

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 20.05.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Процессы и аппараты защиты окружающей среды*

**Направление подготовки**

*20.04.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
3	144 / 4	16	32		3,6	0,35	51,95	65,4	Экз.(26,65)
Итого	144 / 4	16	32		3,6	0,35	51,95	65,4	26,65

Муром, 2025 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов современного естественнонаучного экологического мировоззрения и экологической культуры, приобретение знаний и представлений об основных загрязнителях и способах защиты окружающей среды от вредного воздействия хозяйственной деятельности человека.

Основные задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний о процессах, происходящих при образовании твердых, газообразных и жидких отходов, а также при их обезвреживании;
- подбор и расчет оборудования для защиты окружающей среды от загрязнения;
- изучение взаимосвязей процессов, происходящих при очистке отдельных загрязнителей;
- ознакомление с научными основами разработки технологических схем защиты окружающей среды.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» базируется на следующих дисциплинах: «Современные проблемы в области защиты окружающей среды», «Источники загрязнения среды обитания», «Методы и приборы контроля окружающей среды». Знания и умения, полученные в ходе освоения дисциплины, используются при написании выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Разработка и проведение мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации	ПК-1.3 Разрабатывает и дает эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	знать основные процессы и аппараты защиты окружающей среды (ПК-1.3)  уметь разрабатывать и давать эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации (ПК-1.3)	тест

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей	3	4	16						42	тестирование
2	Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения	3	12	16						23,4	тестирование
Всего за семестр		144	16	32				3,6	0,35	65,4	Экз.(26,65)
Итого		144	16	32				3,6	0,35	65,4	26,65

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 3

*Раздел 1. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

###### Лекция 1.

Абсорбционные методы очистки газов. Характеристика абсорбентов. Технология абсорбционной очистки промышленных выбросов. Конструкции и принцип действия абсорберов. Механизм и теория процесса физической абсорбции. Уравнение равновесия между фазами. Регенерация сорбентов (2 часа).

###### Лекция 2.

Адсорбционные методы очистки газов. Физический механизм процесса адсорбции и его теоретические основы. Типы и конструкции адсорберов. Основы проектирования адсорберов. Применение адсорберов. Основные промышленные адсорбенты. Десорбция адсорбированных продуктов (2 часа).

## *Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

### **Лекция 3.**

Системы защиты гидросферы. Классификация методов и аппаратов защиты гидросферы и их основные характеристики. Основные характеристики аппаратов защиты гидросферы. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки (2 часа).

### **Лекция 4.**

Аппараты для осаждения примесей из сточных вод. Процеживание и отстаивание. Конструкции отстойников, песколовок и осветлителей воды (2 часа).

### **Лекция 5.**

Конструкции нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы (2 часа).

### **Лекция 6.**

Флотационные установки. Распространенные методы флотации с выделением воздуха из раствора: вакуумная, напорная, эрлифтная флотации. Сущность процессов. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Сущность процессов. Конструкции установок. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Биологическая и химическая флотация (2 часа).

### **Лекция 7.**

Сорбционная и ионообменная очистка сточных вод. Сущность методов и технология очистки. Типы и виды ионообменных смол. Методы регенерации ионообменных смол. Конструкции ионообменных установок. Очистка сточных вод обратным осмосом. Сущность метода и технология очистки (2 часа).

### **Лекция 8.**

Электрохимические методы очистки сточных вод. Сущность электрохимической очистки, принципиальная технологическая схема. Электрохимические методы переработки высококонцентрированных сточных вод. Электродиализ. Сущность метода и конструкции электродиализных установок (2 часа).

## **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

### **Семестр 3**

#### *Раздел 1. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

#### **Практическое занятие 1**

Организация движения газов. Технологическая схема пылегазоочистки. Параметры и структура проектируемой технологической схемы. Подбор побудителя движения газа (2 часа).

#### **Практическое занятие 2**

Технологический расчет аппаратов для улавливания пыли под действием силы тяжести. Расчет пылеосадительной камеры (2 часа).

#### **Практическое занятие 3**

Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли (2 часа).

#### **Практическое занятие 4**

Расчет скруббера и форсунки (2 часа).

#### **Практическое занятие 5**

Расчет и выбор газовых фильтров (2 часа).

#### **Практическое занятие 6**

Расчет и выбор электрофильтра (2 часа).

#### **Практическое занятие 7**

Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов. Расчет адсорберов периодического действия (2 часа).

#### **Практическое занятие 8**

Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов. Расчет абсорбционной колонны (2 часа).

## *Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

### **Практическое занятие 9**

Технологический расчет аппаратов механической очистки сточных вод. Расчет песколовки и отстойников (2 часа).

### **Практическое занятие 10**

Технологический и конструктивный расчет тонкослойных отстойников периодического действия (2 часа).

### **Практическое занятие 11**

Разделение жидкость-твердое тело центрифугированием. Технологический и конструктивный расчет центрифуг (2 часа).

### **Практическое занятие 12**

Фильтрация сточных вод. Расчет зернистых фильтров (2 часа).

### **Практическое занятие 13**

Флотационная очистка сточных вод (2 часа).

### **Практическое занятие 14**

Экстракционный процесс очистки сточных вод. Расчет вертикального экстрактора (2 часа).

### **Практическое занятие 15**

Электрохимическая очистка сточных вод. Расчет электрокоагулятора (2 часа).

### **Практическое занятие 16**

Биохимическая очистка сточных вод. Расчет аэротенка (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Профилактическое направление защиты атмосферы.
2. Сущность радикального направления защиты атмосферы.
3. Классификация методов и технических средств очистки от пылегазовых выбросов.
4. Сущность механического улавливания пыли. Число Рейнольдса.
5. Схемы наиболее часто применяемых аппаратов гравитационного действия. Принцип их работы.
6. Сущность процесса сухой пылеочистки центробежными осадителями с тангенциальным вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
7. Процесс сухой пылеочистки центробежными осадителями с осевым вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
8. Сущность процесса фильтрования. Виды оборудования. Виды фильтровальных материалов.
9. Сущность процесса мокрой очистки газов от аэрозольных загрязнителей.
10. Группы применяемых аппаратов при мокрой очистке газов.
11. Достоинства и недостатки аппаратов мокрой пылеочистки.
12. Сущность процесса коагуляции. Виды коагуляции.
13. Сущность процесса очистки газов фильтрованием (фильтрация газов через пористую перегородку, тканевые фильтры, волокнистые и зернистые фильтры, фильтры с жесткими пористыми перегородками).
14. Механизмы взаимодействия пылевой частицы с твердым элементом фильтрующего материала.
15. Классификация и сущность методов очистки фильтровальной ткани.
16. Процесс очистки газов электрофильтрами.
17. Классификация электрофильтров. Основные элементы электрофильтров.
18. Стадии процесса электрофильтрации.
19. Классификация и сущность методов очистки газов от химических загрязнителей.

