

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"\_25\_" \_\_05\_\_2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Направление подготовки

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

Направленность (профиль)

Инжиниринг химических и нефтехимических производств

Квалификация выпускника

**бакалавр**

---

Воронеж

Разработчик  
(подпись)(дата)(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_ Репин П. С. \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств

\_\_\_\_\_ Корчагин В. И. \_\_\_\_\_

(подпись)(дата)(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: сбор, переработка, утилизация и хранение отходов производства; обеспечение экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления);

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: защита окружающей среды и ликвидация последствий вредного на нее воздействия; сбор, переработка, утилизация и хранение отходов производства; обеспечение экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления; разработка энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; разработка, создание и эксплуатация энерго- и ресурсосберегающих машин и аппаратов химических производств);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов: технологический, организационно-управленческий, проектный, экспертно-аналитический.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

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

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	УК-2	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД2 <sub>УК-2</sub> – Проектирует и выбирает оптимальные способы решения определенных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений и публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта
2.	ПКв-3	ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду	ИД1 <sub>ПКв-3</sub> – Выявляет причины возникновения нарушений в технологическом процессе очистки сточных вод, анализирует эффективность применяемых технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>УК-2</sub> – Проектирует и выбирает оптимальные способы решения определенных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений и публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Знает: достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области защиты окружающей среды Умеет: применять способы и технику ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду Владеет: методами минимизации воздействия на окружающую среду в целях совершенствования технологических процессов
ИД1 <sub>ПКв-3</sub> – Выявляет причины возникновения нарушений в технологическом процессе очистки сточных вод, анализирует эффективность применяемых технологий	Знает: особенности разрабатываемых и используемых технологических процессов; Умеет: применять современные методы и средства инженерной защиты окружающей среды, современные разработки эффективных природоохранных мероприятий, методы исследования, правила и условия выполнения природоохранных работ Владеет: методиками обоснования конкретных технических решений при разработке технологических процессов, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин *Неорганическая химия, Органическая химия, Физическая и коллоидная химия, Процессы и аппараты, Основные производства отрасли, Общая химическая технология и химические реакторы*.

Дисциплина является предшествующей *Проектирование энерго- и ресурсосберегающих предприятий и оборудования, Эколого-экономический анализ в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий, Оценка воздействия на окружающую среду и экологическое сопровождение природопользования, преддипломной практике и выполнению выпускной квалификационной работы.*

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов		Семестр V		Семестр VI	
	акад.	астр.	акад.	астр.	акад.	астр.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>252</b>	<b>189,00</b>	<b>72</b>	<b>54,00</b>	<b>180</b>	<b>135,00</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>89,45</b>	<b>67,09</b>	<b>30,85</b>	<b>23,14</b>	<b>58,6</b>	<b>43,95</b>
Лекции	33	24,75	15	11,25	18	13,50
Лабораторные работы (ЛБ)	51	38,25	15	11,25	36	27,00
Консультации текущие	1,65	1,24	0,75	0,56	0,9	0,68
Проведение консультаций перед экзаменом	2	1,50	0	0,00	2	1,50
Контроль и прием курсовой работы	1,5	1,13	0	0,00	1,5	1,13
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,3	0,23	0,1	0,08	0,2	0,15
			зачет		экзамен	
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>128,75</b>	<b>96,56</b>	<b>41,15</b>	<b>30,86</b>	<b>87,6</b>	<b>65,70</b>
Проработка материалов по конспекту лекций собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	16,5	12,38	7,5	5,63	9	6,75
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	66,25	49,69	14,65	10,99	51,6	38,70
Подготовка к защите лабораторных работ (тестирование, решение кейс-задания)	13	9,75	4	3,00	9	6,75
Курсовая работа	33	24,75	15	11,25	18	13,50
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>33,8</b>	<b>25,35</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>33,8</b>	<b>25,35</b>

#### 5 Содержание дисциплины, структурированное по 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 (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, часы
1	2	3	4
1	Процессы и аппараты защиты атмосферы	Природные и технологические факторы, влияющие на степень воздействия на объекты окружающей среды. Источники загрязнения окружающей среды. Классификация основных процессов защиты окружающей среды. Источники выделения и загрязнения атмосферы аэрозолями и газообразными веществами. Процессы и аппараты очистки газовых выбросов от аэрозолей. Очистка газовых выбросов сухими методами. Мокрые методы очистки газовых выбросов от тонкодисперсных частиц. Электрические методы очистки от аэрозолей. Применяемая аппаратура. Основные методы очистки газовых выбросов от парообразных и газообразных загрязняющих веществ. Процессы массопереноса в абсорберах и адсорберах. Ионообменная очистка газовых потоков. Высокотемпературное обезвреживание. Аппаратура, технологические схемы и установки очистки отходящих газов от вредных и ценных компонентов.	71,15

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, часы
1	2	3	4
2	Проц и аппараты защиты гидросферы	Гидромеханические методы очистки сточных вод. Технологическое оформление стадии удаления грубодисперсных примесей. Процессы очистки сточных вод отстаиванием, фильтрованием. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил. Физико-химические методы очистки сточных вод. Электрохимические методы. Эффективность применяемой аппаратуры для очистки сточных вод. Технологические особенности химических и биохимических методов очистки сточных вод. Термические методы очистки сточных вод.	
3	Подготовка и утилизация твердых отходов	Процессы рекуперации твердых промышленных и бытовых отходов. Методы уничтожения и захоронения твердых отходов. Термические методы ликвидации твердых отходов. Биологические методы обезвреживания. Деструктивная утилизация. Комплексная переработка твердых отходов. Применяемая аппаратура.	60,31
		Консультации текущие	1,65
		Подготовка к экзамену	33,8
		Консультация перед экзаменом	2,0
		Консультации к курсовой работе	1,5
		Экзамен	0,2
		Зачет	0,1

продолжение таблицы 5.1

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛБ, час	СРО, час
V семестр				
1	Процессы и аппараты защиты атмосферы	15	15	41,15
	Консультации текущие		0,75	
	Зачет		0,1	
VI семестр				
2	Процессы и аппараты защиты гидросферы	11	20	50,49
3	Подготовка и утилизация твердых отходов	7	16	37,31
	Консультации текущие		0,9	
	Подготовка к экзамену		33,8	
	Консультация перед экзаменом		2	
	Консультации к курсовой работе		1,5	
	Экзамен		0,2	

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
<b>V семестр</b>			
1	Процессы и аппараты защиты	Предмет и задачи дисциплины процессы и аппараты защиты окружающей среды. Классификация основных процессов и аппаратов. Источники загрязнения атмосферы аэрозолями и газообразными веществами. Классификация методов очистки газовых выбросов.	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
	атмосферы	Процессы очистки от аэрозолей. Методы грубой очистки. Методы тонкой пылеочистки. Электрофильтрация. Аппаратурное оформление. Процессы и аппараты очистки газовых выбросов от парообразных и газообразных загрязнителей. Массоперенос в абсорберах и адсорберах. Физическая сорбция и хемосорбция. Технологические схемы сорбционной очистки. Ионнообменная очистка. Окислительные процессы в очистке газовых выбросов. Высокотемпературные процессы очистки. Процессы и аппараты защиты атмосферы от основных загрязнителей (NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, S-органические соединения, H <sub>2</sub> S, легколетучие органические загрязнители и др.).	
<b>VI семестр</b>			
2	Процессы и аппараты защиты гидросферы	Технологические воды и требования, предъявляемые к ним. Источники и объемы формирования сточных вод. Удаление взвешенных частиц. Гидромеханические методы очистки сточных вод: область применения, кинетика, аппаратное оформление. Фильтрация. Обратный осмос и ультрафильтрация. Осветлители. Гидроциклоны. Центрифуги. Физико-химические методы очистки СВ. Коагуляция. Флокуляция. Флотация. Сорбционные методы. Ионный обмен. Экстракция. Аппаратурное оформление. Электрохимическая очистка СВ. Электрокоагуляция. Электрофлотация. Окислительно-восстановительные методы. Аппараты и сооружения для очистки. Химические и биохимические методы. Нейтрализация. Обезвреживание сточных вод высокоактивными окислителями. Озонирование. Биологическая очистка сточных вод от органических загрязнений. Аэробные и анаэробные методы. Сооружения для очистки сточных вод. Методы термического обезвреживания. Термоокислительный метод. Жидкостное окисление. Парофазное каталитическое окисление. "Огневой" метод. Рекуперация тепла.	<i>продолжение таблицы 5.2.1</i>
3	Подготовка и утилизация твердых отходов	Номенклатура твердых отходов, подлежащих уничтожению и захоронению. Основные способы ликвидации и обезвреживания твердых отходов. Методы уничтожения и захоронения твердых и жидких отходов. Свалки и шламохранилища. Отверждение отходов. Закачка отходов в глубинные горизонты. Термические методы ликвидации твердых и жидких отходов. Биологические методы обезвреживания твердых и жидких отходов. Ликвидация полимерных отходов. Деструктивная утилизация. Комплексная переработка твердых отходов. Энерготехнологические процессы.	7

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
<i>не предусмотрены</i>			

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
<b>V семестр</b>			
1	Процессы и аппараты защиты атмосферы	Инструктаж по ТБ. Расчет концентраций загрязняющих веществ в объектах окружающей среды	3
		Очистка газовых выбросов от аэрозолей. Экспрессные методы анализа концентраций.	4
		Сорбционные методы очистки отходящих газов (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )	4
		Очистка газовых выбросов от летучих органических веществ методом каталитического дожига	4
<b>VI семестр</b>			
2	Процессы и аппараты защиты гидросферы	Очистка промышленных сточных вод от железа методом фильтрования. Изучение свойств зернистых фильтрующих материалов	4
		Очистка промышленных сточных вод методом нейтрализации	4

		Очистка промышленных сточных вод от тяжелых металлов с помощью ионного обмена	4
		Очистка промышленных сточных вод от органических веществ методом дистилляции	4
		Очистка промышленных сточных вод методом флотации	4
3	Подготовка и утилизация твердых отходов	Переработка отходов производства фосфорной кислоты	4
		Анализ состава отходов пищевых производств	4
		Расчет класса опасности твердых отходов	4
		Расчет полигона ТКО	4

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
V семестр			
	Процессы и аппараты защиты атмосферы	проработка материалов по конспектам лекций, учебникам и учебно-методической литературе (в т.ч. подготовка к текущим опросам и тестированиям, контрольным работам и зачету)	22,15
		курсовое проектирование (выполнение курсовой работы)	15
		подготовка отчетов к ЛБ	4
VI семестр			
	Процессы и аппараты защиты гидросферы	проработка материалов по конспектам лекций, учебникам и учебно-методической литературе (в т.ч. подготовка к текущим опросам и тестированиям, контрольным работам и зачету)	29,49
		подготовка к экзамену	21,4
		курсовое проектирование (выполнение курсовой работы)	15
		подготовка отчетов к ЛБ	6
	Подготовка и утилизация твердых отходов	проработка материалов по конспектам лекций, учебникам и учебно-методической литературе (в т.ч. подготовка к текущим опросам и тестированиям, контрольным работам и зачету)	31,31
		курсовое проектирование (выполнение курсовой работы)	3
		подготовка отчетов к ЛБ	3
		подготовка к экзамену	12,2

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. 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> (дата обращения: 15.05.2022). – Библиогр.: с. 451 - 453. – ISBN 978-5-9729-0347-4. – Текст : электронный.

2. Кольцов, В. Б. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебник для вузов : [16+] / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; ред. В. Б. Кольцов. – Москва : Прометей, 2018. – 734 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483194> (дата обращения: 15.05.2022). – Библиогр.: с. 661-663. – ISBN 978-5-906879-79-0. – Текст : электронный.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Енютина, М. В. Технологии защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 18.03.02 - "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / М. В. Енютина; ВГУИТ, Кафедра инженерной экологии. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 16 с. - Электрон. ресурс.

2. Ветошкин, А.Г. Инженерная защита водной среды [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1id=49467> — Загл. с экрана.

