2.4	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	Проработка материалов по конспекту лекций	3
		Проработка материалов по учебникам	3,5
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	1,5
2.5	Обработка осадков	Проработка материалов по конспекту лекций	3
		Проработка материалов по учебникам	3
		Оформление отчета и проведения расчетов по практической работе	1,5
		Курсовой проект	32,5

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от вредных выбросов : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 417 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564893> (дата обращения: 22.06.2022). – Библиогр.: с. 409 - 411. – ISBN 978-5-9729-0249-1. – Текст : электронный.

2. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 461 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564894> . – Библиогр.: с. 451 - 453. – ISBN 978-5-9729-0347-4. – Текст : электронный.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Аппараты очистки газов : учебно-методическое пособие / Ю. М. Кочнов, И. В. Барышева, Л. А. Мирошкина, Н. Н. Козлова. — Москва : МИСИС, 2001. — 161 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116822>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Процессы, аппараты и техника защиты окружающей среды : учебное пособие / В. И. Легкий, Ю. .. Горбатенко, И. Г. Первова, И. Н. Липунов ; под редакцией И. Н. Липунова. — Екатеринбург : УГЛТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Очистка газопылевых выбросов — 2018. — 299 с. — ISBN 978-5-94984-569-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142510>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сотникова, Е. В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания : учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-1624-0. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168724>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды [Текст]: учебное пособие для студ. вузов (гриф МО)/ А. Г. Ветошкин - М.: Высшая школа, 2014. - 639 с.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/>.

2. Самостоятельная работа студентов предполагает работу с отечественной литературой, учебниками, конспектами лекций, учебно-методическими материалами к практическим работам по алгоритму, детально изложенному в Методических указаниях к выполнению самостоятельной работы:

Нечёсова, Ю.М. Процессы и аппараты защиты окружающей среды [Текст] : методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность / Ю. М. Нечесова, Е. В. Батурина, Е. А. Рудыка,; ВГУИТ, Кафедра ТОСППитБ. - Воронеж : ВГУИТ, 2022 - 32 с.

Методические указания размещены дополнительно в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/> Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в виде тестирований, опросов, устных ответов, представления публичной защиты проектов.

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

### **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

### **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения 3KL» <https://education.vsu.ru/>, автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>, образовательная платформа «Лифт в будущее» <https://lift-bf.ru/courses>.

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – н-р, ОС Windows, ОС ALT Linux.**

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>.

1) Ауд. 37. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)

Тренажер сердечно-легочной реанимации "Максим-1" (2 шт.), тренажер сердечно-легочной реанимации "Максим-3" (1 шт.), проектор EB-S41, люксметр Testo-540, люксметр Аргус-01, анализатор дымовых газов Testo-310, газоанализатор Хоббит Т-хлор, газоанализатор «Ока-92», аспирационный психрометр MB-34, термоанемометр электронный АТТ-1003, шумомер Testo-CEL-620.81, шумомер интегрирующий Casella 620, цифровой измеритель уровня шума (модель 89221), измеритель напряженности ЭМП от ЭВМ (Ве-метр АТ-002), барометр, гигрометр, мегаомметр ЭСО 202/2, омметр М372, тахометр Testo-465, дозиметр-радиометр МКС-05 «Терра», гамма-радиометр РУГ-У1М.

2) Ауд. 39. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей). Шкаф вытяжной, устройство перемешивающее ES-8300 D, сушильный шкаф – 2 шт., стол лабораторный для взвешивания, стол лабораторный двухсторонний – 2 шт., стол лабораторный односторонний, стол лабораторный с керамической выкладкой, шкаф сушильный, шкаф сушильный ES-4620, рН-метр «рН-150», рН-метр карманный – 2 шт., стенд «Щелевая взрывозащита».

3) Ауд. 42. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей).

Мультимедийный проектор, экран); проектор BenQ MP-512, экран ScreenMedia MW213\*213 настенный; ПК PENTium 2048Mb/512Mb/500G/DVD+RW; усилитель мощности звука; Ноутбук Aser 2492 WLMi

4) Ауд. 36а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей).

5) Ауд.41б. Помещение (Учебная аудитория) для самостоятельной работы обучающихся. IBM-PC Pentium - 8 шт., сканер, принтер HP Laser Jet Pro P 1102RU  
Читальные залы ресурсного центра.

6) Читальные залы ресурсного центра, оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.

### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Распределение трудо-емкости по семестрам, ак. ч	
		8 акад. часов	9 акад. часов
Общая трудоемкость дисциплины	288	108	180
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>31,7</b>	<b>13,8</b>	<b>17,9</b>
Лекции	12	6	6
В том числе в форме практической подготовки	12	6	6
Практические занятия	12	6	6
В том числе в форме практической подготовки	12	6	6
Консультации текущие	1,8	0,9	0,9
Консультация перед экзаменом	2	-	2
Рецензирование курсового проекта	2	-	2
Рецензирование контрольной работы	1,6	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>245,6</b>	<b>90,3</b>	<b>155,3</b>
Курсовой проект	32,5	-	32,5
Проработка материалов по конспекту лекций	6	3	3
Контрольная работа	18,4	9,2	9,2
Проработка материалов по учебникам	183,9	75,7	108,2
Подготовка и защита практических работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4,8	2,4	2,4
<b>Подготовка к зачету и Экзамену (контроль)</b>	<b>10,7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,8</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студентов следующих компетенций:

- способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива (ПК-1);
- способностью разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК-2);
- способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей (ПК-5);
- способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты (ПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- процессы и аппараты очистки газовых выбросов и сточных вод от вредных примесей;
- нормативную документацию для проектирования технологических схем и оборудования для защиты окружающей среды;
- устройство и принцип работы основного оборудования для защиты окружающей среды;
- оборудование для защиты окружающей среды.

уметь:

- разрабатывать технологические схемы по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей;
- выполнять эскизы и чертежи аппаратов защиты окружающей среды;
- выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды;
- разрабатывать монтажные и технологические чертежи.

владеть:

- навыками разработки технологических схем воздуха и сточных вод от вредных примесей
- навыками работы на ЭВМ с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов
- навыками расчетов основного оборудования для защиты окружающей среды
- навыками разработки монтажных схем

**Содержание разделов дисциплины.** Технологические особенности пылеулавливающего оборудования и пылегазовые выбросы. Механические пылеуловители. Мокрые пылеуловители. Расчет аппаратов пылеочистки. Электрофильтры. Фильтры. Выбор и расчет промышленных фильтров. Технологический расчет фильтров. Аэродинамический расчет фильтров. Очистка газовых выбросов от примесей методом адсорбции. Методы расчета адсорбционных процессов. Очистка газовых выбросов от примесей методом абсорбции. Методы расчета абсорбционных процессов. Аппаратурное оформление абсорбционных процессов. Ионнообменная очистка газовых потоков. Иониты. Методы интенсификации очистки газовых потоков ионитами. Аппаратурное оформление процессов ионнообменной очистки. Термическая очистка газовых выбросов. Процеживание. Отстаивание. Оборудование для процеживания и отстаивания. Фильтрование. Выбор материала фильтрующей перегородки. Обзор схем и конструкций фильтров. Очистка сточных вод в поле действия центробежных сил. Обзор схем и конструкций центрифуг. Основы параметрических расчетов центрифуг. Технологические схемы и аппараты процессов нейтрализации, окисления и восстановления. Очистка в природных условиях. Очистка в искусственных сооружениях. Аэротенки, окситенки, метатенки, биофильтры. Способы аэрации. Коагуляция. Флокулирование. Аппаратурное оформление процессов коагуляции и флокулирования. Флотация. Инженерное обеспечение процесса флотации. Адсорбция. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов. Ионнообменная очистка сточных вод. Аппаратурное оформление процессов ионнообменной очистки. Кристаллизаторы. Особенности эксплуатации и конструирования кристаллизаторов. Сушилки и их классификация. Обзор схем и конструкций.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Перечень компетенций		Этапы формирования компетенций		
	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	процессы и аппараты очистки газовых выбросов и сточных вод от вредных примесей	разрабатывать технологические схемы по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей;	навыками разработки технологических схем по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей
2	ПК-2	Способность разрабатывать и использовать графическую документацию	основные стандарты на проектирование промышленных объектов (СНиП);	выполнять эскизы и чертежи аппаратов защиты окружающей среды	навыками работы на ЭВМ с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов
3	ПК-5	Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	методы расчетов оборудования защиты окружающей среды по критериям работоспособности и надежности	применять методы расчета оборудования защиты окружающей среды по критериям работоспособности и надежности	методами выполнения конструктивных и поверочных расчетов аппаратов защиты окружающей среды
4	ПК-6	способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты	оборудование для защиты окружающей среды от загрязнений	выбирать оборудование для защиты окружающей среды	навыками применения оборудования для защиты окружающей среды