20. Сущность абсорбции жидким поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции применяемых аппаратов.
21. Сущность процесса адсорбции твердым поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции адсорберов.
22. Сущность окислительных методов очистки. Примеры применения методов. Применяемые аппараты и оборудование.
23. Сущность химических методов очистки. Примеры применения методов.
24. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки.
25. Сущность процессов процеживания и отстаивания. Конструкции отстойников, песколовок и осветлителей воды.
26. Конструкции и принцип работы нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы.
27. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрование через слой осадка. Бытовые фильтры.
28. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
29. Флотационные установки.
30. Экстракционные аппараты и установки.
31. Сорбционные и ионообменные установки.
32. Сорбционные и ионообменные установкиембанные аппараты для очистки сточных вод.
33. Ректификационные установки для очистки сточных вод.
34. Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации. Окисление примесей сточных вод.
35. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
36. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
37. Выпуск и разбавление сточных вод.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

**4.2 Форма обучения: заочная**  
 Уровень базового образования: высшее.  
 Срок обучения 2г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
4	144 / 4	6	6		3	0,6	15,6	119,75	Экз.(8,65)
Итого	144 / 4	6	6		3	0,6	15,6	119,75	8,65

**4.2.1. Структура дисциплины**

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей	4	4	6						65	контрольная работа
2	Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения	4	2							54,75	контрольная работа
Всего за семестр		144	6	6		+		3	0,6	119,75	Экз.(8,65)
Итого		144	6	6				3	0,6	119,75	8,65

**4.2.2. Содержание дисциплины**

**4.2.2.1. Перечень лекций**

**Семестр 4**

*Раздел 1. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

**Лекция 1.**

Абсорбционные методы очистки газов. Характеристика абсорбентов. Технология абсорбционной очистки промышленных выбросов. Конструкции и принцип действия

абсорберов. Механизм и теория процесса физической абсорбции. Уравнение равновесия между фазами. Регенерация сорбентов (2 часа).

#### **Лекция 2.**

Адсорбционные методы очистки газов. Физический механизм процесса адсорбции и его теоретические основы. Типы и конструкции адсорберов. Основы проектирования адсорберов. Применение адсорберов. Основные промышленные адсорбенты. Десорбция адсорбированных продуктов (2 часа).

*Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

#### **Лекция 3.**

Системы защиты гидросферы. Классификация методов и аппаратов защиты гидросферы и их основные характеристики. Основные характеристики аппаратов защиты гидросферы. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки (2 часа).

### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 4**

*Раздел 1. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

##### **Практическое занятие 1.**

Расчет и выбор газовых фильтров (2 часа).

##### **Практическое занятие 2.**

Расчет и выбор электрофильтра (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов. Расчет адсорберов периодического действия (2 часа).

### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Профилактическое направление защиты атмосферы.
2. Сущность радикального направления защиты атмосферы.
3. Классификация методов и технических средств очистки от пылегазовых выбросов.
4. Сущность механического улавливания пыли. Число Рейнольдса.
5. Схемы наиболее часто применяемых аппаратов гравитационного действия. Принцип их работы.
6. Сущность процесса сухой пылеочистки центробежными осадителями с тангенциальным вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
7. Процесс сухой пылеочистки центробежными осадителями с осевым вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
8. Сущность процесса фильтрования. Виды оборудования. Виды фильтровальных материалов.
9. Сущность процесса мокрой очистки газов от аэрозольных загрязнителей.
10. Группы применяемых аппаратов при мокрой очистке газов.
11. Достоинства и недостатки аппаратов мокрой пылеочистки.
12. Сущность процесса коагуляции. Виды коагуляции.
13. Сущность процесса очистки газов фильтрованием (фильтрация газов через пористую перегородку, тканевые фильтры, волокнистые и зернистые фильтры, фильтры с жесткими пористыми перегородками).
14. Механизмы взаимодействия пылевой частицы с твердым элементом фильтрующего материала.
15. Классификация и сущность методов очистки фильтровальной ткани.
16. Процесс очистки газов электрофильтрами.



17. Классификация электрофильтров. Основные элементы электрофильтров.
  18. Стадии процесса электрофилтации.
  19. Классификация и сущность методов очистки газов от химических загрязнителей.
  20. Сущность абсорбции жидким поглотителем. Примеры применения метода.
- Конструкции применяемых аппаратов.
21. Сущность процесса адсорбции твердым поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции адсорберов.
  22. Сущность окислительных методов очистки. Примеры применения методов.
- Применяемые аппараты и оборудование.
23. Сущность химических методов очистки. Примеры применения методов.
  24. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки.
  25. Сущность процессов процеживания и отстаивания. Конструкции отстойников, песколовков и осветлителей воды.
  26. Конструкции и принцип работы нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы.
  27. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрование через слой осадка. Бытовые фильтры.
  28. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
  29. Флотационные установки.
  30. Экстракционные аппараты и установки.
  31. Сорбционные и ионообменные установки.
  32. Сорбционные и ионообменные установки мембранные аппараты для очистки сточных вод.
  33. Ректификационные установки для очистки сточных вод.
  34. Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации. Окисление примесей сточных вод.
  35. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
  36. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
  37. Выпуск и разбавление сточных вод.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Влияние твердых загрязнителей на свойства материалов и состояние атмосферы.
2. Химическое загрязнение атмосферы соединениями серы, азота, углерода.
3. Основы растворимости и поглощения газообразных загрязнителей.
4. Методика выбора направления защиты атмосферы. Содержание профилактического направления.
5. Классификация методов радикальной защиты атмосферы; нормативные основы, учет вида загрязнителей, оценка эффективности очистки.
6. Механическое улавливание пыли; теоретические основы, простейшие аппараты гравитационной очистки.
7. Теоретические основы центробежного осаждения пылевых фракций.
8. Теоретические основы мокрой пылеочистки.
9. Основные направления интенсификации мокрой очистки.
10. Теоретические основы фильтрования газов через пористую перегородку.
11. Технологические особенности очистки газов электрофилтацией.
12. Защита атмосферы от физических воздействий.
13. Общая характеристика методов очистки газов от химических загрязнителей.

14. Абсорбция химических загрязнителей жидким поглотителем.
15. Абсорбция химических загрязнителей твердым поглотителем.
16. Адсорбционная очистка газов от химических загрязнителей.
17. Химические методы очистки газов.
18. Экспертиза и контроль загрязнений атмосферы.
19. Учет загрязнений атмосферы.
20. Методы очистки фильтрованной ткани рукавных фильтров.
21. Особенности конструкций циклонных элементов батарейных циклонов.
22. Санитарно-защитные зоны: нормирование, назначение, конструкции.
23. Климатические характеристики промышленного района: влияние их на организацию атмосфероохранных мероприятий.
24. Регулирование атмосферных выбросов при неблагоприятных метеоусловиях.
25. Технологическая схема пылегазоочистки. Требования, предъявляемые к технологическим схемам пылегазоочистки. Эффективность аппаратов очистки и технологической схемы.
26. Циклоны: особенности конструкции, условия применения, принципы технологического расчета.
27. Групповые циклоны: особенности конструкции, условия применения, принципы технологического расчета.
28. Батарейные циклоны: особенности конструкции, условия применения.
29. Скрубберы: особенности конструкции, разновидности, условия применения, основные положения технологического расчета.
30. Выбор побудителей движения газов в технологиях пылегазоочистки.
31. Аппараты сорбционной очистки газов: разновидности, условия применения.
32. Пенные аппараты: особенности конструкции, условия применения.
33. Абсорберы: конструкции. Типы насадок.
34. Мокрый циклон. Особенности мокрых циклонов. Конструкции, условия применения.
35. Аппараты сухого фильтрования воздушных потоков: типы, конструктивные особенности, условия применения.
36. Рукавные фильтры. Требования, предъявляемые к фильтровальным тканям. Типы и устройства рукавных фильтров.
37. Электрофильтры: условия применения, конструктивные особенности. Технологическая оценка эффективности.
38. Особо опасные химические загрязнители воздуха.
39. Химические методы очистки газов.
40. Источники и основные виды загрязнителей атмосферы.
41. Генезис пылеобразования. Свойства пылей.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

Использование проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода к изучению дисциплины предусматривает комплексное освоение методов конструирования систем экозащитного оборудования и аппаратов защиты окружающей природной среды.