3. Вальдберг, А. Ю. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: защита атмосферы [Текст] : учебное пособие для студ. вузов (гриф УМО) / А. Ю. Вальдберг, Н. Е. Николайкина. - М. : Дрофа, 2008. - 239 с. - (Высшее образование). - 45 экз. - Библиогр.: с. 235-237. - ISBN 978-5-358-03592-8 : 124-00.

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] : учебник для студ. химико-технол. спец. вузов (Гриф МО) / А.Г. Касаткин. - 13 -е изд. стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 753 с.

5. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие для студ. вузов / Ветошкин, А. Г.- М. : Высш. шк., 2008.

6. Ветошкин А.Г. Основы процессов инженерной экологии. — Электрон. дан. — СПб. : Изд-во Лань, 2014 Режим доступа:

7. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=45924> — Загл. с экрана.

8. Зиганшин М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки. / Зиганшин М.Г., Колесник А.А., Зиганшин А.М. — Электрон. дан. — СПб : Лань, 2014.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=53697>— Загл. с экрана.

9. Основы инженерной экологии : учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко ; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599> (05.02.2018).

10. Журнал «Экология и промышленность России» - за последние 10 лет.

11. Журнал «Экология и жизнь» - за последние 10 лет.

12. Журнал «Экологические системы и приборы» – за последние 10 лет.

13. Прикладные программные комплексы («УПРЗА-ЭкоЦентр», «ЭкоЦентр-ПМЗ», «Зеркало +» и др.)

14. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

15. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»

16. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

17. Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 28.12.2017) «Об экологической экспертизе»

18. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ

19. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 N 74 "О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"

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

ЭУМК дисциплины в СДО MOODLE

### **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 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, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен».

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

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

Процесс освоения данной дисциплины осуществляется в лабораториях аудиториях кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, оснащенных техническими средствами обучения (мультимедийным проектором), наглядными пособиями (учебные стенды «Скруббер Вентури», «Методы защиты окружающей среды», «Схема циклона» и др.), лабораторным оборудованием (фотоэлектроколориметр, газожидкостной хроматограф, муфельная печь, реактор для каталитического дожига, аспирационные устройства, компрессор, лабораторная посуда и т.п.).

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

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

- 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».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Процессы и аппараты защиты окружающей среды  
(наименование дисциплины (модуля))

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	УК-2	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД2 <sub>УК-2</sub> – Проектирует и выбирает оптимальные способы решения определенных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений и публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта
2.	ПКв-3	ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду	ИД1 <sub>ПКв-3</sub> – Выявляет причины возникновения нарушений в технологическом процессе очистки сточных вод, анализирует эффективность применяемых технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>УК-2</sub> – Проектирует и выбирает оптимальные способы решения определенных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений и публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Знает: достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области защиты окружающей среды
	Умеет: применять способы и технику ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду
	Владеет: методами минимизации воздействия на окружающую среду в целях совершенствования технологических процессов
ИД1 <sub>ПКв-3</sub> – Выявляет причины возникновения нарушений в технологическом процессе очистки сточных вод, анализирует эффективность применяемых технологий	Знает: особенности разрабатываемых и используемых технологических процессов;
	Умеет: применять современные методы и средства инженерной защиты окружающей среды, современные разработки эффективных природоохранных мероприятий, методы исследования, правила и условия выполнения природоохранных работ
	Владеет: методиками обоснования конкретных технических решений при разработке технологических процессов, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Процессы и аппараты защиты атмосферы	УК-2	Банк тестовых заданий	1-25	Процентная шкала (бланочное тестирование)
			Вопросы к тестированию (для зачета)	153-188	Академическая оценка 2,3,4,5 (контроль преподавателем)
			Кейс-задания	265-274	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»(проверка преподавателем)
			Собеседование (зачет, защита лабораторных работ)	300-310	Отметка в системе «зачтено-не зачтено» (контроль преподавателем)
		ПКв-3	Банк тестовых заданий	84-109	Процентная шкала (бланочное тестирование)
			Вопросы к тестированию (для зачета)	189-264	Академическая оценка 2,3,4,5 (контроль преподавателем)
			Курсовая работа	289, 294, 297, 298	Академическая оценка 2,3,4,5 (контроль преподавателем)
			Кейс-задания	275-280	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»
			Собеседование (зачет,	337-354	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»



№ задания	Тест (тестовое задание)
	а) Стехиометрическое количество б) На 15 – 20 % больше стехиометрического в) На 10 – 15 % больше стехиометрического г) На 5 – 10 % больше стехиометрического
9	Подвод дополнительного топлива требуется в процессе а) Прямого сжигания б) Термического окисления в) Каталитического окисления
10	Процесс каталитического окисления проводится при а) Количестве кислорода на 10-15 % больше стехиометрического б) Стехиометрическом количестве кислорода в) Температуре 250-400 °С г) Температуре 540-800 °С
11	Укажите температуру, при которой осуществляется процесс термического окисления а) 800 – 900 °С б) 400 – 450 °С в) 540 – 800 °С г) 450 – 540 °С
12	Строительный гипс в качестве продукта получают в методе очистки от SO <sub>2</sub> а) аммиачном б) известняковом в) магнезитовом г) водном
13	Укажите какие продукты получают в аммиачно-циклическом методе очистки газовых выбросов от диоксида серы а) Высококонцентрированный SO <sub>2</sub> б) Серосодержащие органические соединения в) Серу г) Сульфат аммония
14	Окислительные методы очистки газовых выбросов от SO <sub>2</sub> используют катализатор а) платина Pt б) оксид ванадия V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в) оксид железа FeO г) оксид цинка ZnO
15	Образование значительных количеств NO происходит при температуре а) 400 – 500 °С б) Более 700 °С в) Менее 600 °С г) 600 – 700 °С
16	Лучшим окислителем для окисления NO в NO <sub>2</sub> является а) O <sub>2</sub> б) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в) KMnO <sub>4</sub> г) KBrO <sub>3</sub>
17	Адсорбенты, обладающие наибольшей эффективностью в процессах физической адсорбции оксидов азота а) Силикагели б) Активированные угли в) Цеолиты г) Алюмогели
18	Селективными по отношению к NO являются абсорбенты а) HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> б) KOH, NaOH в) FeSO <sub>4</sub> , FeCl <sub>2</sub> г) Ba(OH) <sub>2</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub>
19	Катализаторы для окисления NO в NO <sub>2</sub> а) Металлы платиновой группы б) Соли бария в) Известняк г) Кокс, пропитанный солями Mn и Cu

№ задания	Тест (тестовое задание)
	д) Пористая керамика
20	Гравитационными пылеуловителями улавливаются частицы размером а) 5 – 10 мкм б) 10 – 50 мкм в) Менее 100 мкм г) <b>Более 100 мкм</b>
21	Расход электроэнергии на очистку 1000 м <sup>3</sup> воздуха в промышленных электрофильтрах составляет а) <b>0,09 – 0,1 кВт·ч</b> б) 0,2 – 1,2 кВт·ч в) 1,2 – 1,4 кВт·ч г) 1,6 – 1,8 кВт·ч
22	Укажите, какого размера частицы пыли улавливаются в мокрых пылеуловителях а) 0,01 – 0,05 мкм б) 0,05 – 0,1 мкм в) Более 0,1 мкм г) <b>Менее 0,1 мкм</b>
23	Укажите частицы, какого размера классифицируются как дым а) <b>0,01 – 0,1 мкм</b> б) 0,1 – 1 мкм в) 0,1 – 5 мкм г) 1 – 5 мкм
24	Инерционные пылеуловители используются для улавливания частиц следующего размера а) Менее 25 мкм б) 5 – 10 мкм в) <b>Более 25 мкм</b> г) 5 – 25 мкм
25	Напряженность электрического поля в электрофильтрах а) прямо пропорциональна градиенту потенциала поля б) обратно пропорциональна градиенту потенциала поля в) прямо пропорциональна расстоянию до оси коронирующего электрода г) <b>обратно пропорциональна расстоянию до оси коронирующего электрода</b>
26	На медленные, скоростные и сверхскоростные для очистки сточных вод классифицируются а) Фильтры с фильтровальной перегородкой б) <b>Фильтры с зернистым слоем</b> в) Микрофильтры г) Магнитные фильтры
27	УСТАНОВИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ Процесс фильтрования состоит из стадий 1) прикрепление к поверхности - <b>2</b> 2) отрыв от поверхности - <b>3</b> 3) перенос частиц на поверхность вещества, образующего слой - <b>1</b>
28	Продолжительность работы фильтра до «проскока» называется <b>временем защитного действия</b>
29	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Вид классификации <b>1) Материал перегородки</b> <b>2) Принцип действия</b> <b>3) Структура перегородки</b> Тип фильтрующей перегородки а) <b>Поверхностная</b> б) <b>Органическая</b> в) <b>Гибкая</b> д) <b>Неорганическая</b> е) <b>Глубинная</b> ж) <b>Негибкая</b>
30	Фильтрующий слой, состоящий из различных материалов, характерен для а) Медленных фильтров б) Однослойных скоростных фильтров в) <b>Многослойных скоростных фильтров</b> г) Микрофильтров
31	Сжимаемые осадки характеризуются а) постоянной порозностью б) <b>уменьшением порозности</b> в) уменьшением сопротивления

№ задания	Тест (тестовое задание)	
	г) увеличением сопротивления д) постоянным сопротивлением	
32	Фильтрование без образования пленки загрязнений реализуется а) При размерах загрязнений больше размеров пор фильтрующего материала б) При размерах загрязнений меньше размеров пор фильтрующего материала	
33	Микрофильтры применяют для очистки сточных вод от а) твердых материалов б) эмульгированных веществ в) волокнистых материалов г) ферромагнитных частиц	
34	Фильтровальные перегородки должны обладать а) минимальным гидравлическим сопротивлением б) максимальным гидравлическим сопротивлением в) должны набухать г) не должны набухать д) механической прочностью	
35	Достоинства фильтров с зернистой загрузкой а) большая скорость фильтрации б) малая металлоемкость в) простота эксплуатации г) высокое качество отмывки загрузки от загрязнений	
36	Ионный обмен относится к методам очистки сточных вод а) Механическим б) Физико-химическим в) Химическим г) Термическим	
37	Количество поглощаемого вещества при полном насыщении единицы объема или массы ионита – это а) Полная обменная емкость б) Статическая обменная емкость в) Динамическая обменная емкость	
38	Степень очистки сточных вод ионообменным методом составляет а) 85-90 %    б) 95-99 % в) 90-95 %    г) ~ 100 %	
39	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Вид ионита: 1) Катионит 2) Анионит	Функциональная группа а) SO <sub>3</sub> H б) R <sub>3</sub> NOH в) NH <sub>2</sub> г) COOH
40	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Вид обменной емкости 1) Полная обменная емкость 2) Статическая обменная емкость 3) Динамическая обменная емкость	Характеристика обменной емкости а) Обменная емкость ионита при равновесии в данных рабочих условиях - <b>2</b> б) Количество поглощаемого вещества при полном насыщении единицы массы ионита - <b>1</b> в) Емкость ионита до «проскока» ионов в фильтрат - <b>3</b>
41	Уравнение [К]Н + Me <sup>+</sup> → [К] Me + Н <sup>+</sup> определяет а) процесс очистки сточной воды на катионите б) процесс регенерации катионита в) процесс очистки сточной воды на анионите г) процесс регенерации анионита	
42	Уравнение [К] Me + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → [К]Н + Me <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> определяет а) процесс очистки сточной воды на катионите б) процесс регенерации катионита в) процесс очистки сточной воды на анионите г) процесс регенерации анионита	
43	Практически нейтральными считают воды, имеющие рН	