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
<b>1</b>	<b>Защита воздушного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>				
1.1	Основные методы и особенности очистки газов от аэрозолей.	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	1-8, 38-44, 67-71	Процентная шкала
			Расчетно-графическая работа	206-212	
			Собеседование (защита практической работы)	89-99, 119-121, 132-136	Уровневая шкала
			Кейс-задания (зачет, экзамен)	152-156, 183-188	
1.2	Очистка	ПК-1 ПК-2	Банк тестовых заданий	9-12, 45-47, 72-74	Процентная шкала

	промышленных выбросов от токсичных газовых примесей	ПК-5 ПК-6	Собеседование (защита практической работы)	100-103, 122-123, 137-138	Защита практических работ
Кейс-задания (зачет, экзамен)			157-163	Уровневая шкала	
<b>2</b>	<b>Защита водного бассейна от вредных промышленных выбросов</b>				
2.1	Механические методы очистки промышленных стоков	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	13-17, 48-52, 75-76	Процентная шкала
			Собеседование (защита практической работы)	104-106; 124, 132-142	Защита практических работ
			Курсовой проект	219-221	Проверка преподавателем
			Расчетно-графическая работа	213	Проверка преподавателем
			Кейс-задания (зачет, экзамен)	164-168, 170-173, 177-182, 187-196	Уровневая шкала
2.2	Химические методы очистки промышленных стоков	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	18-21, 53-54, 77-79	Процентная шкала
			Собеседование (защита практической работы)	107-109, 125, 143-145	Защита практических работ
			Курсовой проект	222-225	Проверка преподавателем
			Расчетно-графическая работа	214	Проверка преподавателем
			Кейс-задания (зачет, экзамен)	177-182, 197-198	Уровневая шкала
2.3	Биохимические методы очистки промышленных стоков.	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	22-28, 55-59, 80-82	Процентная шкала
			Собеседование (защита практической работы)	110-11, 126, 146	Защита практических работ
			Курсовой проект	223-226	Проверка преподавателем
			Расчетно-графическая работа	215	Проверка преподавателем
			Кейс-задания (зачет, экзамен)	169, 199-200	Уровневая шкала
2.4	Физико-химические методы очистки промышленных стоков	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	29-33, 60-62, 83-85	Процентная шкала
			Собеседование (защита практической работы)	112-116, 127-128, 147-150	Защита практических работ
			Курсовой проект	227-230	Проверка преподавателем
			Расчетно-графическая работа	216	Проверка преподавателем
			Кейс-задания (зачет, экзамен)	174-176, 201-202	Уровневая шкала
2.5	Обработка осадков	ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6	Банк тестовых заданий (зачет, экзамен)	34-37, 64-66, 86-88	Процентная шкала
			Собеседование (защита практической работы)	117-118, 129-131, 151	Защита практических работ

		Курсовой проект	230-233	Проверка преподавателем
		Расчетно-графическая работа	217-218	Проверка преподавателем
		Кейс-задания (зачет, экзамен)	203-205	Уровневая шкала

### 3 Оценочные средства для промежуточной аттестации.

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

#### **3.1 Тесты (тестовые задания)**

##### **3.1.1 ПК-1 – способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива**

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1.	<p>Аппараты очистки выбросов в атмосферу характеризуются:</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>a. Эффективностью очистки</p>
	<p>b. Гидравлическим сопротивлением</p> <p>c. Мощностью побудителя движения газов через аппарат очистки</p> <p>d. Всеми перечисленными и другими</p>
2.	<p>Гравитационные пылеуловители обеспечивают эффективность пылеулавливания</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>a. 30 - 40 %</p> <p>b. 10 - 30 %</p> <p>c. 40 - 50 %</p> <p>d. 50 - 70 %</p>
3.	<p>Гравитационными пылеуловителями улавливаются размера частицы</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>a. Более 100 мкм</p> <p>b. Менее 100 мкм</p> <p>c. 10 - 50 мкм</p> <p>d. 5 - 10 мкм</p>
4.	<p>Селективными по отношению NO абсорбентами являются</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>a. FeSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>2</sub></p> <p>b. HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></p> <p>c. KOH, NaOH</p> <p>d. Ba(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub></p>
5.	<p>Вторичные отстойники используются для</p> <p>a. предварительного осветления сточных вод, поступающих на БХО или ФХО</p> <p>b. осветления воды, прошедшей БХО и ФХО</p> <p>в. Обработки осадка</p>
6.	<p>1. При сухой механической очистке осуществляется ...</p> <p>a. разделение газовой смеси воздействием внешней механической силы на частицу в газе</p> <p>b. фильтрация газа через пористые перегородки, задерживающие взвешенные в воде частицы</p> <p>в. осаждение взвешенных в газе частиц в электрическом поле</p>

7.	Скорость газового потока в скрубберах Вентури а. 10 - 20 м/с б. 60 - 70 м/с в. 40 - 50 м/с г. 0,1 - 1 м/с
8.	Винтообразное движение сточной воды используют песколовки а. Горизонтальные и вертикальные б. Аэрируемые и горизонтальные в. Тангенциальные и вертикальные г. Аэрируемые и тангенциальные
9.	В процессах физической адсорбции наибольшей эффективностью обладают адсорбенты - ... Выберите один ответ: а. Активированный уголь б. Селикагели с. Алюмогели д. Цеолиты
10.	Для очистки от органических растворенных примесей используются процессы Выберите один ответ: а. отстаивание, флотация, фильтрование б. ректификация, адсорбция, биологическое окисление с. фильтрование, отстаивание
11.	К аппаратам для улавливания паров и газов не относится Выберите один ответ: а. Абсорбционный б. Адсорбционный с. Термический нейтрализатор д. Фильтр
12.	При взаимодействии с какими абсорбентами одновременно протекают реакции окисления и адсорбции NOx Выберите один ответ: а. Ca(OH) <sub>2</sub> , NaOH б. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , HNO <sub>3</sub> с. HNO <sub>3</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub> д. H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
13.	К механической очистке сточных вод относятся процессы Выберите один ответ: а. отстаивание, флотация, фильтрование б. ионный обмен, адсорбция, нейтрализация с. озонирование, хлорирование, ректификация
14.	К сооружениям первичной очистки относятся следующие виды оборудования Выберите один ответ: а. аэротенки, биологические фильтры б. решетки, песколовки, отстойники с. метантенки
15.	Песколовки используются для: а. удаления из сточных вод минеральных нерастворимых загрязнений б. удаления из сточных вод органических нерастворимых загрязнений в. удаления из сточных вод минеральных и органических нерастворимых загрязнений
16.	Вторичные отстойники используются для а. предварительного осветления сточных вод, поступающих на БХО или ФХО б. осветления воды, прошедшей БХО и ФХО в. обработки осадка
17.	Максимальный угол наклона пластин тонкослойного блока в отстойнике а. 10° б. 30° в. 60° г. 90°
18.	К восстановлению NOx до N <sub>2</sub> приводит Использование химических соединений ... Выберите один ответ: а. HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> б. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NaHCO <sub>3</sub> с. H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> д. Ca(OH) <sub>2</sub> , NaOH