При проведении аудиторных занятий предполагается использование различных форм обучения:

- пассивная форма (классическая лекция);
- интерактивная форма (использование механизмов взаимодействия с учащимися и контроля усвоения знаний, например, в виде либо “лекции-беседы”, либо “лекции-дискуссии”).

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

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

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Ефремов, И. В. Сборник задач, практических заданий по курсу системы защиты среды обитания : учебное пособие / И. В. Ефремов, Е. Л. Горшенина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 116 с. - <http://www.iprbookshop.ru/61404>

2. Системы защиты среды обитания : учебное пособие (практикум) / составители Е. В. Соколова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 136 с. - <http://www.iprbookshop.ru/92595>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Балькин, В. М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания : учебное пособие / В. М. Балькин, Т. Е. Гордеева. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 86 с. - <http://www.iprbookshop.ru/20621>

2. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. - <https://www.iprbookshop.ru/75637>

3. Журнал "Инженерная защита" - <http://territoryengineering.ru/>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

МЧС России. Методические материалы. <http://www.mchs.gov.ru>

Охрана труда. Управление рисками и безопасностью труда. <http://ohrana-bgd.ru/>

Охрана труда в России. Законодательство по охране труда, промышленной и пожарной безопасности. Все действующие ГОСТы, технические нормативы. <http://www.ohranatruda.ru>

Информационно-правовой портал. Режим доступа: <http://www.garant.ru>

Справочно-правовая система КонсультантПлюс. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[territoryengineering.ru](http://territoryengineering.ru)

mchs.gov.ru  
ohrana-bgd.ru  
ohranatruda.ru  
garant.ru  
consultant.ru  
mivlgu.ru/iop

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория  
проектор NEC Projector MP40G; Персональный компьютер АйТеК, подключенный к сети МИВлГУ.

Лаборатория аналитической и коллоидной химии

Стенд «Система водоподготовки»; вытяжные шкафы; газоанализатор переносной МАГ-6ПВ с ПО Eksis Visual Lab; магнитная мешалка «РИТМ-01»; аппарат Киппа; цифровой микроскоп Levenhuk; водяная баня - 2шт; набор химического оборудования для титриметрии – 2шт.; штативы химические с держателями – 5 шт.; Универсальный комплект на базе «Эксперт-001»; автоматический титратор АТП-02; испаритель ротационный UL-200Е; спектрофотометр ПЭ-5400 УФ; потенциостат-гальваностат Р-2Х с электрохимической ячейкой; специальная химическая посуда.

Лаборатория экологии, биологии, геологии и геодезии

Микроскоп МБУ-4 № 6015477; весы торсионные № 7893; термометр ртутный стеклянный лабораторный ГОСТ 215-73ТЛ-2; детектор BOSCH PMD 10; нивелир лазерный Bosch GLL; нивелир оптический RGK N-32 – 2 шт.; теодолит оптический 2Т30П – 2 шт.; угломер BOSCH GAM 220 MF; генератор Г4–116; лазерный дальномер RGK D-100; компас горно-геологический Orient DQL-8– 2 шт.; рулетка Fisco TR50/5; установка для определения расхода воздуха в воздуховодах.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется выполнением заданий по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в учебной аудитории, используя мультимедийное оборудование. Выполнение заданий производится индивидуально в часы, предусмотренные расписанием занятий в соответствии с методическими указаниями к практическим работам. Отчет по практической работе каждый студент выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по оформлению.

Отчет выполняется в рабочей тетради, сдается преподавателю по окончании занятия или в начале следующего занятия. Отчет должен включать пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- оснащение;
- задание;
- порядок работы;
- решение, развернутый ответ, таблица, ответы на контрольные вопросы (в зависимости от задания);
- вывод по работе.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение

разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*20.04.01 Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере*  
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Булкин В.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 16 от 14.05.2025 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 15.05.2025 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Процессы и аппараты защиты окружающей среды**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

1. Благодаря чему циклонные аппараты являются наиболее распространенным типом сухих механических пылеуловителей:
  - а) дешевизне, простоте устройства и обслуживания;
  - б) малой металлоемкости;
  - в) бесконечным сроком эксплуатации;
  - г) небольшому сопротивлению и высокой производительности.
2. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:
  - а) пыль улавливается в сухом виде;
  - б) весьма просты в изготовлении;
  - в) гидравлическое сопротивление близко к нулю;
  - г) все варианты ответов верные.
3. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:
  - а) аппараты успешно работают на высоких давлениях газов;
  - б) отсутствие движущихся частей в аппарате;
  - в) пыль улавливается в мокром виде;
  - г) все варианты ответов верные.
4. Надежное функционирование циклонных аппаратов обеспечивается при температурах газов до:
  - а) 50 0С;
  - б) 100 0С;
  - в) 350 0С;
  - г) 500 0С.
5. За счет чего происходит выделение частиц пыли из газового потока:
  - а) ускорения свободного падения;
  - б) инерции;
  - в) гравитации;
  - г) все варианты неверные.
6. К какому классу аппаратов относятся циклоны:
  - а) мокрые пылеуловители;
  - б) электрофильтры;
  - в) сухие механические пылеуловители;
  - г) фильтрующие аппараты.
7. Из какого количества циклонных элементов может состоять групповой циклон:
  - а) 2,4,6,8;
  - б) свыше одного;
  - в) 14;
  - г) 3,5,7,9.
8. Что является отличительной особенностью конструкции батарейного циклона:
  - а) общие распределительные и собирающие коллекторы запыленного и очищенного газа соответственно;
  - б) наличие циклонных элементов диаметром свыше 1000 мм;
  - в) наличие циклонных элементов диаметром до 250 мм;
  - г) все варианты ответов верные.
9. Одиночные и групповые циклоны изготавливают:
  - а) с левым вращением газового потока;
  - б) вращение газового потока исключено;
  - в) с правым вращением газового потока;
  - г) все перечисленные варианты верные.