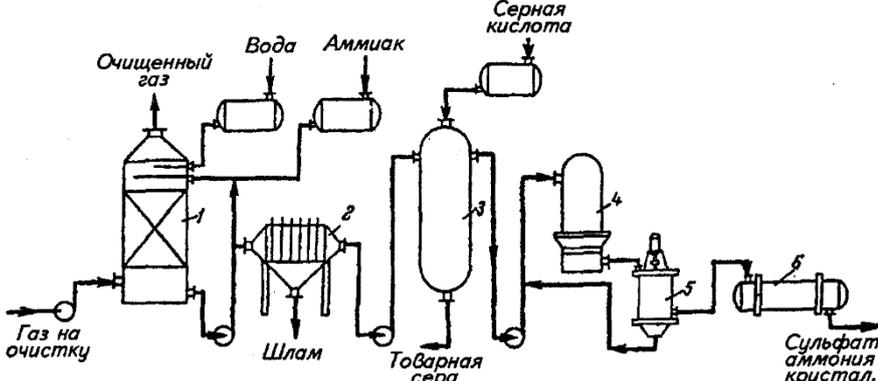
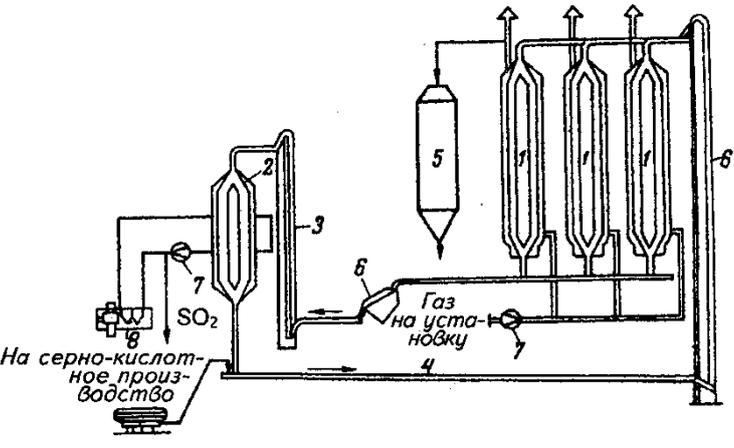
№ задания	Тест (тестовое задание)
	в) законом Гей-Люссака г) законом Кирхгофа
69	Наиболее эффективным методом очистки от дурнопахнущих веществ считается а) хлорирование б) ректификация в) аэрация г) дистилляция
70	При возникновении трудностей при извлечении десорбированного вещества из газа-десорбента проводят а) окисление хлором б) каталитическое окисление в) озонирование г) экстрагирование
71	Реакция среды, в которой реализуется следующая химическая реакция при удалении сероводорода из сточной воды: $Fe(OH)_2 + H_2S = FeS + 2H_2O$ . а) кислая б) нейтральная в) щелочная
72	Уравнение для определения количества вещества, перешедшего из жидкой фазы в газовую в процессах десорбции – это а) уравнение массоотдачи б) уравнение массопередачи в) уравнение постоянства расхода г) уравнение теплопередачи
73	Степень десорбции летучих веществ из сточных вод увеличивается при а) уменьшении температуры газожидкостной смеси; б) увеличении температуры газожидкостной смеси; в) уменьшении коэффициента массоотдачи; г) увеличении коэффициента массоотдачи; д) уменьшении поверхности контакта фаз; е) увеличении поверхности контакта фаз
74	Процессы дезодорации применяют для извлечения а) меркаптанов б) диоксида углерода в) аммиака г) кислорода
75	Если извлекаемый процессами десорбции компонент трудно выделить из газовой фазы используют каталитическое окисление на катализаторах а) платина, палладий; б) активный оксид алюминия; в) пиролюзит, оксид хрома; г) легкоокисляющиеся стальные стружки
76	Наилучший обескислороживающий реагент а) гидразин                      в) соли меди б) сульфит натрия            г) стекло
77	Химические методы дегазации используют в случаях а) при высокой концентрации газа в воде; б) при низкой концентрации газа в воде; в) при условии, что продукты обработки не затрудняют дальнейшее использование воды; г) для рекуперации веществ, содержащихся в газовой фазе
78	Разделение на фракции кусков материала при его перемещении на ячеистых поверхностях называется а) грохочение б) флотация в) обогащение
79	Методы термической обработки включают а) пиролиз б) переплав в) обжиг

№ задания	Тест (тестовое задание)	
	г) агломерацию д) брикетирование	
80	Шаровые мельницы применяют в методе а) классификации б) сортировки в) дробления г) <b>измельчения</b>	
81	Обогащение, основанное на различии в скорости падения частиц различного диаметра и плотности – а) <b>гравитационный метод обогащения</b> б) магнитный метод обогащения в) флотационный метод обогащения г) электрический метод обогащения	
82	Способы переработки  1) механическая переработка 2) термическая переработка 3) физико-химическая переработка	Методы подготовки и переработки твердых отходов а) классификация и сортировка - <b>1</b> б) уменьшение размеров частиц - <b>1</b> в) укрупнение размеров частиц - <b>1</b> г) термическая обработка - <b>2</b> д) выщелачивание - <b>3</b> е) растворение - <b>3</b> ж) кристаллизация - <b>3</b>
83	УСТАНОВИТЕ СООТНОШЕНИЕ Экстракторы для переработки твердых отходов классифицируются следующим образом Вид классификации 1) По способу действия 2) По направлению движения фаз 3) По характеру циркуляции растворителя	Тип аппаратов а) противоточные и прямоточные - <b>2</b> б) периодические и непрерывные - <b>1</b> в) с однократным прохождением и рециркуляцией - <b>3</b>

**3.1.2 ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и минимизации воздействия на окружающую среду**

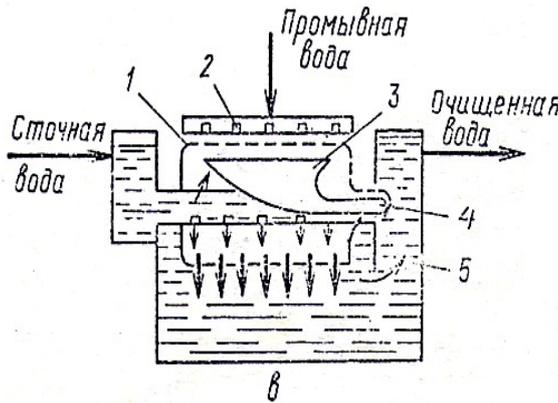
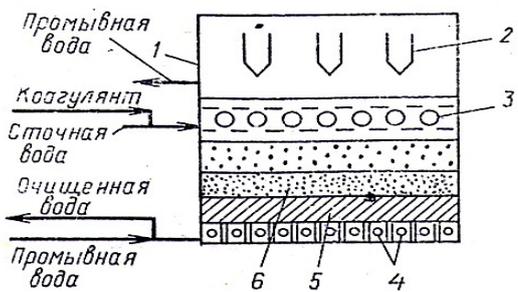
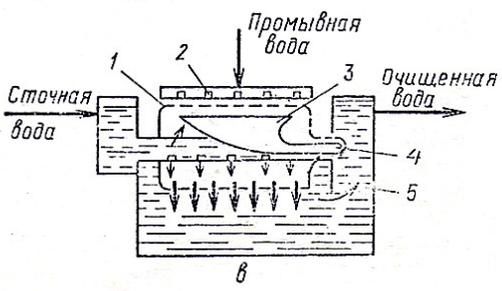
№ задания	Тест (тестовое задание)	
84	Регенерация абсорбента при очистке газовых выбросов, содержащих фторид водорода и газообразный фтор, проводится а) раствором $\text{CaCO}_3$ б) <b>раствором <math>\text{Ca(OH)}_2</math></b> в) раствором $\text{HCl}$ г) <b>раствором <math>\text{NaOH}</math></b>	
85	Процессы абсорбции газообразных $\text{HCl}$ и $\text{Cl}_2$ протекают а) с поглощением тепла б) <b>с выделением тепла</b> в) без теплового эффекта	
86	На рисунке представлена схема очистки газовых выбросов от фтора и фторида водорода. Укажите номер аппарата, в котором проводится регенерация сорбента	

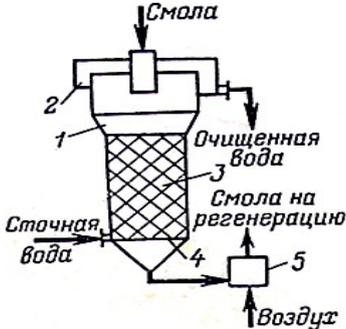
	<p>раствор NaOH</p> <p>инертный газ</p> <p>CaF<sub>2</sub></p> <p>на пере-работку</p> <p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p> <p>а) 5  <b>б) 4</b>  в) 1  г) 2</p>
87	<p>Концентрация целевого компонента в газовом потоке, при которой применяют абсорбционные методы очистки от галогенов</p> <p><b>а) не менее 1 %</b>  б) 0,1 %  в) не более 1 %  г) 0,01 %</p>
88	<p>При ионообменной очистке газовых выбросов от соединений фтора используются <b>ионообменные смолы и волокна</b></p>
89	<p>УКАЖИТЕ СООТВЕТСТВИЕ</p> <p>Метод очистки от фтора и его соединений:</p> <p>1) Абсорбционный  2) Адсорбционный  3) Ионообменный</p> <p>Применяемый реагент:</p> <p>а) Известняк - 2  б) Раствор NaOH - 1  в) Водород - 1  г) Нефелиновые сиениты - 2  д) Анионит - 3</p>
90	<p>Предельная концентрация горючих компонентов в процессах прямого сжигания в печи составляет</p> <p><b>а) Ниже нижнего предела взрываемости на 25 %, но в пределах области воспламенения</b>  б) Выше верхнего предела взрываемости на 10 %  в) Ниже нижнего предела взрываемости на 50 %  г) На уровне нижнего предела взрываемости</p>
91	<p>На рисунке показана схема каталитического сжигания ПГО. Укажите аппараты, в которых происходит каталитическое окисление.</p> <p>а) 2  б) 3  <b>в) 4</b>  <b>г) 5</b></p>
92	<p>Преимущественно для улавливания паров летучих растворителей применяется адсорбент</p> <p>а) Цеолит  <b>б) Активированный уголь</b>  в) Силикагель</p>

	г) Алюмогель
93	<p>На рисунке изображена схема аммиачно-автоклавного метода очистки газовых выбросов от оксидов серы. Укажите аппарат, в котором диоксид серы взаимодействует с аммиаком.</p>  <p>а) 2          б) 3  <b>в) 1</b>          г) 6</p>
94	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:          Метод очистки газов от SO<sub>2</sub>:          1) Аммиачный          2) Адсорбционный          3) Восстановительный          4) Абсорбция ароматическими аминами</p> <p>Реагент:          А) Смесь ксилидин-вода - 4          Б) Углерод - 3          В) Аммиачная вода - 1          Г) Силикагели - 2</p>
95	<p>Укажите реакцию по которой протекает регенерация сорбента в магнезитовом методе очистки газов от SO<sub>2</sub></p> <p>а) <math>MgO + H_2O = Mg(OH)_2</math>          б) <math>Mg(OH)_2 + H_2SO_3 = MgSO_3 + 2H_2O</math>  <b>в) <math>MgSO_3 \rightarrow MgO + SO_2</math></b>          г) <math>2CaSO_3 + O_2 \leftrightarrow 2CaSO_4</math></p>
96	<p>Укажите аммиачные нерегенерационные методы очистки от SO<sub>2</sub></p> <p>а) аммиачно-циклический          б) аммиачно-нециклический          в) аммиачно-бисульфитный          г) аммиачно-автоклавный          д) аммиачно-фосфорнокислый</p>
97	<p>Метод адсорбционной очистки от SO<sub>2</sub></p>  <p>а) марганцевый          б) адсорбция активированным углем          в) очистка щелочным глиноземом</p>
98	<p>Укажите какие из перечисленных методов относятся к абсорбционным</p> <p><b>а) Аммиачно-автоклавный</b>  <b>б) Магнезитовый</b>          в) Марганцевый</p>