19.	Предельная концентрация горючих компонентов в процессах прямого сжигания в печи: а. Ниже нижнего предела взрываемости на 25%. но в пределах области воспламенения. б. Выше верхнего предела взрываемости на 10 % с. Ниже нижнего предела взрываемости на 50 % д. На уровне нижнего предела взрываемости
20.	Окисление ядовитых цианид-ионов CN- осуществляется методом: а. Нейтрализации б. Восстановления с. Окисления активным хлором д. Гидролизом
21.	Наиболее безопасен вид хлораторов а. Напорный б. Вакуумный в. Нет такого

22.	<p>Рекомендуемая последовательность методов очистки: ...          Выберите один ответ:</p> <p>а. биологическая очистка, механическая очистка, физико-химическая, обработка осадков          б. механическая очистка, физико-химическая и (или) биологическая очистка, обработка осадков          в. механическая очистка, обработка осадков, физико-химическая очистка</p>
23.	<p>Органические загрязнения из сточных вод в биофильтре поглощает</p> <p>а. Биопленка          б. Активный ил          в. Кислород воздуха          г. Загрузочный материал</p>
24.	<p>В аэротенках используют регенераторы для:</p> <p>а. регенерации восстановительных свойств активного ила          б. регенерации сточной воды          в. восстановления окислительных свойств активного ила          г. восстановления необходимой дозы активного ила</p>
25.	<p>Погружные дисковые биофильтры относятся к биофильтрам с :</p> <p>а. объемной загрузкой          б. плоскостной загрузкой          в. мягкой или рулонной загрузкой</p>
26.	<p>Для эффективной биохимической очистки благоприятна реакция среды pH</p> <p>а. pH= 8.5 - 9.5          б. pH= 3.5 - 4.5          в. pH= 6.5 - 7.5</p>
27.	<p>Самую высокую окислительную способность имеют сооружения биологической очистки</p> <p>а. Аэротенки          б. Биофильтры          в. Биологические пруды          г. Циркуляционные окислительные каналы</p>
28.	<p>Могут ли в биофильтрах быть движущиеся части</p> <p>а. Всегда имеются          б. Никогда не могут быть          в. Зависит от типа биофильтра</p>
29.	<p>Намывной слой - это слой</p> <p>а. зернистого материала для фильтрования малоконцентрированных суспензий          б. осадка вспомогательного материала          в. осадка, образованного в результате осаждения твердой фазы суспензии</p>
30.	<p>Для очистки сточных вод рекомендуется использовать следующие коагулянты</p> <p>а. пенопластовые шарики          б. соли алюминия, магния и железа, известь          в. строительный песок, глина</p>
31.	<p>Флотация используется в основном для удаления</p> <p>а. БПК и взвешенных веществ          б. ПАВ, жиров и масел          в. Фенолов и эфиров          г. Тяжелых металлов, биогенных элементов и жесткости</p>
32.	<p>Открытые снизу трубы используются для системы аэрации</p> <p>а. мелкопузырчатой          б. среднепузырчатой          в. крупнопузырчатой          г. механической</p>
33.	<p>Фильтр работает более производительнее при режиме фильтрования</p> <p>а. Постоянного перепада давления          б. Постоянной скорости фильтрования          в. Переменной скорости и переменного перепада давления</p>
34.	<p>Обработка осадков сточных вод производится методами:</p> <p>а. Стабилизация;          б. Уплотнение;          в. Кондиционирование;          г. Окисление;          д. Хлорирование</p>

35.	По происхождению осадки можно классифицировать на: 1. Первичные: 1.1. грубые (образуются на решетках и ситах; влажность - 80%); 1.2. тяжелые (на песколовках; влажность - 60%); 1.3. плавающие (на отстойниках; влажность - 60%); 1.4. сырые (на первичных отстойниках и осветлителях; влажность около 93-95%); 1.5. сухие 2. Вторичные: 2.1. сырые (на вторичных отстойниках; влажность около 99,2-99,7%); 2.2. сброженные (на сооружениях стабилизации осадка; влажность – 97%); 2.3. уплотненные (на илоуплотнителях и осадкауплотнителях; влажность - 90-96 %); 2.4. обезвоженные (на сооружениях обезвоживания; влажность - 68-75%); 2.5. сухие (после сушилок). 2.6. грубые
36.	По степени опасности, токсичности осадки делят: а. Малоопасные; б. Умеренно опасные; с. Высоко опасные; д. Чрезвычайно опасные. е. Среднеопасные
37.	Стабилизация осадков сточных вод бывает: 1. Анаэробная; 2. Аэробная; 3. Реагентная.

### 3.1.2 ПК-2 – способность разрабатывать и использовать графическую документацию

№ задания	Тестовое задание
38.	Профиль осадительного электрода придают сложную форму для а. обеспечения отряхиваемости пыли и уменьшения вторичного уноса б. создания в электрического поля с высокой напряженностью в. эстетического восприятия
39.	Какие виды оборудования относятся к сухим механическим пылеуловителям Выберите один ответ: а. пористые фильтры б. пылеосадительные камеры, инерционные пылеуловители, циклоны с. барботажные пылеуловители
40.	При сухой механической очистке осуществляется ... Выберите один ответ: а. разделение газовой смеси воздействием внешней механической силы на частицу в газе б. фильтрация газа через пористые перегородки, задерживающие взвешенные в воде частицы с. осаждение взвешенных в газе частиц в электрическом поле
41.	Среди достоинств сухих механических пылеуловителей можно отметить Выберите один ответ: а. простота конструкции, безотказность работы при обычной и высоких температурах б. высокая степень очистки с. пригодность для улавливания частиц менее 10 мкм
42.	Пылеуловители бывают сухие, мокрые, фильтры, а также: Выберите один ответ: а. Абсорбционные б. Адсорбционные с. Термические д. Электрические
43.	При расчете песколовков принимают отношение ширины к глубине ... д. 1 : 2 е. 2 : 3 ж. 1 : 5

44.	<p>Применяются циклоны с углом наклона входного патрубка:</p> <p>а. 420, 240, 110.  б. 240, 150, 110.  в. 270, 150, 180.</p>
45.	<p>Абсорбционные методы очистки целесообразно применять при</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>а. высокой концентрации извлекаемого компонента в газе и большом расходе очищаемых газов  б. высокой концентрации извлекаемого компонента в газе и небольшом расходе очищаемых газов  с. низкой концентрации извлекаемого компонента в газе и небольшом расходе очищаемых газов  д. низкой концентрации извлекаемого компонента в газе и большом расходе очищаемых газов</p>
46.	<p>Адсорбционные методы очистки целесообразно применять при</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>а. высокой концентрации извлекаемого компонента в газе и большом расходе очищаемых газов  б. высокой концентрации извлекаемого компонента в газе и небольшом расходе очищаемых газов  с. низкой концентрации извлекаемого компонента в газе и большом расходе очищаемых газов  д. низкой концентрации извлекаемого компонента в газе и небольшом расходе очищаемых газов</p>
47.	<p>В процессах физической адсорбции наибольшей эффективностью обладают адсорбенты - ...</p> <p>а. Активированный уголь  б. Селикагели  в. Алюмогели  г. Цеолиты</p>
48.	<p>Сооружения в технологической схеме очистки сточных вод размещают</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>а. Так, чтобы очистка происходила по уменьшающейся крупности частиц  б. Так, чтобы очистка происходила по увеличивающейся крупности частиц  с. Так, чтобы очистка не зависела от крупности частиц</p>
49.	<p>Контактные и проточные усреднители применяются</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>а. для усреднения расхода и количества загрязнений  б. для усреднения температуры  с. для усреднения pH</p>
50.	<p>На локальных очистных сооружениях чаще всего используются процессы</p> <p>Выберите один ответ:</p> <p>а. биологическое окисление  б. захоронение, закачка в глубины морей  с. отстаивание, флотация, адсорбция</p>
51.	<p>Режим движения сточных вод при установке в отстойник тонкослойных блоков изменяется следующим образом</p> <p>а. Режим - только ламинарный  б. Режим - только турбулентный в квадратичной области  в. Турбулентность уменьшается  г. Турбулентность увеличивается</p>
52.	<p>В двухъярусных отстойниках для осветления сточных вод используются:</p> <p>а. Отстойные желоба  б. Осветлитель со взвешенным слоем  в. Вертикальный отстойник  г. Камера флокуляции</p>
53.	<p>Наиболее безопасен вид хлораторов</p> <p>а. Напорный  б. Вакуумный  в. Нет такого</p>