10. Чем определяется эффективность очистки газов в циклонных пылеуловителях:
- а) дисперсным составом пыли и плотностью частиц;
  - б) отсутствием агрессивной среды;
  - в) вязкостью очищаемого газа;
  - г) диаметром циклона и скоростью газа в нем.
11. Какую траекторию движения в циклоне имеют очищаемые газы:
- а) прямолинейную;
  - б) синусоидальную;
  - в) спиралевидную;
  - г) газы перемещаются хаотично.
12. Каким образом можно располагать циклонные аппараты:
- а) вертикально;
  - б) наклонно;
  - в) горизонтально;
  - г) все перечисленные варианты верные.
13. Какие циклоны получили наибольшее распространение в России:
- а) конструкции СИОТ;
  - б) конструкции ЛИОТ;
  - в) конструкции НИИОгаза;
  - г) все виды.
14. Что является отличительной особенностью циклонов конструкции НИИОгаза:
- а) наклонный входной патрубок;
  - б) короткие цилиндрическая часть и выхлопная труба;
  - в) диаметр цилиндрической части более 500 мм;
  - г) среди перечисленных вариантов нет правильного.
15. Сколько типов цилиндрических циклонов конструкции НИИОгаза существует:
- а) один;
  - б) восемь;
  - в) три;
  - г) два.
16. Как расшифровывается аббревиатура ЦН:
- а) циклон цилиндрический наклонный;
  - б) циклон цилиндрический нагруженный;
  - в) циклон цилиндрический НИИОгаза;
  - г) циклон цилиндрический номинальный.
17. Что обозначает цифра в названии типа циклона ЦН-... :
- а) угол наклона циклона;
  - б) время работы циклона;
  - в) угол наклона входного патрубка относительно горизонта;
  - г) год в котором аппарат был разработан.
18. Какие типы цилиндрических циклонов существуют:
- а) ЦН-11;
  - б) ЦН-15;
  - в) ЦН-20;
  - г) ЦН-24.
19. Любой из размеров каждого типа циклонов может быть выражен:
- а) зависимости от скорости газового потока;
  - б) от количества улавливаемой пыли;
  - в) в долях от диаметра цилиндрической части;
  - г) правильный вариант ответа отсутствует.
20. Что происходит с увеличением размеров циклона:
- а) ускорение газового потока;
  - б) снижение гидравлического сопротивления;
  - в) снижение эффективности;



г) все варианты ответов верные.

21. Какого диаметра циклоны типа ЦН применять не рекомендуется:

а) менее 3000 мм;

б) более 1000 мм;

в) 500-1000 мм;

г) правильный вариант ответа отсутствует.

22. Какой циклон типа ЦН получил наибольшее распространение:

а) ЦН-11;

б) ЦН-15;

в) ЦН-20;

г) ЦН-24.

23. Что обозначено на данном рисунке цифрой 2:

а) входной патрубок;

б) выходной патрубок;

в) цилиндрическая часть;

г) бункер.

24. Что обозначено на данном рисунке цифрой 3:

а) входной патрубок;

б) выходной патрубок;

в) цилиндрическая часть;

г) бункер.

25. Что обозначено на данном рисунке цифрой 4:

а) входной патрубок;

б) выходной патрубок;

в) цилиндрическая часть;

г) бункер.

26. Под действием каких сил происходит выпадение частиц пыли из газового потока в пылеосадительных камерах:

а) сил инерции;

б) сил гравитации;

в) центробежных сил;

г) все варианты ответов верны.

27. Чем в основном определяется эффективность осаждения частиц в пылеосадительной камере:

а) временем пребывания;

б) траекторией движения газового потока;

в) скоростью движения газового потока;

г) разностью скоростей газового потока и частиц пыли.

28. К какому классу аппаратов относятся пылеосадительные камеры:

а) сухие механические пылеуловители;

б) мокрые пылеуловители;

в) электрофильтры;

г) инерционные аппараты.

29. Частицы пыли каких размеров наиболее эффективно улавливаются в пылеосадительных камерах:

а) менее 5 мкм;

б) 5-10 мкм;

в) 10-30 мкм;

г) 30-50 мкм.

30. Чему равна эффективность улавливания высокодисперсной пыли размером менее 5 мкм в пылеосадительных камерах:

- а) близка к нулю;
- б) составляет около 50%;
- в) близка к 100%;
- г) все варианты неверные.

31. На что необходимо обращать существенное внимание при проектировании пылеосадительных камер:

- а) равномерность распределения газового потока;
- б) качественный состав газовой среды;
- в) природу улавливаемой пыли;
- г) герметичность установки.

32. При изменении какого геометрического параметра пылеосадительной камеры увеличивается ее эффективность:

- а) длины;
- б) высоты;
- в) ширины;
- г) любого из перечисленных параметров.

33. Для увеличения эффективности пылеулавливания в пылеосадительных камерах целесообразно применять:

- а) газораспределительные решетки;
- б) диффузоры;
- в) конфузоры;
- г) барабаны лепесткового типа.

34. Целесообразность применения пылеосадительных камер определяется:

- а) высокой начальной концентрацией пыли;
- б) незначительным объемом очищаемого воздуха;
- в) наличием агрессивной среды;
- г) все перечисленные варианты верные.

35. В качестве каких аппаратов в настоящее время применяются пылеосадительные камеры:

- а) аппаратов тонкой очистки;
- б) аппаратов заключительной стадии фильтрования;
- в) аппаратов предварительной очистки;
- г) все перечисленные варианты верные.

36. К достоинствам пылеосадительных камер относятся:

- а) простота конструкции;
- б) низкая стоимость;
- в) небольшие расходы энергии;
- г) все перечисленные варианты верные.

37. Работа пылеосадительных камер не подвержена влиянию:

- а) температуры;
- б) скорости газового потока;
- в) наличия пыли различного дисперсного состава;
- г) все перечисленные варианты верные.

38. Какое значение имеет рекомендуемая скорость движения газового потока в пылеосадительной камере:

- а) 5-10 м/с;
- б) не более 3 м/с;
- в) свыше 5 м/с;
- г) 3-5 м/с.

39. При проектировании пылеосадительных камер следует учитывать:

- а) возможность вторичного уноса;
- б) толщину стенок камеры;
- в) температурный режим работы камеры;
- г) все перечисленные параметры.

40. Как называется элемент пылеосадительной камеры, в котором осуществляется накопление улавливаемой пыли:
- а) бункер;
  - б) входной патрубок;
  - в) диффузор;
  - г) компенсатор.
41. В какой части очистных сооружений устанавливаются усреднители?
- а) на выходе;
  - б) на входе;
  - в) в центральной части.
42. Процеживание предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером...
- а) до 25мм;
  - б) от 25 до 40мм;
  - в) более 50мм.
43. Что является основным сооружением для очистки сточных вод?
- а) решетка;
  - б) усреднитель;
  - в) отстойник.
44. В каких случаях применяются барабанные фильтры?
- а) при очистке вод от нефтепродуктов;
  - б) при очистке воды от мелкодисперстных примесей;
  - в) при отсутствии в воде вязких веществ.
45. Какова эффективность очистки воды микрофильтром?
- а) менее 40%;
  - б) 40 – 60%;
  - в) более 70%.
46. На какие три группы делят существующие пылеуловители по способу очистки:
- а) сухой, мокрой и электрической очистки;
  - б) сухой, сорбционной и мокрой очистки;
  - в) электрической, сорбционной и мокрой очистки;
  - г) электрической, сорбционной и сухой очистки.
47. Какие из представленных типов аппаратов не относятся к группе жидкопленочных мокрых пылеуловителей:
- а) тарельчатые;
  - б) адсорберы;
  - в) ударно-инерционные;
  - г) скрубберы Вентури.
48. К какой группе относятся следующие аппараты – волокнистые фильтры, тканевые фильтры, зернистые фильтры:
- а) фильтрующие;
  - б) промыватели;
  - в) сорбционные;
  - г) перечисленные аппараты не входят ни в одну группу.
49. К какой группе относятся следующие аппараты – тарельчатые, инерционные, скрубберы Вентури:
- а) фильтрующие;
  - б) промыватели;
  - в) сорбционные;
  - г) перечисленные аппараты не входят в одну группу.
50. Физико-химический метод, основанный на поглощении газов и паров твердыми и жидкими поглотителями, в результате чего образуются малолетучие и малорастворимые соединения – это
- а) абсорбция;

- б) хемосорбция;
- в) адсорбция;
- г) термическая нейтрализация.