	<p>г) Сульфидиновый  <b>д) Известняковый</b>          е) Цеолитный</p>
99	<p>Уравнение <math>Mg(OH)_2 + H_2SO_3 \leftrightarrow MgSO_3 + H_2O</math> отражает химизм метода очистки от <math>SO_2</math></p> <p>а) аммиачного метода          б) известнякового метода  <b>в) магнезитового метода</b>          г) сульфидинового метода</p>
100	<p>Реакции одновременного окисления и абсорбции <math>NO_x</math> протекают на</p> <p><b>а) <math>H_2O, H_2O_2</math></b>          б) <math>Ca(OH)_2, NaOH</math>          в) <math>H_2O_2, HNO_3</math>          г) <math>HNO_3, Ca(OH)_2</math></p>
101	<p>Химические соединения для восстановления <math>NO_x</math> до <math>N_2</math></p> <p>а) <math>HNO_3, H_2SO_4</math>          б) <math>Na_2S_2O_3, NaHCO_3</math>          в) <math>H_2O, H_2O_2</math>          г) <math>Ca(OH)_2, NaOH</math></p>
102	<p>Адсорбентами при очистке газовых выбросов от <math>NO_x</math> являются</p> <p><b>а) Смесь торфа и извести</b>          б) Болотная руда          в) Коксы и полукокс          г) Щелочной глинозем</p>
103	<p>На рисунке изображена схема каталитической очистки хвостовых газов в производстве азотной кислоты под давлением <math>3,5 \cdot 10^5 \text{ Па}</math>. Укажите номер аппарата, в котором происходит восстановление окислов азота аммиаком.</p> <p>а) 7          б) 2  <b>в) 1</b>          г) 5</p>
104	<p>На рисунке изображена схема агрегата для получения слабой азотной кислоты под давлением <math>7,3 \cdot 10^5 \text{ Па}</math>. Укажите номер аппарата, в котором проводится каталитическая очистка хвостовых газов</p>

	<p>а) 8  б) 11  <b>в) 3</b>  г) 6</p>
105	<p>Укажите тип фильтровальных перегородок, к которому относится шлаковата</p> <p>а) Тканевые  б) Пористые  <b>в) Волокнистые</b>  г) Зернистые</p>
106	<p>Скорость газового потока в скрубберах Вентури составляет</p> <p>а) 10 – 20 м/с  б) 60 – 70 м/с  в) 40 – 50 м/с  <b>г) 0,1 – 1 м/с</b></p>
107	<p>Укажите температуру газовых выбросов, при которой используются тканевые фильтры из полиакрилонитрильных и полиэфирных волокон</p> <p><b>а) 100-120 °С</b>  б) До 60 °С  в) Свыше 300 °С  г) 120- 200 °С</p>
108	<p>Укажите температуру, при которой используются тканевые фильтры из стекловолкна</p> <p>а) 100-120 °С  б) До 60 °С  в) Свыше 300 °С  <b>г) 120- 200 °С</b></p>
109	<p>Расход воды на очистку 1 м<sup>3</sup> запыленного газа в вентиляторных мокрых пылеуловителях составляет</p> <p>а) 0,2 – 0,7 дм<sup>3</sup>  б) 0,01 – 0,2 дм<sup>3</sup>  в) 1,0 – 2,0 дм<sup>3</sup>  г) 0,7 –1,0 дм<sup>3</sup></p>
110	<p>На схеме микрофилтра труба для отвода промывных вод обозначена цифрой</p>

	 <p>а) 1      в) 3 б) 2      г) 4</p>
111	<p>В фильтрах с подвижной загрузкой в качестве фильтрующего материала используется фракция гранитного щебня</p> <p>а) 1-3 мм      в) 10-20 мм б) 3-10 мм      г) более 20 мм</p>
112	<p>На схеме скоростного контактного фильтра система подачи промывных вод обозначена цифрой</p>  <p>а) 1      в) 3 б) 2      г) 4</p>
113	<p>В качестве фильтрующего материала в фильтрах с подвижной загрузкой используется фракция кварцевого песка</p> <p>а) 0,5-1,5 мм      в) 3-5 мм б) 1,5-3 мм      г) 5-7,5 мм</p>
114	<p>На схеме микрофильтра лоток для сбора промывных вод обозначен цифрой</p>  <p>а) 1 б) 2 в) 3 г) 4</p>
115	<p>При определении содержания ионов железа в сточной воде используется метод</p> <p>а) Хроматографический б) Комплексонометрический в) Титриметрический г) Спектроскопический</p>
116	<p>К неорганическим синтетическим ионитам относятся вещества</p> <p>а) Полевой шпат      в) Пермутит</p>

	б) Силикагель г) Цеолит	
117	Степень истирания механически прочных ионитов для очистки сточных вод не превышает а) 0,1 % б) 0,5 % в) 1 % г) 10 %	
118	Иониты, способные поглощать из раствора положительные ионы, называются а) Катиониты б) Аниониты в) Амфолиты	
119	Для получения ионообменных смол используют чаще всего химические соединения а) Сополимеры бутадиена б) Сополимеры стирола в) Сополимеры изопрена г) Сополимеры дивинилбензола	
120	Солевая форма катионита обозначается а) H – форма б) Na, Ca – форма в) OH – форма г) Cl, SO <sub>4</sub> – форма	
121	На рисунке приведена схема аппарата по состоянию слоя ионита  <p>а) с неподвижным слоем б) с циркулирующим слоем в) с перемешиванием г) с движущимся слоем</p>	
122	Иониты, способные поглощать из раствора отрицательные ионы, называются а) Катиониты б) Аниониты в) Амфолиты	
123	Регенерация катионитов проводится а) 10-15 % раствором кислоты б) 2-6 % раствором щелочи в) 2-8 % раствором кислоты г) 10-13 % раствором щелочи	
124	Солевая форма анионита обозначается а) H – форма б) Na, Ca – форма в) OH – форма г) Cl, SO <sub>4</sub> – форма	
125	Для перевода катионита в солевую форму применяют а) Раствор щелочи б) Раствор поваренной соли в) Раствор серной кислоты г) Раствор соды	
126	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Признак классификации: 1) По организации процесса 2) По гидродинамическому режиму 3) По состоянию слоя ионита 4) По организации контакта взаимодействующих фаз 5) По организации взаимного направления	Вид аппарата: а) Прямоточный аппарат - 5 б) Аппарат непрерывного действия - 1 в) Аппарат вытеснения - 2 г) Аппарат с неподвижным слоем - 3 д) Аппарат со ступенчатым контактом фаз - 4

	движения фаз
127	Для нейтрализации кислых сточных вод используют газы а) SO <sub>2</sub> в) NH <sub>3</sub> б) NO <sub>x</sub> г) CO <sub>2</sub>
128	Гашеная известь имеет химическую формулу а) Ca(OH) <sub>2</sub> в) CaO б) Ca(OH) <sub>2</sub> +вода      г) CaC <sub>2</sub>
129	При фильтровании кислых сточных вод через слой фильтрующего материала используют а) Доломит б) Магнезит в) Пирролюзит г) Фосфатид д) Известняк
130	Для полной нейтрализации кислых сточных вод доза реагента принимается а) Расчетное стехиометрическое количество б) Избыток относительно расчетного значения 10 % в) Избыток относительно расчетного значения 15 %
131	Для нейтрализации щелочных сточных вод используют газы а) SO <sub>2</sub> в) NH <sub>3</sub> б) NO <sub>x</sub> г) HCl
132	Реагентами процессов нейтрализации кислых сточных вод являются а) NaOH      г) CaCO <sub>3</sub> б) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> д) Ca(OH) <sub>2</sub> в) CaSO <sub>4</sub>
133	Негашеная известь имеет химическую формулу а) Ca(OH) <sub>2</sub> в) CaO б) Ca(OH) <sub>2</sub> +вода      г) CaC <sub>2</sub>
134	Содержание активной извести в известковом молоке, подаваемом на нейтрализацию а) 1-2 %      в) 5-10 % б) 2-5 %      г) 10-20 %
135	При какой скорости воздуха в линии подачи ведут смешивание кислых и щелочных вод в емкости без мешалки? а) 10-20 м/с      в) 30-50 м/с б) 20-40 м/с      г) менее 10 м/с
136	Какую химическую формулу имеет известковое тесто? а) Ca(OH) <sub>2</sub> в) CaO б) Ca(OH) <sub>2</sub> +вода      г) CaC <sub>2</sub>
137	Скорость течения сточных вод в горизонтальных фильтрах-нейтрализаторах а) 1-3 м/с      в) 3-7 м/с б) 1-5 м/с      г) более 5 м/с
138	Нейтрализующий агент - красный каустик - это а) Ca(OH) <sub>2</sub> в) CaO б) NaOH      г) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
139	Частицы активированного угля, используемого в качестве сорбента в установках с перемешиванием адсорбента с водой, имеют размер а) менее 0,1 мм;      в) 1-5 мм б) 0,1-1 мм      г) более 5 мм
140	Инертный газ, используемый для регенерации активного угля, имеет температуру а) 80-100 °С      в) 120-140 °С б) 100-120 °С      г) 140-160 °С
141	Частицы адсорбента в установках с псевдоожиженным слоем должны иметь размер а) 0,1-0,5 мм      в) 1-5 мм б) 0,5-1 мм      г) 5-10 мм
142	Коагулянт – сульфат алюминия эффективен в интервале значений pH а) 4-6      в) 7,5-8 б) 5-7,5      г) более 8
143	В качестве флокулянтов при очистке сточных вод используются а) активный оксид кремния б) сульфат железа в) крахмал г) алюминат натрия

144	При добавлении коагулянтов в сточные воды образуются соединения а) оксиды металлов б) гидроксиды металлов в) соли металлов
145	Флокулянты вводят в сточную воду в виде а) 0,01-0,1 % растворов б) 0,1-1 % растворов в) 1-10 % растворов г) 10-20 % растворов
146	Какой метод анализа используют при определении сульфанола? а) Хроматографический б) Колориметрический в) Титриметрический г) Спектроскопический
147	Коагулянт $Fe^{3+}$ эффективен при pH а) 4-6            в) более 9 б) 6-9
148	Смешение коагулянтов с водой вследствие изменения направления движения и скорости потока воды происходит в а) Механических смесителях б) Гидравлических смесителях в) Пневматических смесителях
149	Коагулянты вводят в сточную воду в виде а) 0,01-0,1 % растворов б) 0,1-1 % растворов в) 1-10 % растворов г) 10-20 % растворов
150	Градирия без принудительной подачи воздуха – это а) вакуумный дегазатор б) дегазатор барботажного типа в) дегазатор струйно-пленочного типа г) насадочный дегазатор
151	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Тип аппарата аэрации: 1) Пленочный дегазатор 2) Вакуумный дегазатор 3) Дегазатор барботажного типа Аппарат: а) Насадочная колонна, работающая под вакуумом - 2 б) Градирия - 1 в) Пенный аппарат - 3
152	Метод дробления используют для получения кусков крупностью а) 5 мм б) 10 мм в) 15 мм

### 3.2 Тестовые задания к зачету

**3.2.1 УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

№ задания	Тест (тестовое задание)
153	Выбросы, отводимые в атмосферу с помощью специально сооруженных газоходов, называются <u>организованные выбросы</u>
154	Выбросы, поступающие в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа, называются - <u>неорганизованные выбросы</u>
155	Сильно нагретые газовые выбросы характеризуются $\Delta t = [t_{\text{выб}} - t_{\text{окр}}]$ а) $\Delta t > 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ б) $20 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t < 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ в) $5 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t < 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ г) $\Delta t < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
156	Нагретые газовые выбросы характеризуются $\Delta t = [t_{\text{выб}} - t_{\text{окр}}]$ а) $\Delta t > 100 \text{ } ^\circ\text{C}$