54.	<p>К химическим методам очистки сточных вод НЕ относят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. окисление;</li> <li>b. восстановление;</li> <li>c. сорбцию;</li> <li>d. нейтрализацию;</li> <li>e. флотацию.</li> </ul>
55.	<p>К сооружениям биологической очистки относятся следующие виды оборудования Выберите один ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. аэротенки, биологические фильтры, пруды</li> <li>b. решетки, песколовки, отстойники</li> <li>c. усреднители</li> </ul>
56.	<p>Воздух в капельном биофильтре движется _____, если сточная вода имеет температуру выше воздуха</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Сверху вниз</li> <li>b. Снизу вверх</li> <li>v. Горизонтально</li> </ul>
57.	<p>При доочистке из сточных вод удаляются вещества</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. БПК и взвешенные вещества</li> <li>b. Растворенный кислород и азот</li> <li>v. Кислоты и основания</li> <li>г. Биогенные элементы и СПАВ</li> </ul>
58.	<p>Аэротенки с регенераторами используются при концентрациях загрязнений в сточной воде</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. низких</li> <li>b. высоких</li> <li>v. применение не зависит от концентраций</li> </ul>
59.	<p>Окситенк - это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. То же, что и биотенк</li> <li>b. Разновидность аэротенка</li> <li>v. Вспомогательное сооружение для хранения кислорода</li> <li>г. Такого устройства вообще не существует</li> </ul>
60.	<p>К недостаткам пористых фильтров относится:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Низкая эффективность улавливания мелких частиц</li> <li>b. Сложность конструкции</li> <li>v. Возрастание гидравлического сопротивления в процессе эксплуатации</li> <li>г. Все перечисленное</li> </ul>
61.	<p>Фильтрующие перегородки из натуральных тканей не отвечают требованию</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Наличие пор, пропускающих жидкость и задерживающих твердые частицы</li> <li>b. Устойчивость к химическому воздействию суспензии и промывной жидкостив.</li> <li>Достаточная механическая прочность</li> </ul>
62.	<p>Листовые и патронные фильтры применяют для разделения суспензий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Малоконцентрированных, токсичных, пожаро-взрывоопасных</li> <li>b. Полидисперсных, с рыхлой твердой фазой, склонной к коагуляции</li> <li>v. Высококонцентрированных, с кристаллической твердой фазой</li> </ul>
63.	<p>Самый распространенный материал, используемый в сооружениях большего объема ... Выберите один ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. легированные коррозионно-стойкие стали</li> <li>b. железобетон</li> <li>c. цветные металлы</li> </ul>
64.	<p>Обезвоживание осадков сточных вод осуществляется на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Вакуум-фильтрах</li> <li>b. Шахтных печах</li> <li>c. Виброфильтрах</li> <li>d. Сепараторах</li> </ul>

65.	Деструкция осадков сточных вод осуществляется способами: а. «Мокрое» окисление; б. Сжигание; в. Пиролиз; г. Газификация; д. Восстановление.
66.	Кондиционирование осадков сточных вод осуществляется способами: 1. Реагентные; 2. Тепловая обработка; 3. Оттаивание; 4. Сжигание.

### 3.1.3 ПК-5 – способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности надежности

Номер задания	Тестовое задание
67.	Какие виды оборудования относятся к сухим механическим пылеуловителям а. пористые фильтры б. осадители Коттреля в. вихревые аппараты г. барботажные пылеуловители
68.	Выберите один ответ: а. 0,1 - 5 мкм б. 1 - 5 мм в. 0,1 - 1 мкм г. 0,01 - 0,1 мм
69.	Как пыль классифицируются частицы размера Выберите один ответ: а. 5 - 50 мкм б. 0,1 - 10 мкм в. 0,1 - 1 мм г. 5 - 50 мм
70.	Степень улавливания пыли в циклоне зависит от: а. свойств воздуха. б. скорости осаждения частиц. в. Свойств пыли, диаметра циклонов и скорости газа.
71.	К объемным осадительным электродам относятся а. Пластинчатые б. Сетчатые в. Волнообразные г. Трубчатые д. Карманные
72.	Для расчета диаметра насадочной абсорбционной колонны необходимо знать Выберите один ответ: а. Массовый расход газа б. Удельную поверхность насадки в. Объемный расход газа
73.	Эффективность улавливания под действием центробежных сил зависит от скорости газов в циклоне ( $V$ ) и от диаметра циклона ( $D$ ) следующим образом а. Эффективность прямопропорциональна $V$ и обратнопропорциональна $D$ . б. Эффективность обратнопропорциональна $V$ и прямопропорциональна $D$ . в. Эффективность не зависит от $V$ и обратнопропорциональна $D$ г. Эффективность не зависит от $D$ и прямопропорциональна $V$
74.	Волнистая тарелка относится к тарелкам а. Провальным; б. С двумя зонами контакта фаз в. Со сливными устройствами

75.	Гидравлическая крупность частиц определяется по формуле: a. $U = H \cdot t \cdot (H/h)^n$ b. $U = t \cdot (H/h) \cdot H$ c. $U = t \cdot (H/h)^n$
76.	Высота зоны отстаивания в отстойниках рассчитывается: a. $H_{отс} = Q_ч \cdot S$ b. $H_{отс} = Q_ч \cdot S$ c. $H_{отс} = Q_ч \cdot k \cdot U \cdot S$
77.	Расход щелочного (кислого) реагента на нейтрализацию 1 т кислоты (щелочи), содержащейся в сточных водах, определяется по формуле <sup>^</sup> a. $m = C \cdot M_1 / M_2$ b. $m = C \cdot M_1 \cdot M_2$ c. $m = C \cdot M \cdot V$
78.	На цельнометаллическом катализаторе окисляется большинство углеводородов при температуре: a. 200 - 245 °С b. 345 - 450 °С c. 245 - 345 °С d. 400 - 500 °С
79.	Чаще всего при изготовлении катализаторов в качестве материала-носителя используется соединение a. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> b. SiO <sub>2</sub> c. MgO d. Стеклоткань
80.	Для повышения глубины очистки сточных вод от биогенных элементов в биологических прудах рекомендуется a. Увеличить интенсивность аэрации б. Добавлять соли железа в. Разводить рыб и водных животных г. Разводить тростник и камыш
81.	Первичные отстойники и сооружения по обработке осадка позволяют исключить a. Аэротенки с продленной аэрацией б. Высокнагружаемые аэротенки в. Аэротенки с классической аэрацией
82.	Двухступенчатую схему очистки стоков в аэротенках применяют при: a. наличии в стоках веществ, скорость окисления которых резко различается б. резких колебаниях расходов стоков в. резких колебаниях загрязнений в стоках г. высокой концентрации загрязнений в сточной воде
83.	Для расчета диаметра насадочной абсорбционной колонны необходимо знать a. Массовый расход газа б. Удельную поверхность насадки в. Объемный расход газа
84.	Каркасные фильтровальные элементы используют при регенерации a. Импульсом сжатого воздуха б. Встряхиванием в. Кручением г. Всеми перечисленными способами
85.	Для улавливания паров летучих растворителей преимущественно применяется a. Цеолит б. Активированный уголь в. Селикагель г. Алюмогель
<b>3.1.4 ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты</b>	
86.	Прямое сжигание углеводородов осуществляется при температуре: a. 700 - 800 °С б. 900- 1000 °С c. 600 - 700 °С d. 800 - 900 °С