51. Метод, используемый тогда, когда очищаемые газы обладают энергией горения - это

- а) метод хемосорбции;
- б) метод адсорбции;
- в) метод прямого сжигания;
- г) метод термического окисления;
- д) метод каталитического дожигания.

52. Под действием каких сил происходит выпадение частиц пыли из газового потока в пылеосадительных камерах:

- а) сил инерции;
- б) сил гравитации;
- в) центробежных сил;
- г) все варианты ответов верны.

53. Чему равна эффективность улавливания высокодисперсной пыли размером менее 5 мкм в пылеосадительных камерах:

- а) близка к нулю;
- б) составляет около 50%;
- в) близка к 100%;
- г) все варианты неверны.

54. Целесообразность применения пылеосадительных камер определяется:

- а) высокой начальной концентрацией пыли;
- б) незначительным объемом очищаемого воздуха;
- в) наличием агрессивной среды;
- г) все перечисленные варианты верны.

55. Какое значение имеет рекомендуемая скорость движения газового потока в пылеосадительной камере:

- а) 5-10 м/с;
- б) не более 3 м/с;
- в) свыше 5 м/с;
- г) 3-5 м/с.

56. На что необходимо обращать существенное внимание при проектировании пылеосадительных камер:

- а) равномерность распределения газового потока;
- б) качественный состав газовой среды;
- в) природу улавливаемой пыли;
- г) герметичность установки.

57. При проектировании пылеосадительных камер следует учитывать:

- а) возможность вторичного уноса;
- б) толщину стенок камеры;
- в) температурный режим работы камеры;
- г) все перечисленные параметры.

58. Насадочные абсорберы представляют собой колонны, заполненные насадкой – твердыми телами различной формы. Она служит для:

- а) увеличения поверхности контакта соприкасающихся фаз – газа и жидкости;
- б) увеличения поверхности контакта соприкасающихся фаз – твердого тела и жидкости;

- в) увеличения скорости прохождения газа через аппарат;
- г) увеличения времени контакта очищаемого газа и жидкости;
- д) нет правильных вариантов.

59. Барботажные абсорберы разделяют на три основные группы:

- а) со сплошным барботажным слоем, тарельчатого типа, с механическим перемешиванием;
- б) с прерывистым барботажным слоем, пластинчатого типа, с механическим перемешиванием;
- в) цилиндрического типа, с механическим перемешиванием, чашечного типа;
- г) нет правильного ответа.
60. В распыливающих абсорберах контакт между фазами достигается распыливанием или разбрызгиванием жидкости в газовом потоке. Эти абсорберы подразделяются на следующие группы:
- а) форсуночные распыливающие, скоростные прямоточные, механические распыливающие;
- б) форсуночные распыливающие, скоростные газопромыватели с механическим перемешиванием, цилиндрические полые;
- в) цилиндрического типа, с механическим перемешиванием, чашечного типа;
- г) нет правильного ответа.
61. Высокая абсорбционная способность, селективность, низкое давление пара, химическая инертность по отношению к распространенным конструкционным материалам, нетоксичность, огне- и взрывобезопасность, доступность и не высокая стоимость – эти требования предъявляются при выборе:
- а) абсорбента;
- б) адсорбента;
- в) абсорбата;
- г) адсорбата;
- д) аппарата нейтрализации очищаемого газа;
- е) нет правильных ответов.
62. Кольца Рашига, седла типа «Инталокс», седла Берля и кольца Палля применяются в:
- а) насадочных абсорберах;
- б) барботажных абсорберах;
- в) распыливающих абсорберах;
- г) не применяются в абсорберах;
- д) применяются во всех типах абсорберов.
63. Большинство насадочных абсорберов работает в:
- а) пленочном режиме;
- б) в режиме подвисяния;
- в) в режиме эмульгирования;
- г) в режиме уноса.
64. В тарельчатых абсорберах используются следующие основные группы тарелок:
- а) только перекресного типа;
- б) только с однонаправленным движением газа и жидкости (прямоточные);
- в) только провального (беспереливного) типа;
- г) все перечисленные типы тарелок используются;
- д) нет правильного варианта ответа.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	6 практических работ	15
Рейтинг-контроль 2	5 практических работ	15
Рейтинг-контроль 3	5 практических работ	15
Посещение занятий студентом		5

Дополнительные баллы (бонусы)		5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		5

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

### Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

### Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-1

Блок 1 (знать)

1. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:
  - а) аппараты успешно работают на высоких давлениях газов;
  - б) отсутствие движущихся частей в аппарате;
  - в) пыль улавливается в мокром виде;
  - г) все варианты ответов верные.
2. Благодаря чему циклонные аппараты являются наиболее распространенным типом сухих механических пылеуловителей:
  - а) дешевизне, простоте устройства и обслуживания;
  - б) малой металлоемкости;
  - в) бесконечным сроком эксплуатации;
  - г) небольшому сопротивлению и высокой производительности.
3. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:
  - а) пыль улавливается в сухом виде;
  - б) весьма просты в изготовлении;
  - в) гидравлическое сопротивление близко к нулю;
  - г) все варианты ответов верные.
4. Надежное функционирование циклонных аппаратов обеспечивается при температурах газов до:
  - а) 50 0С;
  - б) 100 0С;
  - в) 350 0С;
  - г) 500 0С.
5. За счет чего происходит выделение частиц пыли из газового потока:
  - а) ускорения свободного падения;
  - б) инерции;
  - в) гравитации;
  - г) все варианты неверные.
6. К какому классу аппаратов относятся циклоны:
  - а) мокрые пылеуловители;
  - б) электрофильтры;
  - в) сухие механические пылеуловители;
  - г) фильтрующие аппараты.
7. Из какого количества циклонных элементов может состоять групповой циклон:
  - а) 2,4,6,8;
  - б) свыше одного;
  - в) 14;
  - г) 3,5,7,9.
8. Что является отличительной особенностью конструкции батарейного циклона:
  - а) общие распределительные и собирающие коллекторы запыленного и очищенного газа соответственно;
  - б) наличие циклонных элементов диаметром свыше 1000 мм;

- в) наличие циклонных элементов диаметром до 250 мм;
  - г) все варианты ответов верные.
9. Одиночные и групповые циклоны изготавливают:
- а) с левым вращением газового потока;
  - б) вращение газового потока исключено;
  - в) с правым вращением газового потока;
  - г) все перечисленные варианты верные.
10. Чем определяется эффективность очистки газов в циклонных пылеуловителях:
- а) дисперсным составом пыли и плотностью частиц;
  - б) отсутствием агрессивной среды;
  - в) вязкостью очищаемого газа;
  - г) диаметром циклона и скоростью газа в нем.
11. Какую траекторию движения в циклоне имеют очищаемые газы:
- а) прямолинейную;
  - б) синусоидальную;
  - в) спиралевидную;
  - г) газы перемещаются хаотично.
12. Каким образом можно располагать циклонные аппараты:
- а) вертикально;
  - б) наклонно;
  - в) горизонтально;
  - г) все перечисленные варианты верные.
13. Какие циклоны получили наибольшее распространение в России:
- а) конструкции СИОТ;
  - б) конструкции ЛИОТ;
  - в) конструкции НИИОгаза;
  - г) все виды.
14. Что является отличительной особенностью циклонов конструкции НИИОгаза:
- а) наклонный входной патрубок;
  - б) короткие цилиндрическая часть и выхлопная труба;
  - в) диаметр цилиндрической части более 500 мм;
  - г) среди перечисленных вариантов нет правильного.
15. Сколько типов цилиндрических циклонов конструкции НИИОгаза существует:
- а) один;
  - б) восемь;
  - в) три;
  - г) два.
16. Как расшифровывается аббревиатура ЦН:
- а) циклон цилиндрический наклонный;
  - б) циклон цилиндрический нагруженный;
  - в) циклон цилиндрический НИИОгаза;
  - г) циклон цилиндрический номинальный.
17. Что обозначает цифра в названии типа циклона ЦН-... :
- а) угол наклона циклона;
  - б) время работы циклона;
  - в) угол наклона входного патрубка относительно горизонта;
  - г) год в котором аппарат был разработан.
18. Какие типы цилиндрических циклонов существуют:
- а) ЦН-11;
  - б) ЦН-15;
  - в) ЦН-20;
  - г) ЦН-24.
19. Любой из размеров каждого типа циклонов может быть выражен:
- а) зависимости от скорости газового потока;