	<p>б) 20 °C &lt;Δt &lt;100 °C  в) 5 °C &lt;Δt &lt;20 °C  г) Δt &lt;0 °C</p>	
157	<p>Слабо нагретые газовые выбросы характеризуются <math>\Delta t = [t_{\text{выб}} - t_{\text{окр}}]</math>  а) Δt &gt; 100 °C  б) 20 °C &lt; Δt &lt; 100 °C  в) 5 °C &lt; Δt &lt; 20 °C  г) Δt &lt; 0 °C</p>	
158	<p>Охлажденные газовые выбросы характеризуются <math>\Delta t = [t_{\text{выб}} - t_{\text{окр}}]</math>  а) Δt &gt; 100 °C  б) 20 °C &lt; Δt &lt; 100 °C  в) 5 °C &lt; Δt &lt; 20 °C  г) Δt &lt; 0 °C</p>	
159	<p>Изотермические газовые выбросы характеризуются <math>\Delta t = [t_{\text{выб}} - t_{\text{окр}}]</math>  а) Δt = 0 °C  б) 20 °C &lt; Δt &lt; 100 °C  в) 5 °C &lt; Δt &lt; 20 °C  г) Δt &lt; 0 °C</p>	
160	<p>Выбросы в атмосферу от всех видов местной вытяжной вентиляции называются <b>аспирационными выбросами</b></p>	
161	<p>Выбросы вредных веществ из технологического оборудования вследствие его негерметичности называются <b>технологическими выбросами</b></p>	
162	<p>Размер частиц дыма  а) 0,1-5 мкм  б) 5-50 мкм  в) 50-100 мкм</p>	
163	<p>Размер частиц тумана  а) 0,01-0,1 мкм  б) 0,3-5 мкм  в) 5-50 мкм  г) 50-1000 мкм</p>	
164	<p>Размер частиц пыли  а) 0,1-5 мкм  б) 5-50 мкм  в) 50-100 мкм</p>	
165	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ  <u>Метод улавливания пыли</u>  1) Гравитационный  2) Инерционный  3) Центробежный</p>	<p>Применяемая аппаратура  а) Пылеуловитель коленчатого типа  б) Батарейный циклон  в) Пылеосадительная камера</p>
166	<p>Абсорбционная очистка от газообразных примесей преимущественно используется при содержании загрязняющих веществ  а) не менее 1 объем. %  б) не более 1 объем. %</p>	
167	<p>Недостатками гравитационных пылеуловителей является  а) большое гидравлическое сопротивление  б) большой объем  в) возможность удаления крупных частиц, обладающих абразивными свойствами  г) малая эффективность</p>	
168	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ  <u>Дисперсная система</u>  1) однофазная дисперсная система  2) двухфазная дисперсная система</p>	<p><u>Метод обезвреживания</u>  а) абсорбция - 2  б) гравитационные методы - 2  в) конденсация - 1  г) каталитические методы - 2  д) электрические методы - 2</p>
169	<p>К пылеуловителям инерционного типа относятся  а) пылеосадительные камеры;  б) пылеуловители коленчатого типа;  в) циклоны;  г) жалюзийные аппараты.</p>	
170	<p>Пылеуловители коленчатого типа относятся к</p>	

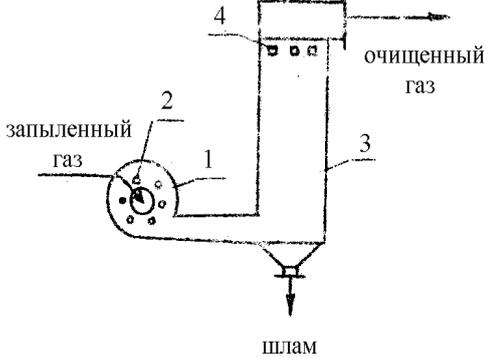
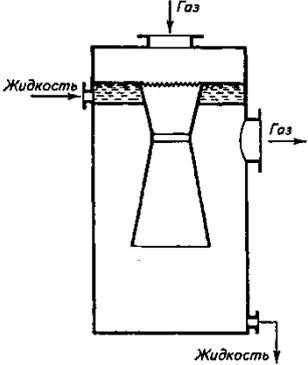
	а) гравитационным <b>б) инерционным</b> в) центробежным	
171	Фильтрами объемного действия являются а) тканевые фильтры <b>б) волокнистые фильтры</b> в) пористые фильтры г) зернистые фильтры	
172	Радиоактивные пыли очищаются на а) тканевых фильтрах б) волокнистых фильтрах в) пористых фильтрах <b>г) зернистых фильтрах</b>	
173	Жалюзийные аппараты относятся к а) гравитационным <b>б) инерционным</b> в) центробежным	
174	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ <u>Методы очистки от аэрозолей</u> 1) сухие методы 2) мокрые методы 3) электрические методы	<u>Аппарат</u> а) электрофильтр - <b>3</b> б) скруббер Вентури - <b>2</b> в) циклон - <b>1</b>
175	Десорбция загрязняющих веществ в процессах абсорбционной очистки газов осуществляется <b>а) повышением температуры</b> б) понижением температуры <b>в) снижением общего давления над раствором</b> г) повышением общего давления над раствором	
176	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ <u>Тип катализатора:</u> 1) цельнометаллический 2) керамический	<u>Преимущества катализатора:</u> а) простота конструкции - <b>2</b> б) большая удельная площадь поверхности - <b>1</b> в) низкое гидравлическое сопротивление - <b>2</b> г) устойчивость к ядам - <b>1</b>
177	Напряженность электрического поля в электрофильтрах а) прямо пропорциональна градиенту потенциала поля <b>б) обратно пропорциональна расстоянию до оси коронирующего электрода</b> в) обратно пропорциональна градиенту потенциала поля г) прямо пропорциональна расстоянию до оси коронирующего электрода	
178	Катализатором для разложения непрореагировавшего озона в процессах обезвреживания газов является <b>а) оксид железа</b> б) активированный уголь в) платина г) оксид ванадия	
179	Для поддержания процесса горения (окисления) необходимо, чтобы теплота сгорания в расчете на 1 м <sup>3</sup> газа составляла а) менее 1,9 МДж/м <sup>3</sup> <b>б) более 1,9 МДж/м<sup>3</sup></b> в) более 3,7 МДж/м <sup>3</sup>	
180	Металлы платиновой группы или благородные металлы, нанесенные на сетки из никельхромовой стали относятся к группе <b>а) Цельнометаллических катализаторов</b> б) Керамических с регулярным расположением пор в) Смешанных катализаторов г) Насыпных катализаторов	
181	Недостатками плазмохимического метода очистки газовых выбросов являются а) большое гидродинамическое сопротивление <b>б) наличие остаточного озона</b> <b>в) существенная зависимость от концентрации пыли</b> г) зависимость от температуры газа	
182	Для эффективной работы биоаппаратов для очистки газовых выбросов необходим рН равный а) 5-6	

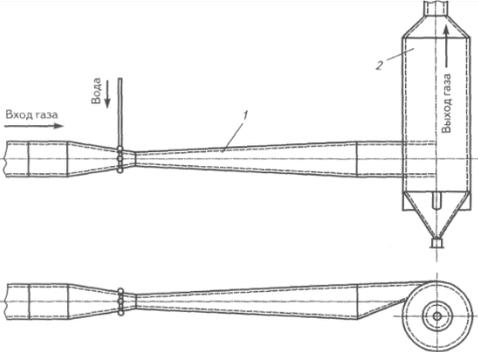
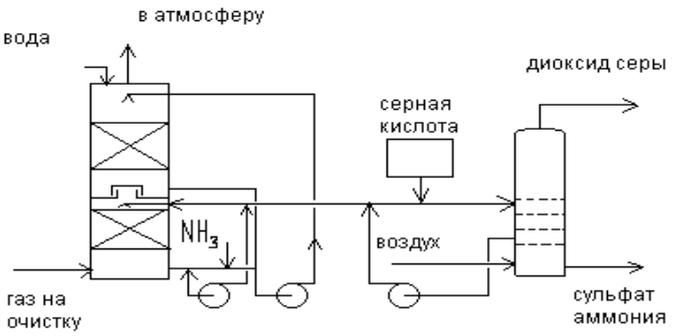
	<p><b>б) 6,5-8,5</b> в) 8,5-9</p>
183	<p>Эффективная работа биоаппаратов для очистки газовых выбросов обеспечивается при температуре</p> <p>а) 10-20 °С <b>б) 25-30 °С</b> в) 40-50 °С г) 50-60 °С</p>
184	<p>Эффективность абсорбционных методов очистки от NO<sub>x</sub></p> <p>а) менее 90 % <b>в) 95-99 %</b> б) 90-95 %</p>
185	<p><b>УСТАНОВИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ</b> Способность соединений серы к реакциям гидрирования увеличивается</p> <p>1) меркаптаны бензольного ряда - <b>4</b> 2) меркаптаны жирного ряда - <b>2</b> 3) серооксид углерода - <b>5</b> 4) сероуглерод - <b>3</b> 5) тиофен - <b>1</b></p>
186	<p>Эффективность адсорбционной очистки газовых выбросов от NO<sub>x</sub> на торфощелочных сорбентах</p> <p>а) менее 90 % б) 90-96 % <b>в) 96-99 %</b></p>
187	<p>Наиболее экологически безопасным методом очистки газов от NO<sub>x</sub> является восстановление</p> <p>а) карбамидом <b>б) углем</b> в) аммиаком г) метаном</p>
188	<p>Наиболее эффективным методом очистки газовых выбросов от летучих органических растворителей является</p> <p><b>а) абсорбционный</b> б) адсорбционный в) восстановительный</p>

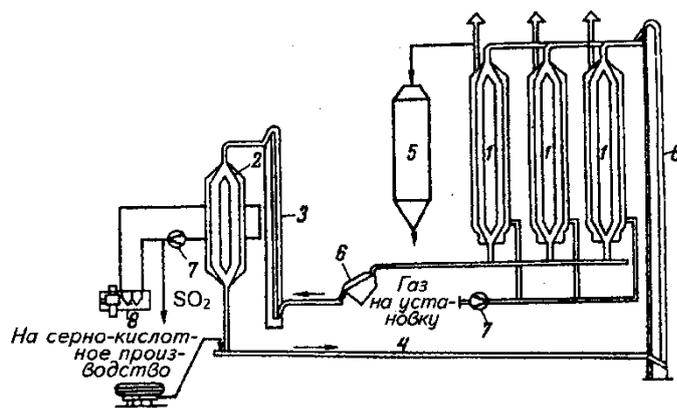
**3.2.2 ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, и минимизации воздействия на окружающую среду**

№ задания	Тест (тестовое задание)
189	<p>Эффективность улавливания пыли в циклонах</p> <p><b>а) прямо пропорциональна скорости газов</b> <b>б) обратно пропорциональна диаметру циклона</b> в) обратно пропорциональна скорости газов г) прямо пропорциональна диаметру циклона</p>
190	<p>При температуре газов 100-120 °С используют тканевые фильтры из</p> <p>а) хлопка <b>б) полиакрилонитрильных волокон</b> <b>в) полиэфирных волокон</b> г) стекловолокна</p>
191	<p>При температуре газов ниже 100 °С используют тканевые фильтры из</p> <p><b>а) хлопка</b> б) полиакрилонитрильных волокон в) полиэфирных волокон г) стекловолокна <b>д) шерсти</b></p>
192	<p>Групповые циклоны применяют для</p> <p>а) высокопроизводительной очистки газов <b>б) высокоэффективной очистки газов</b></p>
193	<p>Степень очистки в циклонах при диаметре частиц 6-10 мкм составляет</p> <p>а) 75-88 % б) 88-92 % <b>в) 92-95 %</b></p>
194	<p>Достоинства циклонов</p> <p>а) малое гидравлическое сопротивление</p>

	б) отсутствие движущихся частей в) постоянное гидравлическое сопротивление г) улавливание мелкодисперсной пыли	
195	Степень пылеулавливания в гравитационных пылеуловителях составляет а) 30-40 % б) 50-60 % в) 70-80 %	
196	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Тип фильтрующей перегородки: 1) тканевая; 2) волокнистая; 3) пористая; 4) зернистая;	Тип материала: а) кварцевый песок; б) шлаковата; в) войлок; г) пористая керамика.
197	Скорость подачи газа в вентиляторный мокрый пылеуловитель а) 1-2 м/с б) 2-10 м/с в) 12-19 м/с г) 40-50 м/с	
198	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Температура газовых выбросов при фильтровании 1) менее 100 °С 2) 100-120 °С 3) 200 °С 4) 260 °С 5) более 300 °С	Тип фильтрующего материала а) полиамидные ткани б) полиакрилонитрильные ткани в) стекловолокно г) тефлон д) хлопок
199	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Процесс очистки газовых выбросов: 1) термическое окисление 2) каталитическое окисление 3) прямое сжигание в пламени	Температура: а) 700-800 °С б) 540-800 °С в) 250-400 °С
200	Процесс каталитического окисления проводится при а) количестве кислорода на 10-15 % больше стехиометрического б) стехиометрическом количестве кислорода в) количестве кислорода на 10-15 % меньше стехиометрического	
201	Процесс прямого сжигания проводится при а) количестве O <sub>2</sub> на 10-15 % больше стехиометрического б) стехиометрическом количестве O <sub>2</sub> в) количестве O <sub>2</sub> на 10-15 % меньше стехиометрического	
202	Эффективный радиус мезопор адсорбентов а) Более 10 <sup>-7</sup> б) 1·10 <sup>-7</sup> – 1,5·10 <sup>-9</sup> в) Менее 1,5·10 <sup>-9</sup>	
203	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Качество адсорбента для очистки газов: 1) гидрофильные сорбенты б,г 2) гидрофобные сорбенты в,а	Тип адсорбента: а) цеолиты б) силикагели в) активированные угли г) алюмогели
204	По способу организации процесса абсорберы делятся на а) противно-и прямоточные б) непрерывные и периодические в) газ в жидкости или жидкость в газе	
205	На схеме представлен аппарат для улавливания аэрозоль	