87.	Процесс термического окисления осуществляется при температуре а. 800 - 900 °С б. 400 - 450 °С с. 540 - 800 °С д. 450 - 540 °С
88.	4. На цельнометаллическом катализаторе окисляется большинство углеводородов при температуре а. 200 - 245 (С б. 345 - 450 (С в. 245 - 345 (С г.400 - 500 (С

### 3.2 Собеседование (вопросы к защите практических работ)

#### 3.2.1 ПК-1 - Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива

Номер темы	Текст вопроса
89.	Классификация сухих механических пылеуловителей.
90.	Принцип работы циклонов.
91.	Преимущества и недостатки циклонов.
92.	Сущность метода мокрой очистки газов.
93.	Принцип работы и классификация форсунок, область применения.
94.	Что представляют собой промышленные пыли (аэрозоли)?
95.	Как классифицируются промышленные пыли?
96.	Как воздействуют пыли на организм человека и от каких факторов зависит степень их воздействия?
97.	Что такое горючая пыль? Ее виды.
98.	Как подразделяются промышленные пыли по взрываемости?
99.	Какие существуют методы отбора проб пыли из воздуха рабочей зоны?
100.	Что такое абсорбция, адсорбция, хемосорбция и десорбция?
101.	Область применения сорбции.
102.	Параметры, характеризующие процесс фильтрации.
103.	Классификация фильтров по типу перегородки.
104.	Что такое процеживание?
105.	Для чего применяются песколовки?
106.	Для чего применяются нефтеловушки?
107.	Методы очистки сточных вод от ионов металлов.
108.	Способы нейтрализации сточных вод.
109.	Метод хлорирования.
110.	Механизм биохимической очистки сточных вод.
111.	Что из себя представляет активный ил?
112.	Отличие суспензий, коллоидных систем и растворов.
113.	Что такое коагуляция и флокуляция?
114.	Что такое флотация?
115.	Суть и механизм флотационного разрушения эмульсий, функции ПАВ.
116.	Сущность методов абсорбции, адсорбции, хемосорбции и десорбции.
117.	Какой процесс называют сушкой ?
118.	Какие материалы целесообразно сушить в конвективных сушилках, а какие - в контактных?

#### 3.2.2 ПК-2 - Способность разрабатывать и использовать графическую документацию

Номер темы	Текст вопроса
119.	Групповые и батарейные циклоны.
120.	Классификация аппаратов мокрой очистки.

121.	Какие мероприятия по борьбе с пылью можно предложить в общем случае и для конкретного производства (по специальности)?
122.	Параметры процесса адсорбции.
123.	Сущность процесса фильтрации.
124.	Дайте классификацию отстойников.
125.	Порядок работы на рН-метре
126.	Классификация биологических сооружений.
127.	Какие аппараты применяются для процесса коагуляции?
128.	Параметры абсорберов и адсорберов.
129.	По каким параметрам подразделяют конструкции сушилок?
130.	Какие известны конструкции конвективных сушилок?
131.	Какие известны конструкции контактных сушилок?

### 3.2.3 ПК-5 - Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности надежности

Номер темы	Текст вопроса
132.	Основные параметры циклонов.
133.	Параметры форсунок.
134.	Что такое ПДК пыли в воздухе рабочей зоны?
135.	Что такое морфология частиц и каковы методы ее исследования?
136.	Какие характеристики пыли Вы знаете?
137.	Сорбенты и требования к ним.
138.	Что означает максимальное время работы фильтра?
139.	Критерием качества воды является значение?
140.	Нормативом поступления веществ в водный объект является?
141.	Рабочий объем отстойника рассчитывают по формуле?
142.	Длину песколовки вычисляют по формуле?
143.	Что такое рН?
144.	Расход реагентов в процессе нейтрализации определяется по формуле?
145.	Отличие процесса очистки питьевой воды активным хлором от очистки сточных вод (кривая хлорирования).
146.	Что такое БПК и ХПК?
147.	Порядок работы на рН-метре и КФК.

### 3.2.4 ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты

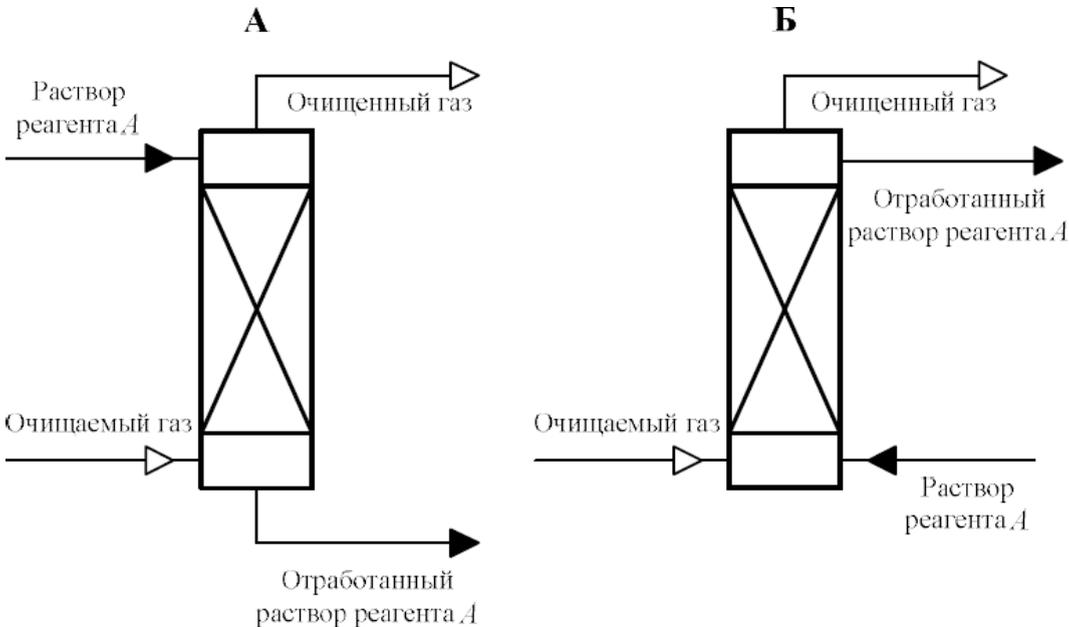
148.	Методика расчета флотатора-отстойника.
149.	Зависимость процесса флотации от различных факторов.
150.	Сорбенты и требования к сорбентам.
151.	Каким путем теплота теплоносителя к материалу передается в конвективных и контактных сушилках?

## 3.3 Кейс-задания

### 3.3.1 ПК-1 Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива

Номер задания	Текст задания
152	<b>Ситуация:</b> на предприятии выявлено превышение показателей ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны <b>Задание:</b> укажите возможные причины и предложите мероприятия по устранению несоответствия
153	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.