- б) от количества улавливаемой пыли;
  - в) в долях от диаметра цилиндрической части;
  - г) правильный вариант ответа отсутствует.
20. Что происходит с увеличением размеров циклона:
- а) ускорение газового потока;
  - б) снижение гидравлического сопротивления;
  - в) снижение эффективности;
  - г) все варианты ответов верные.
21. Какого диаметра циклоны типа ЦН применять не рекомендуется:
- а) менее 3000 мм;
  - б) более 1000 мм;
  - в) 500-1000 мм;
  - г) правильный вариант ответа отсутствует.
22. Какой циклон типа ЦН получил наибольшее распространение:
- а) ЦН-11;
  - б) ЦН-15;
  - в) ЦН-20;
  - г) ЦН-24.
23. Под действием каких сил происходит выпадение частиц пыли из газового потока в пылеосадительных камерах:
- а) сил инерции;
  - б) сил гравитации;
  - в) центробежных сил;
  - г) все варианты ответов верны.
24. Чем в основном определяется эффективность осаждения частиц в пылеосадительной камере:
- а) временем пребывания;
  - б) траекторией движения газового потока;
  - в) скоростью движения газового потока;
  - г) разностью скоростей газового потока и частиц пыли.
25. К какому классу аппаратов относятся пылеосадительные камеры:
- а) сухие механические пылеуловители;
  - б) мокрые пылеуловители;
  - в) электрофильтры;
  - г) инерционные аппараты.
26. Частицы пыли каких размеров наиболее эффективно улавливаются в пылеосадительных камерах:
- а) менее 5 мкм;
  - б) 5-10 мкм;
  - в) 10-30 мкм;
  - г) 30-50 мкм.
27. Чему равна эффективность улавливания высокодисперсной пыли размером менее 5 мкм в пылеосадительных камерах:
- а) близка к нулю;
  - б) составляет около 50%;
  - в) близка к 100%;
  - г) все варианты неверные.
28. На что необходимо обращать существенное внимание при проектировании пылеосадительных камер:
- а) равномерность распределения газового потока;
  - б) качественный состав газовой среды;
  - в) природу улавливаемой пыли;
  - г) герметичность установки.



29. При изменении какого геометрического параметра пылесадительной камеры увеличивается ее эффективность:
- а) длины;
  - б) высоты;
  - в) ширины;
  - г) любого из перечисленных параметров.
30. Для увеличения эффективности пылеулавливания в пылесадительных камерах целесообразно применять:
- а) газораспределительные решетки;
  - б) диффузоры;
  - в) конфузоры;
  - г) барабаны лепесткового типа.
31. Целесообразность применения пылесадительных камер определяется:
- а) высокой начальной концентрацией пыли;
  - б) незначительным объемом очищаемого воздуха;
  - в) наличием агрессивной среды;
  - г) все перечисленные варианты верные.
32. В качестве каких аппаратов в настоящее время применяются пылесадительные камеры:
- а) аппаратов тонкой очистки;
  - б) аппаратов заключительной стадии фильтрования;
  - в) аппаратов предварительной очистки;
  - г) все перечисленные варианты верные.
33. К достоинствам пылесадительных камер относятся:
- а) простота конструкции;
  - б) низкая стоимость;
  - в) небольшие расходы энергии;
  - г) все перечисленные варианты верные.
34. Работа пылесадительных камер не подвержена влиянию:
- а) температуры;
  - б) скорости газового потока;
  - в) наличия пыли различного дисперсного состава;
  - г) все перечисленные варианты верные.
35. Какое значение имеет рекомендуемая скорость движения газового потока в пылесадительной камере:
- а) 5-10 м/с;
  - б) не более 3 м/с;
  - в) свыше 5 м/с;
  - г) 3-5 м/с.
36. При проектировании пылесадительных камер следует учитывать:
- а) возможность вторичного уноса;
  - б) толщину стенок камеры;
  - в) температурный режим работы камеры;
  - г) все перечисленные параметры.
37. Как называется элемент пылесадительной камеры, в котором осуществляется накопление улавливаемой пыли:
- а) бункер;
  - б) входной патрубок;
  - в) диффузор;
  - г) компенсатор.
38. В какой части очистных сооружений устанавливаются усреднители?
- а) на выходе;
  - б) на входе;
  - в) в центральной части.

39. Процеживание предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером...
- а) до 25мм;
  - б) от 25 до 40мм;
  - в) более 50мм.
40. Что является основным сооружением для очистки сточных вод?
- а) решетка;
  - б) усреднитель;
  - в) отстойник.
41. В каких случаях применяются барабанные фильтры?
- а) при очистке вод от нефтепродуктов;
  - б) при очистке воды от мелкодисперстных примесей;
  - в) при отсутствии в воде вязких веществ.
42. Какова эффективность очистки воды микрофильтром?
- а) менее 40%;
  - б) 40 – 60%;
  - в) более 70%.
43. Что означает цифра в обозначении циклона ЦН-15:
- а) угол наклона входного патрубка относительно горизонта равен 15;
  - б) угол наклона входного патрубка относительно вертикали равен 15;
  - в) скорость движения воздуха в циклоне не должна превышать 15 м/с;
  - г) среди перечисленных вариантов ответа нет правильного.
44. Диаметр одиночных циклонов марки ЦН-15 составляет:
- а) до 1000 мм;
  - б) от 1000 мм;
  - в) 300-1400 мм;
  - г) все варианты ответов неверные.
45. Какое количество циклонных элементов включает групповой циклон:
- а) свыше 8 шт.;
  - б) 2-8 шт.;
  - в) 3-9 шт.;
  - г) все варианты ответов неверные.
46. Диаметр циклонных элементов группового циклона составляет:
- а) 300-1000 мм;
  - б) менее 300 мм;
  - в) свыше 1000 мм;
  - г) все варианты ответов неверные.
47. С каким вращением газового потока изготавливают групповые циклоны:
- а) «левым»;
  - б) «правым»;
  - в) вращение газового потока отсутствует;
  - г) все варианты неверные.
48. С каким вращением газового потока изготавливают одиночные циклоны:
- а) «левым»;
  - б) «правым»;
  - в) вращение газового потока отсутствует;
  - г) все варианты неверные.
49. Групповые циклоны изготавливают с камерой очищенного газа в виде:
- а) «улитки»;
  - б) барабана;
  - в) сборника;
  - г) все варианты ответов верные.
50. Одиночные циклоны изготавливают с камерой очищенного газа в виде:
- а) «улитки»;

- б) барабана;
- в) сборника;
- г) все варианты ответов верные.