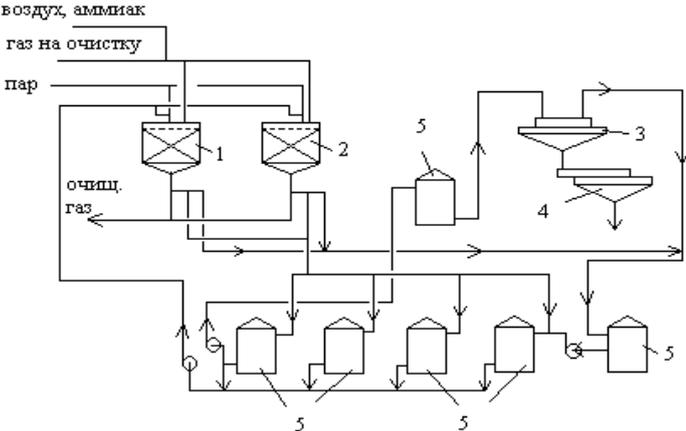
		<p>а) скруббер  б) мокрый циклон  в) вентиляторный мокрый пылеуловитель  г) турбулентный пылеуловитель</p>
206	<p>По направлению потоков абсорберы делятся на  а) противоточные и прямоточные  б) непрерывные и периодические  в) газ в жидкости или жидкость в газе</p>	
207	<p>По конструкционным признакам электрофильтры разделяются на группы  а) одноступенчатые и двухступенчатые  б) трубчатые и пластинчатые</p>	
208	<p>УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ  Гидродинамический режим при очистке газов в барботажных аппаратах:  1) режим смоченной решетки <b>В</b>  2) барботажный режим <b>А</b>  3) пенный режим <b>Б</b></p>	<p>Скорость газа в полном сечении аппарата:  а) <math>V_r = 0,6-0,8</math> м/с  б) <math>V_r = 0,8-1,2</math> м/с  в) <math>V_r = 0,2-0,6</math> м/с</p>
209	<p>Аппараты для абсорбционной очистки газовых выбросов по способу организации процесса классифицируют на  а) противоточные  б) непрерывные  в) периодические  г) прямоточные</p>	
210	<p>На рисунке приведена схема аппарата</p>  <p>а) Барботажный абсорбер  б) Полый распыливающий абсорбер  в) Скоростной прямоточный распыливающий абсорбер  г) Механический распыливающий абсорбер</p>	
211	<p>Аппарат, в котором орошающей жидкостью является водная суспензия активного ила называется  а) биофильтр  б) биоскруббер  в) метантенк  г) азротенк</p>	
212	<p>Схема аппарата для улавливания аэрозолей</p>	

	 <p>а) скруббер б) мокрый циклон в) вентиляторный мокрый пылеуловитель г) <b>скоростной газопромыватель</b></p>	
213	<p>Эффективный радиус макропор адсорбентов</p> <p>а) <b>Более <math>10^{-7}</math></b> б) <math>1 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-9}</math> в) Менее <math>1,5 \cdot 10^{-9}</math></p>	
214	<p>Для фотокаталитического метода очистки газовых выбросов используется катализатор</p> <p>а) металлы платиновой группы б) <b>оксид титана, облучаемый ультрафиолетом</b> в) керамический катализатор с нанесенными оксидами металлов г) смешанные катализаторы</p>	
215	<p>Абсорбционными методами очистки газовых выбросов от <math>SO_2</math> являются</p> <p>а) аммиачный метод б) <b>известняковый метод</b> в) фосфатный метод г) <b>магnezитовый метод</b> д) мышьяково-щелочной метод</p>	
216	<p>Аммиачными нерегенерационными методами очистки от <math>SO_2</math> являются</p> <p>а) аммиачно-циклический б) <b>аммиачно-бисульфитный</b> в) аммиачно-автоклавный г) аммиачно-фосфорнокислый д) аммиачно-нециклический</p>	
217	<p>Строительный гипс в качестве продукта получают в методе очистки от <math>SO_2</math></p> <p>а) аммиачном б) известняковом в) магнезитовом г) <b>водном</b></p>	
218	<p>В схеме аммиачной очистки газов от <math>SO_2</math> абсорбентом является</p> <p>а) <b>водный раствор аммиака</b> б) сульфат аммония в) сульфит аммония г) смесь сульфита аммония и аммиака</p>	
219	<p>В качестве хемосорбентов при очистке от <math>SO_2</math> в адсорбционных методах применяют</p> <p>а) силикагель б) <b>доломит</b> в) <b>карбонат кальция</b> г) щелочной глинозем д) активированный уголь</p>	
220	<p>Метод адсорбционной очистки от <math>SO_2</math></p>	



- а) марганцевый  
 б) адсорбция активированным углем  
 в) очистка щелочным глиноземом

221	Окислительные методы очистки газовых выбросов от SO <sub>2</sub> используют катализатор а) Pt б) FeO в) V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> г) ZnO	
222	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТВИЕ Метод очистки газовых выбросов от SO <sub>2</sub> : 1) абсорбционный 2) адсорбционный	Процесс очистки от SO <sub>2</sub> : а) Ионнообменный б) Магнетитовый в) Марганцевый г) Аммиачный
223	Уравнение CaCO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ↔ CaSO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> отражает химизм метода очистки от SO <sub>2</sub> а) аммиачного метода б) известнякового метода в) магнезитового метода г) абсорбции ароматическими аминами	
224	Уравнение Mg(OH) <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ↔ MgSO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O отражает химизм метода очистки от SO <sub>2</sub> а) аммиачного метода б) известнякового метода в) магнезитового метода г) абсорбции ароматическими аминами	
225	В вакуумно-карбонатном методе очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S абсорбенты а) карбонат кальция CaCO <sub>3</sub> б) карбонат калия K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> в) карбонат натрия Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> г) карбонат магния MgCO <sub>3</sub>	
226	Уравнение 2(OH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -NH <sub>2</sub> ) + H <sub>2</sub> S → 2(OH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -NH <sub>3</sub> -SH) отражает химизм метода а) вакуум-карбонатного б) щелочно-гидрохинонового в) фосфатного г) моноэтаноламинного д) мышьяково-щелочного	
227	Совместная очистка от H <sub>2</sub> S и CO <sub>2</sub> возможна а) раствором гидрохинона б) раствором моноэтаноламина в) раствором ксилидина	
228	В фосфатном методе очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S используют а) р-р K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 20-30 мас.д., % б) р-р K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 30-40 мас.д., % в) р-р K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 40-50 мас.д., %	
230	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТВИЕ Метод очистки газов от H <sub>2</sub> S 1) абсорбционный 2) абсорбционно-окислительный 3) адсорбционный	Способ очистки а) фосфатный б) этаноламинный в) щелочно-гидрохиноновый г) ящичный

		д) мышьяково-щелочной
231	Абсорбционные методы очистки газов от H <sub>2</sub> S а) цинковый <b>б) вакуумно-карбонатный</b> в) фосфатный г) этаноламинный д) ящичный	
232	К адсорбционным методам очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S относятся <b>а) доломитовый метод</b> б) марганцевый метод <b>в) цинковый метод</b> г) карбонатный метод д) ящичный метод	
233	Реакция $6 \text{H}_2\text{S} + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ реализуется в методе а) цинковом б) угольном <b>в) ящичном</b> г) цеолитном	
234	При абсорбции H <sub>2</sub> S моноэтаноламином используют водные растворы концентрацией а) 10-15 %      в) 20-25 % <b>б) 15-20 %</b> г) 25-30 %	
235	Схема очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S  а) этаноламинный б) вакуумно-карбонатный <b>в) цинковый</b> г) угольный	
236	К абсорбционно-окислительным методам очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S относятся а) моноэтаноламинный <b>б) мышьяково-щелочной</b> в) вакуумно-карбонатный <b>г) фосфатный</b> д) щелочно-гидрохиноновый	
237	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Метод очистки газовых выбросов от H <sub>2</sub> S:	Абсорбент:
	1) моноэтаноламинный <b>Д</b> 2) вакуумно-карбонатный <b>Г</b> 3) фосфатный <b>В</b> 4) мышьяково-щелочной <b>Б</b> 5) щелочно-гидрохиноновый <b>А</b>	а) C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> б) Na <sub>4</sub> As <sub>2</sub> S <sub>5</sub> O <sub>2</sub> в) K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> г) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> д) OH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -NH <sub>2</sub>
238	Адсорбция сероорганических соединений в газовых выбросах проводится а) на силикагелях <b>б) на оксидах цинка, железа</b> <b>в) на активированном угле</b> г) железосодовой поглотительной массой	

	д) на оксидах марганца	
239	Хемосорбция сероорганических соединений на твердых поглотителях (оксидах цинка, железа) протекает при температуре а) 60-80 °С б) 100-200 °С в) 200-400 °С г) 400-500 °С	
240	Высокотемпературные методы очистки газов от сероорганических соединений а) адсорбционный б) поглотительный в) окислительный г) каталитический	
241	В процессах гидрирования и гидролиза сероорганических соединений газовых выбросов используются катализаторы а) металлы платиновой группы б) активный оксид алюминия в) соединения на основе железа, кобальта, никеля, молибдена	
242	Селективными абсорбентами при очистке газовых выбросов от NO являются а) пероксид водорода H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> б) хлорид железа FeCl <sub>2</sub> в) азотная кислота HNO <sub>3</sub> г) сульфат железа FeSO <sub>4</sub>	
243	Окисление NO в NO <sub>2</sub> проводится на а) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в) KMnO <sub>4</sub> б) FeCl <sub>2</sub> г) H <sub>2</sub> O	
244	Реагенты для восстановительных методов очистки газов от NO <sub>x</sub> а) сульфат железа FeSO <sub>4</sub> б) карбамид (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO в) аммиак NH <sub>3</sub> г) бромат калия KBrO <sub>3</sub> д) метан CH <sub>4</sub>	
245	Адсорбентами при очистке газовых выбросов от NO <sub>x</sub> являются а) смесь торфа и извести б) болотная руда в) коксы и полукоксы г) щелочной глинозем	
246	Совместная очистка газовых выбросов от NO <sub>x</sub> и C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> проводится методом а) восстановления б) каталитического гидрирования в) окисления	
247	Окислителями NO в NO <sub>2</sub> являются а) O <sub>2</sub> в) HNO <sub>3</sub> б) (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO          г) FeCl <sub>2</sub>	
248	Селективное восстановление NO <sub>x</sub> аммиаком проводится на катализаторах а) платина                      в) гопкалит б) оксид ванадия              г) кокс	
250	УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ Метод очистки газов от NO <sub>x</sub> : 1) Абсорбционно-окислительный      В 2) Адсорбционный                      А 3) Восстановительный                  Б	Реагент: а) Карбамид б) Азотная кислота в) Торфощелочной сорбент
251	Абсорбцию СО медно-аммиачными растворами ведут при а) вакуумировании б) атмосферном давлении в) повышенном давлении	
252	Соотношение O <sub>2</sub> :СО в окислительном методе очистки газовых выбросов от СО на первой ступени а) 0,5:1 б) 1:1 в) 1,5:1	
253	Методы очистки газовых выбросов от СО а) вакуумно-карбонатный	

	<p>б) медно-аммиачный в) щелочной г) окислительный</p>
254	<p>В качестве адсорбентов для очистки газов от CO<sub>2</sub> применяют а) активированный уголь б) доломит в) силикагель г) глинозем</p>
255	<p>При медно-аммиачной очистке газов от CO применяют аммиачные растворы а) формиата меди б) сульфата меди в) ацетата меди г) хлорида меди д) карбоната меди</p>
256	<p>При абсорбции F<sub>2</sub> время контакта газовых выбросов с гидроксидом натрия а) 1 с;                    в) 1 мин; б) 30 с;                    г) 2 мин.</p>
257	<p>Раствор бромида железа FeBr<sub>2</sub> применяют при очистке газовых выбросов от а) хлора                    в) брома б) фтора                    г) иода</p>
258	<p>При абсорбции F<sub>2</sub> из газовых выбросов массовая доля гидроксида натрия а) 0,5-1 %                в) 1-5 % б) 5-10 %                г) 10-15 %</p>
260	<p>Реакция <math>2 \text{NaF} + \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaF}_2 + 2 \text{NaOH}</math> характеризует процесс а) очистки от фтора б) регенерации абсорбента</p>
261	<p>Наиболее распространенный метод очистки газовых выбросов от соединений иода а) адсорбция влажным активированным углем б) адсорбция ионитами в) адсорбция цеолитами</p>
262	<p>В адсорбционных методах очистки от соединений хлора применяются а) оксиды марганца б) лигнин в) сульфаты и фосфаты меди г) силикагель д) цеолиты</p>
263	<p>УСТАНОВИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ Технологический цикл очистки газов от летучих органических соединений 1) сушка                    4                    3) адсорбция                    1 2) десорбция                    2                    4) охлаждение                    3</p>
264	<p>Упругость паров летучих растворителей над активированным углем а) максимальна б) минимальна в) нет правильного ответа</p>

Критерии и шкалы оценки:

- «неудовлетворительно» - студент указал менее 50 % правильных ответов;
- «удовлетворительно» - студент указал от 50 до 69.99 % правильных ответов;
- «хорошо» - студент указал от 70 до 84.99 % правильных ответов;
- «отлично» - студент указал от 85 до 100 % правильных ответов.