154	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете оператором противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде <math>x_n = 0</math> кмоль/кмоль, ее расход <math>L = 3,89 \cdot 10^{-2}</math> кмоль/с, конечная <math>x_k = 0,0025</math> кмоль/кмоль. Расход газовой смеси <math>G = 1,94 \cdot 10^{-2}</math> кмоль/с.</p> <p><b>Задание.</b> Определить, какой будет концентрация аммиака в воде на выходе из абсорбера заданной при степени извлечения 85%.</p>
155	<p><b>Ситуация.</b> Очистка воздуха от хлористого водорода происходит в насадочной абсорбционной колонне путем абсорбции его водой. Насадка в колонне имеет следующие характеристики: высота слоя 1 м; керамические кольца Рашига 50x50x5.</p> <p><b>Задание.</b> Каким образом можно увеличить степень очистки газа, не заменяя технологическое оборудование?</p>
156	<p><b>Ситуация.</b> Очистка отходящего газа от формальдегида осуществляется водным раствором снабженной 3-я ситчатыми тарелками. При этом протекает реакция. Исследования показали, что интенсификация барботажа, посредством установки на тарелки стабилизаторов пенного слоя, не приводит к увеличению степени очистки.</p> <p><b>Задание.</b> В какой области протекает гетерофазный процесс, и какие есть пути его интенсификации?</p>
157	<p><b>Ситуация.</b> Очистка отходящего газа от сероводорода осуществляется водным раствором гидроксида натрия <math>H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O</math>. Установлено, что гетерофазный процесс, протекающий в барботажной колонне заполненной поглощающим раствором, находится в диффузионной области.</p> <p><b>Задание.</b> Предложите технические решения, которые позволили бы увеличить степень очистки газа от сероводорода. (Производительность установки по газу должна остаться прежней).</p>
158	<p><b>Ситуация.</b> Очистка воздуха от токсичного компонента Y происходит в насадочной абсорбционной колонне путем абсорбции его водой.</p> <p><b>Задание.</b> Каким образом можно увеличить степень очистки газа, не заменяя технологическое оборудование?</p>
159	<p><b>Ситуация.</b> Очистка газа от токсичного компонента Y осуществляется в газопромывателе с 1-ой ситчатой тарелкой водным раствором реагента А. При этом протекает реакция <math>Yг + Аж</math> продукты. Скорость гетерофазного процесса подчиняется уравнению <math>гг-ф = кнабл. рУ</math>.</p> <p>Величина <math>кнабл.</math>, в свою очередь, зависит от скорости подачи газа и жидкости в аппарат и мало зависит от температуры.</p> <p><b>Задание.</b> В какой области протекает гетерофазный процесс, и какие есть пути его интенсификации?</p>
160	<p><b>Ситуация.</b> Очистка газа от токсичного компонента Y осуществляется в полый барботажной колонне снабженной барботажным устройством. При исследованиях показали, что интенсификация барботажа, посредством замены барботажного устройства, не приводит к увеличению степени очистки.</p> <p><b>Задание.</b> В какой области протекает гетерофазный процесс, и какие есть пути его интенсификации?</p>
161	<p><b>Ситуация.</b> Установлено, что гетерофазный процесс очистки газа от Y по реагентам, протекающий в полый барботажной колонне находится в диффузионной области.</p> <p><b>Задание.</b> Предложите технические решения, которые позволили бы увеличить степень очистки (Производительность установки по очищаемому газу должна остаться прежней).</p>

162	<p><b>Ситуация.</b> Гетерофазный процесс очистки газа от <math>Y</math> происходит по схеме <math>Yг + Аж = продукты</math>. Реакция имеет 1-ые порядки по реагентам и протекает в кинетической области.</p> <p><b>Задание.</b> Какой из аппаратов Вы выберете для проведения процесса (А или Б)?</p> 
163	<p><b>Ситуация.</b> Эксплуатация реактора дожигания отходящих газов со стационарным слоем катализатора показала следующее:</p> <p>а) температура в слое катализатора повышалась выше верхнего, допустимого по условиям эксплуатации, предела;</p> <p>б) срок службы катализатора в 1,5 раза ниже, чем гарантирует предприятие-изготовитель.</p> <p><b>Задание.</b> Что можно предпринять для нормализации работы реактора?</p>
164	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников</p>
165	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете метрологом на очистных сооружениях. При отборе проб выяснилось, что осветленная жидкость имеет не надлежащее качество.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по улучшению качества осветленной жидкости</p>
166	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода. При отборе проб выяснилось, что не обеспечивается заданная чистота фильтрата.</p> <p><b>Задание.</b> Объясните причины брака, предложите мероприятия по улучшению качества фильтрата</p>
167	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления).</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров</p>
168	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо увеличить</p>

	скорость осаждения в отстойниках. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению скорости осаждения
169	<b>Ситуация:</b> на предприятии функционирует локальная система механической и биологической очистки сточных вод, показатели качества сточных вод после очистки стали ухудшаться <b>Задание:</b> укажите возможные причины несоответствия, дайте рекомендации по устранению

### 3.3.2 ПК-2 Способность разрабатывать и использовать графическую документацию

Номер задания	Текст задания
170	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы содержат взвешенные вещества и оксиды азота. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов.
171	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы производства сырой резины содержат взвешенные вещества - технический углерод и органические вещества - стирол. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов.
172	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы производства фосфорных удобрений содержат пыль и фтористые соединения (HF+SiF <sub>4</sub> ). <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов.
173	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы производства фосфорных удобрений содержат пыль и аммиак. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов
174	<b>Ситуация:</b> в цехе по производству резинотехнических изделий отсутствует система очистки воздуха рабочей зоны <b>Задание:</b> укажите алгоритм внедрения системы очистки воздуха
175	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы содержат органические вещества (углеводороды) и оксиды углерода. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов.
176	<b>Ситуация.</b> Отходящие газы содержат хлороводород, хлор и оксиды серы. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки отходящих газов.
177	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат взвешенные вещества и ионы цинка. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.
178	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат взвешенные вещества и соединения мышьяка <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.
179	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат взвешенные вещества и ионы цинка. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.
180	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат взвешенные вещества и ионы никеля. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.
181	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат нефтепродукты и ионы железа. <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.
182	<b>Ситуация.</b> Сточные воды содержат нефтепродукты и ионы хрома (III). <b>Задание.</b> Предложить методы и аппаратурную схему очистки поверхностных сточных вод.

### 3.3.3 ПК-5 Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности надежности

Номер задания	Текст задания
183	<b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на частицы действует сила. <b>Задание.</b> Рассчитайте время, необходимое для прохождения сферической частицы ( $d_{ch} = 20$ мкм) расстояния от оси ввода газа в циклон до стенки аппарата. Циклон $D = 0,8$ м; плотность частицы - $2000$ кг/м <sup>3</sup> ; расход газа - $5,0$ м <sup>3</sup> /с; вязкость газа - $18,2$ мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет
184	<b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на частицы действует сила. <b>Задание.</b> Рассчитайте силу, действующую на сферическую частицу $d_{ch} = 20$ мкм, в циклоне $D = 0,8$ м. Плотность частицы - $2000$ кг/м <sup>3</sup> ; расход газа - $5,0$ м <sup>3</sup> /с; вязкость газа - $18,2$ мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет размеры: ширина - $200$ мм, высота - $400$ мм; ввод газа в циклон осуществляется по касательной.
185	<b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на