51. Бункеры для групповых циклонов могут быть:

- а) цилиндрической формы;
- б) конической формы;
- в) пирамидальной формы;
- г) все перечисленные варианты верные.

52. Бункеры для одиночных циклонов могут быть:

- а) цилиндрической формы;
- б) конической формы;
- в) пирамидальной формы;
- г) все перечисленные варианты верные.

53. Тип опорных лап выбирают в зависимости от:

- а) условий его установки;
- б) выбирают произвольно;
- в) массы аппарата с пылью;
- г) все варианты ответов неверные.

54. Каков верхний температурный предел для очищаемого газа, 0С:

- а) 500;
- б) 350;
- в) 400;
- г) все перечисленные варианты неверные.

55. Коэффициент гидравлического сопротивления для одиночных циклонов составляет:

- а) 182;
- б) 175;
- в) 147;
- г) все перечисленные варианты неверные.

56. Как расшифровывается следующее условное обозначение ЦН-24-500:

- а) циклон НИИОгаза с углом наклона входного патрубка 240 и внутренним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- б) циклон НИИОгаза с углом наклона выходного патрубка 240 и внутренним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- в) циклон НИИОгаза с углом наклона входного патрубка 240 и внешним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- г) среди перечисленных вариантов нет правильного.

57. Чему равна допустимая запыленность очищаемого газа г/м<sup>3</sup>:

- а) для слабослипающихся пылей не должна превышать 1000;
- б) может иметь абсолютно любое значение;
- в) для среднеслипающихся пылей не должна быть менее 250;
- г) среди перечисленных вариантов нет правильного.

## Блок 2 (уметь)

1. Насадки, решетки, диффузоры, сетки и т.п., используемые в реакторах с твердым катализатором, относятся к ...устройствам газораспределительным
2. Неточная центровка, ненадежное крепление деталей, отсутствие смазки, уплотняющей и охлаждающей жидкости и т.д. приводят к ... центробежных насосов
3. Разрушающее действие на насос оказывает...
4. Работа насоса в режиме... может вызвать вибрацию
5. При эксплуатации поршневых насосов обслуживающий персонал должен регулярно «прослушивать» работу...
6. Износ гильзы цилиндра, поломка клапанов, седел и т.д. — это характерные неисправности для ... насосов

7. Конструктивно различают центробежные и ... вентиляторы
8. При необходимости подачи или отсоса большого количества воздуха без избыточного напора используют ... вентиляторы
9. ...установки подразделяют на воздушные и газовые
10. Основное требование, обеспечивающее нормальную работу ... - сохранение их геометрической формы и обеспечение герметичности всех элементов и участков сопряжений
11. Трубопроводы с температурой наружной поверхности стенки более ... должны быть покрыты изоляцией
12. В самой верхней отметке трубопроводов устанавливают...
13. В самых низких участках трубопроводов предусматривают ...
14. Состояние арматуры и привода проверяют
  - а) каждый месяц
  - б) раз в год
  - в) каждые три месяца
15. В реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора наиболее характерным видом износа является...
16. Наиболее сильно изнашиваются внутренние элементы трубчатых реакторов
  - а) адиабатических реакторов
  - б) реакторов с псевдоожиженным слоем катализатора
  - в) реакторов с рубашками и мешалками
17. Скорость разогрева реактора при пуске необходимо поддерживать в установленных пределах для предотвращения
  - а) перегрева сырья
  - б) возникновения температурных деформаций
  - в) роста давления
18. В реакторах-полимеризаторах используют мешалки, снабженные специальными...
19. Основным условием обеспечения безаварийной эксплуатации реакторов с твердым катализатором является равномерное распределение
  - а) сырья во всех сечениях аппарата
  - б) сырья на входе в аппарат
  - в) катализатора по высоте аппарата
20. Основным недостатком трубчатых реакторов является трудность поддержания температурного режима по
  - а) сечению трубы
  - б) сечению аппарата
  - в) длине трубы
21. Основной недостаток ...реакторов – сложность регулирования температуры по высоте слоя катализатора
22. Для предотвращения температурных деформаций корпуса в... реакторах предусмотрена установка линзовых компенсаторов
  - а) трубчатых
  - б) адиабатических
  - в) реакторах с мешалками
23. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате
  - а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
  - б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
  - в) в реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора
24. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в различных аппаратах при проведении процесса
  - а) в жидкой фазе
  - б) с использованием неподвижного слоя катализатора
  - в) с использованием псевдоожиженного слоя катализатора

25. Нарушения технологического режима при проведении процессов окисления может привести к ...
26. Превышение допустимых пределов скорости хлорирования может привести к ...
27. Для предотвращения разгерметизации аппаратов, предназначенных для проведения процессов хлорирования, их следует изготавливать из материалов, стойких, в первую очередь
- а) к воздействию высоких давлений
  - б) к коррозии
  - в) к воздействию высоких температур
28. Для улавливания катализаторной пыли внутри аппаратов с псевдоожиженным слоем размещают...
29. Подача катализатора в реактор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
30. Подача катализатора в регенератор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
31. ...насоса включает разборку, проверку состояния, чистку, сборку и центровку с приводом
32. Нарушение нормальной работы... насосов проявляется в падении производительности и развиваемого напора
33. При работе ... нарушение герметичности можно обнаружить путем замера расхода до и после агрегата, которое не должно превышать 5%
34. Основные опасности при эксплуатации... компрессорных установок связаны с повышением давления, температуры и с возможностью образования взрывоопасных смесей
35. Повышенный расход ... на узлы воздушного компрессора может привести к возникновению аварийной ситуации
36. Важное условие безопасности ... компрессорных установок – применение только тех марок смазочных масел, которые указаны в паспорте
37. Полная герметичность агрегата, отвод газа после уплотнений и защитная продувка азотом предусмотрены для обеспечения безопасности компрессоров для сжатия углеводородных газов хлора кислорода ацетилена
38. Ротационные компрессоры с водяным уплотнением рекомендуется использовать для сжатия
- а) углеводородных газов
  - б) хлора
  - в) кислорода
  - г) ацетилена
39. Причиной забивки циклонов может быть их эксплуатация при температурах ниже...
40. Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о...
- а) выходе из строя механизма встряхивания
  - б) забивке фильтровальной ткани
  - в) разрыве рукава
41. Арматура, предназначенная для сжиженных углеводородных газов и легко воспламеняющихся жидкостей, независимо от температуры и давления должна быть выполнена из
- а) чугуна
  - б) титана
  - в) стали
42. Предупреждающие кольца красного цвета наносят на трубопроводах, предназначенных для перекачивания ... веществ
- а) легко воспламеняющихся
  - б) ядовитых
  - в) взрывоопасных