### 3.3 Кейс-задания (зачет, экзамен)

**3.3.1 УК-2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

**Задание:** Предложить принципиальную схему очистки, наиболее эффективную с точки зрения воздействия на окружающую среду

Номер вопроса	Текст задания
265	Дымовые газы содержат: NO <sub>x</sub> 360 г/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 15 %, содержание SO <sub>2</sub> 20

	<p>мг/м<sup>3</sup>, цианиды 40 мг/м<sup>3</sup>, объем газов 2000 м<sup>3</sup>/ч, температура 150 °С, запыленность 15 мг/м<sup>3</sup>.</p>								
266	Отходящие газы производства фосфорных удобрений, содержащие: фтористые соединения (HF+SiF <sub>4</sub> ) 1500 мг/м <sup>3</sup> , пыли 200 мг/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 80 мг/м <sup>3</sup> , NH <sub>3</sub> 25 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 30 мг/м <sup>3</sup> , температура 30 °С, объем 10000 м <sup>3</sup> /ч.								
267	<p>Дымовые газы ТЭС, объем 913000 м<sup>3</sup>/ч, температура 150-170 °С, содержание пыли 35 г/м<sup>3</sup>. Дисперсионный состав пыли:</p> <table border="1"> <tr> <td>Размер частиц, м</td> <td>(20-40)·10<sup>-6</sup></td> <td>(10-20)·10<sup>-6</sup></td> <td>(5-10)·10<sup>-6</sup></td> </tr> <tr> <td>Содержание, мас.д.,%</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>60</td> </tr> </table> <p>Содержание SO<sub>2</sub> 2500 мг/м<sup>3</sup>, содержание NO<sub>x</sub> 1000 мг/м<sup>3</sup>, степень окисленности NO<sub>x</sub> 10 %.</p>	Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>	Содержание, мас.д.,%	15	25	60
Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>						
Содержание, мас.д.,%	15	25	60						
268	Отходящие газы, содержащие: NO <sub>x</sub> 250 г/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 70 %, содержание H <sub>2</sub> S 85 мг/м <sup>3</sup> , объем газов 60 м <sup>3</sup> /ч, температура 70 °С.								
269	Отходящие газы органических производств, содержащие: 30 г/м <sup>3</sup> углеводородов (в том числе 10 % циклических), 10 г/м <sup>3</sup> СО, 2 г/м <sup>3</sup> Н <sub>2</sub> , температура 30 °С, объем 100000 м <sup>3</sup> /ч.								
270	Отходящие газы производства сырой резины, содержащие 80 мг/м <sup>3</sup> технического углерода (средний диаметр частиц, 24 мг/м <sup>3</sup> дибутилфталата, 12 мг/м <sup>3</sup> стирола.								
271	Отходящие газы, содержащие: HCl 200 мг/м <sup>3</sup> , Cl <sub>2</sub> 150 мг/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 130 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 200 мг/м <sup>3</sup> , пыли 180 мг/м <sup>3</sup> , температура 50 °С, объем 5000 м <sup>3</sup> /ч.								
272	Отходящие газы органических производств, содержащие: 35 г/м <sup>3</sup> углеводородов (в том числе 18 % циклических), 15 г/м <sup>3</sup> СО, 6 г/м <sup>3</sup> Н <sub>2</sub> , температура 50 °С, объем 160000 м <sup>3</sup> /ч.								
273	<p>Вентиляционные газы мукомольного производства: запыленность 350 мг/м<sup>3</sup>, дисперсионный состав пыли:</p> <table border="1"> <tr> <td>Размер частиц, м</td> <td>(20-40)·10<sup>-6</sup></td> <td>(10-20)·10<sup>-6</sup></td> <td>(5-10)·10<sup>-6</sup></td> </tr> <tr> <td>Содержание, мас.д.,%</td> <td>25</td> <td>40</td> <td>35</td> </tr> </table> <p>Температура 30 °С, объем 28000 м<sup>3</sup>/ч.</p>	Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>	Содержание, мас.д.,%	25	40	35
Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>						
Содержание, мас.д.,%	25	40	35						
274	Отходящие газы, содержащие: SO <sub>2</sub> 350 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 450 мг/м <sup>3</sup> , фтористых соединений 35 мг/м <sup>3</sup> , запыленность 36 г/м <sup>3</sup> , температура 140 °С, объем 5 млн м <sup>3</sup> /ч.								

### 3.3.2 ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, и минимизации воздействия на окружающую среду

**Задание:** Предложить принципиальную схему процесса по следующим исходным данным

Номер вопроса	Текст задания								
275	Дымовые газы печей обжига кирпича, содержащие: SO <sub>2</sub> 250 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 150 мг/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 5 %, запыленность 25 мг/м <sup>3</sup> , объем 100000 м <sup>3</sup> /ч, температура 110 °С с получением торфо-минеральных удобрений.								
276	Дымовые газы ТЭС, содержащие: пыль 32 г/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 3500 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 700 мг/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 5 %, СО 10 мг/м <sup>3</sup> объем 10 млн м <sup>3</sup> /ч, с получением строительного гипса.								
277	Дымовые газы ТЭС, содержащие: пыль 20 г/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 4000 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 550 мг/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 10 %, объем 6 млн. м <sup>3</sup> /ч, с получением концентрированного SO <sub>2</sub> .								
278	<p>Дымовые газы ТЭС, содержащие пыль 25 г/м<sup>3</sup>. Дисперсионный состав пыли:</p> <table border="1"> <tr> <td>Размер частиц, м</td> <td>(20-40)·10<sup>-6</sup></td> <td>(10-20)·10<sup>-6</sup></td> <td>(5-10)·10<sup>-6</sup></td> </tr> <tr> <td>Содержание, мас.д.,%</td> <td>15</td> <td>65</td> <td>20</td> </tr> </table> <p>Содержание SO<sub>2</sub> 4000 мг/м<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> 850 мг/м<sup>3</sup>, степень окисленности NO<sub>x</sub> 8 %, аэрозолей тяжелых металлов 120 мг/м<sup>3</sup>, температура 170 °С, объем 10 млн м<sup>3</sup>/ч, с получением строительного гипса.</p>	Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>	Содержание, мас.д.,%	15	65	20
Размер частиц, м	(20-40)·10 <sup>-6</sup>	(10-20)·10 <sup>-6</sup>	(5-10)·10 <sup>-6</sup>						
Содержание, мас.д.,%	15	65	20						
279	Отходящие газы доменного производства, содержащие: пыль 1300 мг/м <sup>3</sup> , СО 6500 мг/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 1500 мг/м <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 1300 мг/м <sup>3</sup> , степень окисленности NO <sub>x</sub> 15 %, фтористых соединений 300 мг/м <sup>3</sup> , температура 300 °С, объем 5 млн м <sup>3</sup> /ч с учетом утилизации тепла.								

280	Отходящие газы органических производств, содержащие: 30 г/м <sup>3</sup> углеводов (в том числе 10 % циклических), 10 г/м <sup>3</sup> СО, 2 г/м <sup>3</sup> Н <sub>2</sub> , температура 30 °С, объем 100000 м <sup>3</sup> /ч с утилизацией тепла.
281	Предложить принципиальную схему очистки производственных сточных вод объемом 200 тыс. м <sup>3</sup> /год до качества, предъявляемого к воде, сбрасываемой на городские биологические очистные сооружения, если воды имеют следующий состав: рН 3,5, ионы меди – 3 мг/дм <sup>3</sup> , взвешенные вещества 550 мг/дм <sup>3</sup> . Обосновать выбранные методы.
282	Предложить принципиальную схему очистки производственных сточных вод рассматриваемого предприятия объемом 200 тыс. м <sup>3</sup> /год до качества, предъявляемого к воде, сбрасываемой на биологические очистные сооружения, если воды имеют следующий состав: рН 4,2, ионы CN <sup>-</sup> – 20 мг/дм <sup>3</sup> , взвешенные вещества 450 мг/дм <sup>3</sup> . Обосновать выбранные методы.
283	Предложить принципиальную схему очистки производственных сточных вод объемом 150 тыс. м <sup>3</sup> /год рассматриваемого предприятия до качества, предъявляемого к воде, сбрасываемой на биологические очистные сооружения, если воды имеют следующий состав: рН 4,0, ХПК 650 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , взвешенные вещества 400 мг/дм <sup>3</sup> , СПАВ неионогенные 165 мг/дм <sup>3</sup> . Обосновать выбранные методы.
284	Предложить и обосновать методы и аппаратную схему очистки поверхностных сточных вод, имеющих следующие показатели: содержание взвешенных веществ 1500 мг/дм <sup>3</sup> , ХПК 450 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , содержание ионов цинка 700 мг/дм <sup>3</sup> , рН 6,5.
285	Разработать принципиальную схему очистки производственных сточных вод объемом 180 тыс. м <sup>3</sup> /год рассматриваемого предприятия до качества, предъявляемого к воде, сбрасываемой на биологические очистные сооружения, если воды имеют следующий состав: рН 3,8, бутиловый спирт – 15 мг/дм <sup>3</sup> , взвешенные вещества 650 мг/дм <sup>3</sup> . Обосновать выбранные методы.
286	Разработать принципиальную схему очистки производственных сточных вод объемом 190 тыс. м <sup>3</sup> /год рассматриваемого предприятия до качества, предъявляемого к воде, сбрасываемой на биологические очистные сооружения, если воды имеют следующий состав: ионы алюминия – 2 мг/дм <sup>3</sup> , взвешенные вещества 550 мг/дм <sup>3</sup> , жиры – 80 мг/дм <sup>3</sup> . Обосновать выбранные методы очистки.

Критерии и шкалы оценки:

Кейс-задача оценивается по уровневой шкале

- **«первый уровень обученности»** - студент не предложил вариантов решения сложившейся ситуации;
- **«второй уровень обученности»** - студент разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения;
- **«третий уровень обученности»** - студент разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации;
- **«четвертый уровень обученности»** - студент грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации.
- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он освоил **второй, третий и четвёртый уровень обученности;**
- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он освоил **первый уровень обученности;**

### 3.4 Курсовая работа

*ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, и минимизации воздействия на окружающую среду*

Номер вопроса	Тематика курсовых работ
287	Рассмотреть производство этилбензола на хлориде алюминия и разработать схему очистки и (или) утилизации катализаторного комплекса.
288	Рассмотреть производство формалина и разработать схему оборотного использования воды.
289	Рассмотреть производство 1,2-дихлорэтана и разработать схему очистки отходящих газов.
290	Рассмотреть производство стирола и разработать схему утилизации жидких отходов.