	<p>частицы действует сила.</p> <p><b>Задание.</b> Рассчитайте силу, действующую на сферическую частицу <math>d_c = 50</math> мкм, в циклоне <math>D = 0,8</math> м. Плотность частицы - <math>2000</math> кг/м<sup>3</sup>; расход газа - <math>5,0</math> м<sup>3</sup>/с; вязкость газа - <math>18,2</math> мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет размеры: ширина - <math>200</math> мм, высота - <math>400</math> мм; ввод газа в циклон осуществляется по касательной.</p>
186	<p><b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на частицы действует сила.</p> <p><b>Задание.</b> Рассчитайте силу, действующую на сферическую частицу <math>d_c = 20</math> мкм, в циклоне <math>D = 0,8</math> м. Плотность частицы - <math>2000</math> кг/м<sup>3</sup>; расход газа - <math>2,0</math> м<sup>3</sup>/с; вязкость газа - <math>18,2</math> мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет размеры: ширина - <math>200</math> мм, высота - <math>400</math> мм; ввод газа в циклон осуществляется по касательной.</p>
187	<p><b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на частицы действует сила.</p> <p><b>Задание.</b> Рассчитайте силу, действующую на сферическую частицу <math>d_c = 20</math> мкм, в циклоне <math>D = 0,6</math> м. Плотность частицы - <math>2000</math> кг/м<sup>3</sup>; расход газа - <math>2,0</math> м<sup>3</sup>/с; вязкость газа - <math>18,2</math> мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет размеры: ширина - <math>150</math> мм, высота - <math>300</math> мм; ввод газа в циклон осуществляется по касательной.</p>
188	<p><b>Ситуация.</b> При очистке загрязненного взвешенными частицами воздуха в циклоне, на частицы действует сила.</p> <p><b>Задание.</b> Рассчитайте силу, действующую на сферическую частицу <math>d_c = 20</math> мкм, в циклоне <math>D = 0,8</math> м. Плотность частицы - <math>3000</math> кг/м<sup>3</sup>; расход газа - <math>5,0</math> м<sup>3</sup>/с; вязкость газа - <math>18,2</math> мкПа·с; входной патрубок в циклон имеет размеры: ширина - <math>200</math> мм, высота - <math>400</math> мм; ввод газа в циклон осуществляется по касательной.</p>
189	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 120\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены решетки.</p> <p><b>Задание.</b> Определить размеры решеток и количество улавливаемых загрязнений.</p>
190	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 15\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены решетки.</p> <p><b>Задание.</b> Определить размеры решеток и количество улавливаемых загрязнений.</p>
191	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 80\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены горизонтальные песколовки.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры горизонтальных песколовков.</p>
192	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 140\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены горизонтальные песколовки.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры горизонтальных песколовков.</p>
193	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 25\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены горизонтальные песколовки с круговым движением воды.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры горизонтальных песколовков.</p>
194	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции со средней производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 20\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены аэрируемые песколовки.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры песколовков.</p>
195	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции города производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 40\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены горизонтальные отстойники. Содержание взвешенных веществ в воде <math>C_0 = 200</math> мг/л. Требуемый эффект осветления воды <math>e = 45\%</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры горизонтальных отстойников.</p>
196	<p><b>Ситуация.</b> На очистной станции города производительностью <math>Q_{\text{ср.сут}} = 50\,000</math> м<sup>3</sup>/сут установлены горизонтальные отстойники. Содержание взвешенных веществ в воде <math>C_0 = 200</math> мг/л. Требуемый эффект осветления воды <math>e = 45\%</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Определить основные размеры и параметры горизонтальных отстойников.</p>
197	<p><b>Ситуация.</b> На металлургическом заводе работает установка для нейтрализации сточных вод. При этом расход сточных вод, включающий отработавшие травильные растворы, регенерация которых экономически нецелесообразна, промывные воды и смывы с полов равен <math>315</math> м<sup>3</sup>/сут. Поступление стоков на нейтрализационную установку носит периодический характер; содержание серной кислоты в сточных водах <math>12</math> кг/м<sup>3</sup>, а сульфата железа <math>10</math> кг/м<sup>3</sup>; объем осадка <math>25\%</math> от расхода сточных вод; влажность осадка <math>86\%</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Рассчитать установку для нейтрализации сточных вод металлургического завода.</p>
198	<p><b>Ситуация.</b> На заводе химреактивов для окисления цианидсодержащих сточных вод производительностью <math>300</math> м<sup>3</sup>/сут используют хлорную известь. Концентрация простых цианидов в сточных водах <math>C = 50</math> г/м<sup>3</sup> (по цианид-иону CN<sup>-</sup>).</p> <p><b>Задание.</b> Определить количество хлорной извести, необходимой для окисления цианидсодержащих сточных вод.</p>
199	<p><b>Ситуация.</b> В районе г. Волгограда расположены поля фильтрации. Среднесуточный расход</p>

	осветленных сточных вод $Q = 5000$ м <sup>3</sup> /сут; среднегодовая температура воздуха $T=7,6^{\circ}$ С; среднегодовая высота слоя атмосферных осадков 478 мм; слой зимних осадков $H_{ос} = 75$ мм; грунты на территории полей — песок; уровень грунтовых вод на глубине 3,5 м; рельеф территории полей спокойный с уклоном 0,003–0,005. <b>Задание.</b> Рассчитать основные параметры и размеры полей фильтрации,
200	<b>Ситуация.</b> На очистной станции города имеются биологические сооружения очистки сточных вод со среднесуточной производительностью 9000 м <sup>3</sup> /сут. <b>Задание.</b> Определить расчетный расход сточных вод в аэро-тенках. БПК <sub>полн</sub> поступающих сточных вод 140 мг/л; БПК <sub>полн</sub> очищенных стоков 20 мг/л; среднегодовая температура сточных вод 15° С.
<b>3.3.4 ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты</b>	
201	<b>Ситуация.</b> Вертикальный фильтр для нейтрализации кислых сточных вод работает при следующих условиях: $Q = 1200$ м <sup>3</sup> /сут; концентрация серной кислоты $C = 1,1$ г/л; в сточных водах отсутствуют растворенные соли металлов <b>Задание.</b> Рассчитать вертикальный фильтр для нейтрализации кислых сточных вод.
202	<b>Ситуация.</b> На предприятии для окисления производственных сточных вод производительностью 23 000 м <sup>3</sup> /сут используют озонаторы, при этом требуемая доза озона для окисления загрязнений составляет 9 г/м <sup>3</sup> <b>Задание.</b> Подобрать озонаторы для окисления производственных сточных вод.
203	<b>Ситуация.</b> На станции полной биологической очистки производительностью 50 000 м <sup>3</sup> /сут, установлены метантенки. В поступающей на станцию воде концентрация взвешенных веществ 200 мг/л, БПК <sub>полн</sub> – 180 мг/л, эффект осветления в первичных отстойниках — 50%. Проектом предусмотрено механическое обезвоживание сброженного осадка с последующей термической сушкой. <b>Задание.</b> Выполнить расчет метантенков для станции полной биологической очистки.
204	<b>Ситуация.</b> На станции полной биологической очистки производительностью 50 000 м <sup>3</sup> /сут, установлены метантенки. В поступающей на станцию воде концентрация взвешенных веществ 200 мг/л, БПК <sub>полн</sub> – 180 мг/л, эффект осветления в первичных отстойниках — 50%. Проектом предусмотрено механическое обезвоживание сброженного осадка с последующей термической сушкой. <b>Задание.</b> Проверить правильность расчетной дозы загрузки метантенков, если известно, что концентрация алкилбензолсульфонатов с прямой алкильной цепью в поступающей сточной воде составляет 20 мг/л.
205	<b>Ситуация.</b> На станции полной биологической очистки производительностью 50 000 м <sup>3</sup> /сут, установлены метантенки. В поступающей на станцию воде концентрация взвешенных веществ 200 мг/л, БПК <sub>полн</sub> – 180 мг/л, эффект осветления в первичных отстойниках — 50%. Проектом предусмотрено механическое обезвоживание сброженного осадка с последующей термической сушкой. <b>Задание.</b> Рассчитать вариант аэробной стабилизации неуплотненного активного ила и смеси сырого осадка и неуплотненного активного ила.

### 3.4 Расчетно-графическая работа

*ПК-1 Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива*

*ПК-2 Способность разрабатывать и использовать графическую документацию*

*ПК-5 Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности надежности*

*ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты*

Номер задания	Текст задания
---------------	---------------

206	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 10000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +100°С.  Содержание загрязняющих веществ:  SO<sub>2</sub> - 500 мг/м<sup>3</sup>;  CS<sub>2</sub> - 500 мг/м<sup>3</sup>;  NO<sub>x</sub> - 450 мг/м<sup>3</sup>.</p>
207	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 50000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +600°С.  Содержание загрязняющих веществ:  H<sub>2</sub>S - 500 мг/м<sup>3</sup>;  C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> - 200 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>x</sub> - 350 мг/м<sup>3</sup>.</p>
208	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 40000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +100°С.  Содержание загрязняющих веществ:  NH<sub>3</sub> - 400 мг/м<sup>3</sup>;  NO<sub>x</sub> - 600 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>x</sub> - 200 мг/м<sup>3</sup>;</p>
209	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 30000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +300°С.  Содержание загрязняющих веществ:  HCl - 50 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>x</sub> - 200 мг/м<sup>3</sup>;  NO<sub>x</sub> - 350 мг/м<sup>3</sup>.</p>
210	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 60000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +150°С.  Содержание загрязняющих веществ:  HF - 300 мг/м<sup>3</sup>;  SiF<sub>4</sub> - 100 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>x</sub> - 450 мг/м<sup>3</sup>.</p>
211	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 30000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +200°С.  Содержание загрязняющих веществ:  SO<sub>2</sub> - 500 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>2</sub> - 500 мг/м<sup>3</sup>;  NO<sub>x</sub> - 450 мг/м<sup>3</sup></p>
212	<p>Составить и описать типовую структурную схему очистки отходящих газов от загрязняющего вещества в соответствии с исходными данными:  Объем очищаемых газов - 30000 м<sup>3</sup>/час.  Температура +300°С.  Содержание загрязняющих веществ:  H<sub>2</sub>S - 50 мг/м<sup>3</sup>;  CO<sub>x</sub> - 200 мг/м<sup>3</sup>;  NO<sub>x</sub> - 350 мг/м<sup>3</sup>.</p>