291	Рассмотреть производство стирола и разработать схему утилизации жидких отходов.
292	Рассмотреть производство этанола и разработать схему очистки сточной воды.
293	Рассмотреть производство азотной кислоты и разработать схему очистки сточных вод.
294	Рассмотреть производство серной кислоты разработать схему очистки газовых выбросов.
295	Рассмотреть производство уксусной кислоты и разработать схему очистки сточных вод.
296	Рассмотреть производство фосфорной кислоты и разработать схему очистки сточных вод.
297	Рассмотреть экологические аспекты производства акрилонитрила.
298	Рассмотреть экологические аспекты производства изопропилбензола.
299	Свободная тема по согласованию с руководителем работы.

### Критерии и шкалы оценки:

а) оценка «отлично» ставится студентом при правильном численном ответе, полученном на основании решения по правильной расчетной схеме и корректно записанным расчетным формулам, разработанной схеме производства по заданию преподавателя, творческом использовании современной литературы и всестороннем владении материалом при защите курсовой работы;

б) оценка «хорошо» ставится студенту при правильно выбранной схеме решения задачи, правильно записанным расчетным формулам, но при неполучении правильного численного решения в результате допущенных незначительных численных ошибок в расчетах, незначительных погрешностях при разработке схем производства и использовании литературных источников и показывающему стабильные знания при защите курсовой работы;

в) оценка «удовлетворительно» ставится студенту при отсутствии правильного численного ответа, но при правильно выбранной схеме ее решения и расчетных формулах, в которых, однако, имеются ошибки, не имеющие принципиального значения, выявленных в результате защиты курсовой работы ошибках при разработке схем производства и исправленных во время защиты курсовой работы, знанию основного программного материала в пределах порогового уровня освоения компетенции;

г) оценка «неудовлетворительно» выставляется при не предоставлении курсовой работы, нерешенной задаче и неверно выбранной предложенной схеме производства.

## 3.5 Собеседование (вопросы к зачету, экзамену)

### 3.5 Экзамен

*УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений*

Номер вопроса	Текст вопроса
300	Очистка газовых выбросов от аэрозолей с помощью гравитационных и инерционных сил.
301	Очистка газовых выбросов от аэрозолей с помощью центробежных сил.
302	Очистка газовых выбросов с помощью фильтрующих перегородок.
303	Методы мокрой очистки газовых выбросов от аэрозолей.
304	Очистка газовых выбросов в электрофильтрах.
305	Процессы физической абсорбции при очистке газовых потоков. Кинетика процесса.
306	Адсорбционные методы очистки газовых потоков. Классификация адсорбентов.
307	Адсорбционные методы очистки газовых выбросов. Равновесие при адсорбции.
308	Ионообменная очистка газовых выбросов.
309	Термические методы очистки газовых потоков.
310	Обезвреживание газовых выбросов озонированием.
311	Дробление и измельчение как методы подготовки твердых отходов к переработке.
312	Методы классификации и сортировки для переработки твердых отходов.
313	Методы гранулирования при переработке твердых отходов.
314	Брикетиrowание и высокотемпературная агломерация как методы переработки твердых промышленных отходов.
315	Методы обогащения при рекуперации твердых отходов.
316	Флотационные методы переработки твердых отходов.
317	Физико-химические методы утилизации твердых отходов.
318	Классификация промышленных сточных вод как физико-химических систем.
319	Классификация промышленных сточных вод по Кульскому.
320	Удаление взвешенных частиц из сточных вод. Процеживание и отстаивание.
321	Метод фильтрования для выделения примесей.

322	Метод флотации для обезвреживания производственных сточных вод.
323	Метод коагуляции для очистки производственных сточных вод.
324	Метод флокуляции для очистки производственных сточных вод.
325	Очистка сточных вод экстракцией. Требования, предъявляемые к экстрагентам.
326	Очистка сточных вод методом ионного обмена. Виды и строение ионитов.
327	Очистка сточных вод методом адсорбции. Требования к адсорбентам.
328	Мембранные процессы очистки сточных вод. Обратный осмос и ультрафильтрация.
329	Влияние различных факторов на мембранные процессы разделения.
330	Применение электродиализа для обезвреживания промышленных сточных вод.
331	Очистка сточных вод методом нейтрализации.
332	Очистка сточных вод методом окисления примесей. Хлорирование, озонирование, окисление кислородом и пиролюзитом.
333	Очистка сточных вод восстановлением.
334	Биохимическая очистка сточных вод. Аэробные и анаэробные процессы при биохимической очистке. Кинетика процессов биохимической очистки. Факторы, влияющие на интенсивность процесса. Биохимический показатель.
335	Методы обработки осадков сточных вод. Технологические показатели биоочистки сточных вод. Нарушение устойчивой работы аэротенков.
336	Термические методы очистки сточных вод.

**ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, и минимизации воздействия на окружающую среду**

Номер вопроса	Текст вопроса
337	Аммиачные методы очистки газов от SO <sub>2</sub> .
338	Известковый и известняковый методы очистки отходящих газов от SO <sub>2</sub> .
339	Адсорбция SO <sub>2</sub> ароматическими аминами
340	Адсорбционные методы очистки газовых выбросов от SO <sub>2</sub> .
341	Окислительные методы очистки газовых выбросов от SO <sub>2</sub> .
342	Этаноламинные методы очистки газовых выбросов от сероводорода.
343	Вакуумно-карбонатный и фосфатный методы очистки газовых выбросов от сероводорода.
344	Мышьяково-щелочной и щелочно-гидрохиноновый методы очистки газовых выбросов от сероводорода.
345	Адсорбционные методы очистки газов от сероводорода.
346	Очистка газовых выбросов от сероорганических соединений. Каталитическое гидрирование и окисление.
347	Очистка газовых выбросов от сероорганических соединений на активных хемосорбентах.
348	Адсорбционные методы очистки газовых выбросов от оксидов азота.
349	Адсорбционные методы очистки газовых выбросов от оксидов азота.
350	Восстановительные методы очистки газовых выбросов от оксидов азота.
351	Очистка газовых выбросов от фтористых соединений.
352	Очистка газовых выбросов от хлора и хлороводорода.
353	Очистка газовых выбросов от СО. Хемосорбция медно-аммиачными и медь-алюминий-хлоридными растворами.
354	Каталитическое окисление СО.
355	Аппараты для удаления взвешенных частиц из сточных вод. Песколовки. Горизонтальные, вертикальные, радиальные отстойники.
356	Отстаивание в тонком слое жидкости. Трубчатые и пластинчатые отстойники.
357	Осветление воды в слое взвешенного осадка.
358	Фильтрация через фильтрующие перегородки.
359	Фильтры с зернистой перегородкой.
360	Схемы очистки сточных вод экстракцией.
361	Обменные реакции ионитов. Применяемая аппаратура.
362	Адсорбционные установки для очистки сточных вод.
363	Промышленные аппараты обратного осмоса и ультрафильтрации.
364	Сооружения для аэробной биохимической очистки. Очистка в естественных условиях.
365	Биологическая очистка производственных сточных вод в искусственных условиях. Биофильтры.
366	Очистка сточных вод в аэротенках. Классификация аэротенков.

367	Конструкции аэротенков.
368	Технологические схемы биологической очистки сточных вод.

Критерии и шкалы оценки:

а) оценка «отлично» ставится студенту, проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала и дополнительной литературы, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании материала и справившемуся с кейс-заданием;

б) оценка «хорошо» ставится студенту, проявившему полное знание программного материала, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности и частично справившемуся с кейс-заданием;

в) оценка «удовлетворительно» ставится студенту, проявившему знания основного программного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора;

г) оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине;

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

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине **«Экологический менеджмент и экологический аудит»** применяется бально-рейтинговая система оценки студента.

**1. Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде тестовых заданий, сдачи коллоквиума и курсовой работы по предложенной преподавателем теме. За каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, не зачтено - 0), коллоквиум и курсовая работа оцениваются по бальной системе с соответствующими коэффициентами. Максимальное число баллов по результатам текущей работы определяется рейтинговой системой.

Для получения допуска к экзамену, полученная в течение семестра сумма по рейтингу **должна быть не менее 60 % от максимально возможной суммы баллов.**

**Экзамен проводится в виде устного ответа на вопросы и кейс-задачи.**

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

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>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области защиты окружающей среды	Тест-задания	На основе имеющихся знаний определять направления совершенствования технологических процессов в области защиты окружающей среды	Знает основные направления совершенствования технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, отечественные достижения и зарубежный опыт в области защиты окружающей среды, параметры эффективности технологических процессов	51 % и более правильных ответов Зачтено	Пороговый
			Не знает основных направлений совершенствования технологических процессов, параметров эффективности и методик их определения	Менее 51 % правильных ответов Не зачтено	Не освоен
<b>УМЕТЬ:</b> применять способы и технику ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду	Тестирование (зачет)	Умеет применять технологии ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду при совершенствовании технологических процессов	Осуществляет многовариантный выбор правильных ответов на поставленные вопросы, правильные соответствия, подбор параметров технологических процессов для решения конкретных задач	Академическая оценка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»	Продвинутый
			Не может провести выбор правильных ответов в многовариантных вопросах и вопросах на соответствие	Академическая оценка «неудовлетворительно»	Не освоен
<b>ВЛАДЕТЬ</b> методами минимизации воздействия на окружающую среду в целях совершенствования технологических процессов	Кейс-задание	Умеет оценивать влияние антропогенной деятельности технологического процесса на окружающую среду и осуществлять разработку принципиальных решений для минимизации этого воздействия	Бакалавр разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу с позиций энерго- и ресурсосбережения, обосновал экологические последствия принятых решений и подобрал оптимальное с точки зрения экологической безопасности.	Зачтено	Высокий
			Студент не решил поставленную задачу, не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоен
<b>ПКв-3 Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и разработке нового оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, и минимизации воздействия на окружающую среду</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> особенности	Тест-задания	Знает основные	Студент знает основные характеристики	51 % и более	Пороговый

разрабатываемых и используемых технологических процессов	ия	параметры разрабатываемых и используемых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	технологических процессов, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	правильных ответов	
			Студент не знает основные характеристики технологических процессов, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	Менее 51 % правильных ответов	Не освоен а
<b>УМЕТЬ:</b> применять современные методы и средства инженерной защиты окружающей среды, современные разработки эффективных природоохранных мероприятий, методы исследования, правила и условия выполнения природоохранных работ	Тестирование (зачет)	Умеет применять методы защиты окружающей среды для минимизации воздействия на окружающую среду вредных веществ различной природы	Осуществляет многовариантный выбор правильных ответов на поставленные вопросы, правильные соответствия, подбор параметров технологических процессов для решения конкретных задач	Академическая оценка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»	Продвинутый
			Не может провести выбор правильных ответов в многовариантных вопросах и вопросах на соответствие	Академическая оценка «неудовлетворительно»	Не освоен а
	Тестовые задания	Умеет применять методы исследования окружающей среды при выполнении природоохранных работ и обосновании конкретных эффективных природоохранных мероприятий	Осуществляет многовариантный выбор правильных ответов на поставленные вопросы, правильные соответствия	51 % и более правильных ответов	Продвинутый
			Не может провести выбор правильных ответов в многовариантных вопросах и вопросах на соответствие	Менее 51 % правильных ответов	Не освоен а
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методиками обоснования конкретных технических решений при разработке технологических процессов, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	Курсовая работа	Владеет методологией выбора мероприятий для создания экологически безопасных технологий	Студент освоил технологию производства по заданию преподавателя, методику обоснования конкретных технических решений, предложил мероприятия для минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду	Академическая оценка «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»	Высокий
			Студент не решил поставленную задачу, не предложил вариантов решения	Академическая оценка «неудовлетворительно»	Не освоен а
	Кейс-задание	Умеет применять знания для решения природоохранных задач с учетом особенностей конкретного технологического процесса	Бакалавр разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу с позиций энерго- и ресурсосбережения, обосновал экологические последствия принятых решений и подобрал оптимальное с точки зрения экологической безопасности.	Зачтено	Высокий
			Студент не решил поставленную задачу, не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоен а

--	--	--	--	--	--