213	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Нефть и масла - следы 2. Диоксид углерода - 35/50 мг/дм <sup>3</sup> 3. Повышенная щелочность 4. Высокое солесодержание Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.
214	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Грубодисперсные взвешенные вещества до 5000 мг/л 2. Аммиак - 50 мг/л 3. Карбамид 500 мг/л 4. Нефть и масла - следы Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.
215	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Грубодисперсные взвешенные вещества до 5000 мг/л 2. Нефть и масла - 50 мг/м <sup>3</sup> 3. Аммиак 4. Аммиачная селитра Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.
216	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Грубодисперсные взвешенные вещества до 100 мг/л 2. Серно-кислое железо - 10 мг/л 3. Серная кислота - 50 мг/л 4. Высокое солесодержание Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.
217	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Грубодисперсные взвешенные вещества до 5000 мг/л 2. Хлорид кальция - 120000 мг/л 3. Хлорид натрия - 80000 мг/л 4. Аммиак 170 мг/л Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.
218	Разработать технологическую схему очистки сточных вод с содержанием: 1. Грубодисперсные взвешенные вещества до 5000 мг/л 2. Хлорид кальция - 120000 мг/л 3. Серная кислота - 50 мг/л 4. Аммиак 170 мг/л Дать описание процессов и конструкций аппаратов для реализации этих процессов.

### 3.5 Курсовой проект

*ПК-1 Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива*

*ПК-2*

*Способность разрабатывать и*

*использовать графическую документацию*

*ПК-5 Способность использовать*

*методы расчетов элементов*

*технологического оборудования по критериям работоспособности надежности*

*ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты*

219 Разработка конструкции циклона для очистки отходящих газов сварочных участков железнодорожных предприятий

220 Разработка конструкции кольцевого адсорбера для очистки синтез-газа

221 Разработка конструкции аппарата для мокрой очистки отходящих газов

222 Разработка конструкции аппарата для очистки отходящих газов методом фильтрации

223 Разработка конструкции аппарата для очистки отходящих газов от туманов кислот

224 Разработка конструкции аппарата для очистки отходящих газов от туманов щелочей

225 Разработка конструкции аппарата для ионообменной очистки отходящих газов

226 Разработка конструкции фильтр-циклона

227 Разработка конструкции полочного адсорбера

228 Разработка конструкции адсорбера с псевдоожиженным слоем

229 Разработка конструкции насадочного адсорбера для очистки дымовых газов

- 230 Разработка конструкции адсорбера для очистки сточных вод
- 231 Разработка конструкции зернистого фильтра для очистки сточных вод
- 232 Разработка конструкции аппарата для каталитической очистки сточных вод
- 233 Разработка конструкции аппарата для термического обезвреживания примесей сточных вод

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости, а также методическими указаниями

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине **«Процессы и аппараты пищевых производств»** применяется балльно-рейтинговая система.

**Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ОМ является текущий опрос в виде собеседования, сдачи тестов, кейс-заданий, задач и сдачи разделов курсового проекта по предложенной преподавателем теме, за каждый правильный ответ студент получает

5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

**Бальная система** служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине. Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50. Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Студент, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена и/или зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена и/или зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена и/или зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена и/или зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене и/или зачете не учитывается.

Экзамен и/или зачет может проводиться в виде тестового задания и кейс-задач или собеседования и кейс-заданий и/или задач.

Для получения оценки «отлично» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 90 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 89,99 баллов;
- оценки «удовлетворительно» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74,99 баллов;
- оценки «неудовлетворительно» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Для получения оценки «зачтено» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине/практике**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ПК-1 способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> процессы и аппараты очистки газовых выбросов и сточных вод от вредных примесей	Тест (зачет, экзамен)	Результат тестирования	85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-85% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> разрабатывать технологические схемы по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей	Собеседование (опрос на практических занятиях)	Умение составлять технологические схемы по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей	Обучающийся качественно выполнил задание практической работы. Оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Ответил на контрольные вопросы.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			Обучающийся не выполнил задание практической работы. Не оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Не ответил на контрольные вопросы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками разработки технологических схем по очистке воздуха и сточных вод от вредных примесей	Выполнение расчетно-графической работы	Материалы расчетно-графической работы	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, замечаний по тексту и оформлению работы нет.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)

			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но	Хорошо	Освоена (повышенный)
			имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок		
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Кейс-задание (зачет, экзамен)	Результат решения кейс-задания	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Отлично	Освоена (повышенный, базовый)
обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации			Хорошо	Освоена (повышенный, базовый)	
обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения			Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения			Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	
<b>ПК-2 Способность разрабатывать и использовать графическую документацию</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> основные стандарты на проектирование промышленных объектов	Тест (зачет, экзамен)	Результат тестирования	85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-85% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)

(СНиП)			50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> выполнять эскизы и чертежи аппаратов защиты окружающей среды	Собеседование (опрос на практических занятиях)	Умение выполнять эскизы и чертежи аппаратов защиты окружающей среды	Обучающийся качественно выполнил задание практической работы. Оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Ответил на контрольные вопросы.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			Обучающийся не выполнил задание практической работы. Не оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Не ответил на контрольные вопросы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками работы на ЭВМ с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов	Кейс-задание (зачет, экзамен)	Результат решения кейс-задания	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Отлично	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Хорошо	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)

			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Выполнение расчетно-графической работы	Материалы расчетно-графической работы	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, замечаний по тексту и оформлению работы нет.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ПК-5 Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности надежности</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> методы расчетов оборудования защиты окружающей среды по критериям работоспособности и надежности	Тест (зачет, экзамен)	Результат тестирования	85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-85% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> применять методы расчета оборудования защиты окружающей среды по	Собеседование (опрос на практических занятиях)	Умение применять методы расчета оборудования защиты окружающей	Обучающийся качественно выполнил задание практической работы. Оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Ответил на контрольные вопросы.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)

критериям работоспособности и надежности		среды по критериям работоспособности и надежности	Обучающийся не выполнил задание практической работы. Не оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Не ответил на контрольные вопросы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами выполнения конструктивных и поверочных расчетов аппаратов защиты окружающей среды	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)

			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Кейс-задание (зачет, экзамен)	Результат решения кейс-задания		обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Отлично	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Хорошо	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Выполнение расчетно-графической работы	Материалы расчетно-графической работы		обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, замечаний по тексту и оформлению работы нет.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

**ПК-6 способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты**

<b>ЗНАТЬ:</b> оборудование для защиты	Тест (зачет, экзамен)	Результат тестирования	85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-85% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
окружающей среды от загрязнений			50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> выбирать оборудование для защиты окружающей среды	Собеседование (опрос на практических занятиях)	Уметь подбирать оборудование для защита окружающей среды от различных загрязнений	Обучающийся качественно выполнил задание практической работы. Оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Ответил на контрольные вопросы.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			Обучающийся не выполнил задание практической работы. Не оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Не ответил на контрольные вопросы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками применения оборудование для защиты окружающей среды	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

	Кейс-задание (зачет, экзамен)	Результат решения кейс-задания	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Отлично	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Хорошо	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
	Выполнение расчетно-графической работы	Материалы расчетно-графической работы	обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, замечаний по тексту и оформлению работы нет.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 8 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А3, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