43. Для жидкостных реакций, протекающих с большим тепловым эффектом целесообразно использовать реактор
- с турбинными мешалками
  - с рубашкой
  - с встроенными внутренними теплообменниками
44. Общий недостаток... реакторов - периодичность их работы, связанная с необходимостью регенерации катализатора
- адиабатических
  - трубчатых
  - с рубашкой и мешалкой
  - с псевдоожиженным слоем катализатора
45. Реакционные аппараты покрывают слоем футеровки
- при проведении высокотемпературных процессов
  - при использовании агрессивных сред
  - при высоком давлении в аппарате
  - для защиты металла от атмосферной коррозии
46. Что такое свободная поверхность?
- поверхность равного давления
  - поверхность равной температуры
  - поверхность равной концентрации
  - любая поверхность
47. От чего зависит режим движения жидкости в трубопроводе?
- от скорости движения
  - от разности давления
  - от шероховатости труб
  - от плотности жидкости
48. От чего зависит температура кипения ?
- от давления и концентрации
  - от вязкости
  - от плотности
49. Правильно ли указано соотношение между единицами давления ?
- $1 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , б)  $1 \text{ кг/см}^2 = 735 \text{ мм.рт.ст.} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , в)  $1,033 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$  г)  $1 \text{ кг/см}^2 = 1,033 \text{ кгс/см}^2 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$
50. Что такое производительность насоса?
- Объем жидкости, всасываемой насосом в единицу времени.
  - Масса жидкости, поданной насосом в напорную емкость.
  - Объем жидкости, подаваемой насосом в нагнетательный трубопровод в единицу времени.
  - Сумма объемов жидкости, подаваемой в напорную емкость и теряемой через сальник насоса и неплотности в соединениях трубопроводов.
51. Какое из определений напора является правильным?
- Напор насоса - удельная энергия, сообщаемая 1 кг. жидкости в насосе и выраженная в м столба перекачиваемой жидкости.
  - Напор насоса – удельная энергия, сообщаемая насосом единице объема перекачиваемой жидкости.
  - Это высота, на которую перекачивают жидкость.
  - Это величина, равная разности давлений в напорной и приемной емкостях.
52. Зависит ли напор насоса от плотности перекачиваемой жидкости?
- Зависит.
  - Не зависит.
  - Не зависит от плотности, но зависит от вязкости перекачиваемой жидкости.
  - Зависит при перекачивании жидкости тяжелее воды.
53. Произведением, каких величин выражается полезная мощность, сообщаемая жидкости насосом?
- Произведением напора насоса на плотность перекачиваемой жидкости.
  - Произведением напора насоса на весовой расход жидкости
  - Произведением напора насоса на его объемную производительность
  - Произведением объемной производительности на удельный вес перекачиваемой жидкости
54. Какие потери учитываются к.п.д. насоса, и из каких частных к.п.д. он состоит?

1. Утечки жидкости и механические потери на трение.
2. К.п.д. насоса учитывает, потери на трение и на местные сопротивления
3. К.п.д. насоса учитывает утечки жидкости, потери напора и потери на механическое трение в насосе. Он является произведением трех к.п.д.: объемного  $\eta_V$ , гидравлического  $\eta_H$  и механического  $\eta_{мех}$
4. К.п.д. насоса представляет собой сумму объемного, гидравлического и механического к.п.д

55. Как зависит высота всасывания насоса от барометрического давления и температуры перекачиваемой жидкости?

1. Не зависит.
2. Зависит от температуры жидкости, но не зависит от барометрического давления.
3. Возрастает с уменьшением барометрического давления и повышением температуры перекачиваемой жидкости.
4. Уменьшается при снижении барометрического давления и увеличении температуры перекачиваемой жидкости.

56. Зависит ли высота всасывания от потерь напора во всасывающем трубопроводе?

1. Увеличивается с возрастанием потерь напора.
2. Не зависит.
3. Зависит только от потерь напора на трение.

57. К какому типу насосов относятся центробежные насосы?

1. К объемным насосам, т.к. жидкость вытесняется из корпуса насоса в нагнетательный трубопровод лопатками рабочего колеса при его вращении.
2. К лопастным насосам, в которых давление создается центробежной силой, возникающей в жидкости при вращении рабочего колеса с лопастями.
3. К струйным насосам, т.к. давление в этих насосах создается струями жидкости, движущимися от основания лопаток рабочего колеса к их периферии.
4. К осевым насосам, поскольку жидкость в корпусе центробежного насоса движется параллельно оси рабочего колеса.

58. Какой основной параметр центробежного насоса определяется с помощью основного уравнения центробежных машин Эйлера?

1. Напор насоса.
2. Теоретическая производительность насоса.
3. Потребляемая мощность насосом.
4. Теоретический напор насоса при бесконечном числе лопаток рабочего колеса.

### Блок 3 (владеть)

1. Схема горизонтальных осадительных камер показана на рис. 1. Преимущество осадительной камеры – простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, отсутствие износа, способность производить очистку газа при высоких запыленностях и температурах. Материалом для изготовления камер может служить кирпич, бетон, сталь, дерево.

а – полая; б – с вертикальными перегородками; I – запылённый газ;  
 II – очищенный газ; III – пыль; 1 – корпус, 2 – бункер; 3 – штуцер для удаления пыли;  
 4 – перегородки; 5 – вертикальные перегородки

Рис. 1. Схемы горизонтальных пылеосадительных камер

Скорость газа в данных камерах от 1,5 до 2 м/с. Камеры пригодны для улавливания частиц не менее 50 мкм. Степень очистки не превышает 40–50 %. При работе с химически агрессивными газами внутреннюю поверхность камеры обрабатывают специальным покрытием. Использование камер для улавливания взрыво-, пожароопасных пылей не допускается.

Исходные данные:

Пылеосадительная камера имеет длину  $L = 10$  м, высоту  $H = 1$  м, ширину  $B = 2$  м. Расход воздуха через камеру, плотность частиц, вязкость газа Па·с, .

Рассчитайте размер частиц (мкм), улавливаемых в камере с эффективностью 50%

Ответ: \_\_\_\_\_ мкм

2. Температура внутренней поверхности изоляции плоских стенок аппарата равна  $120^{\circ}\text{C}$ , а наружной поверхности изоляции равна  $40^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности стенок к окружающей среде равна  $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ . Температура окружающей среды  $20^{\circ}\text{C}$ . Определить потери теплоты в окружающую среду с  $1 \text{ м}^2$  поверхности, термическое сопротивление в установившихся условиях и толщину изоляции, если ее коэффициент теплопроводности равен  $0,1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$ . Какую температуру будет иметь наружная поверхность изоляции, если ее толщину увеличить вдвое? Принять постоянными коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности.

3. В теплообменном аппарате конденсируется  $9500 \text{ кг/час}$  насыщенного пара бензола за счет отвода тепла через стенку водой с начальной температурой  $10^{\circ}\text{C}$  и конечной  $38^{\circ}\text{C}$ . Теплота парообразования бензола при рабочих условиях  $394 \text{ кДж/кг}$ . Коэффициент теплопередачи составляет  $520 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ , температура кипения бензола  $80^{\circ}\text{C}$ . Определить расход воды и поверхность теплопередачи. Потери теплоты пренебречь.

4. В холодильник требуется подать  $2057 \text{ кг/час}$  азотной кислоты от температуры  $105$  до температуры  $28^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник, с температурой  $18^{\circ}\text{C}$  и уходящей из него с температурой  $25^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость кислоты  $2,940 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ . Коэффициент теплоотдачи: от кислоты к стенке аппарата  $400 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ , от стенки аппарата к воде  $500 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ . Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений составляет  $0,00136 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$ . Определить расход охлаждающей воды и требуемую поверхность теплопередачи. Тепловыми потерями пренебречь.

5. В кожухотрубчатом кипятильнике в трубах кипит толуол при температуре  $110^{\circ}\text{C}$  и межтрубном пространстве конденсируется водяной пар при температуре  $120^{\circ}\text{C}$ . Определить поверхность теплопередачи и расход образующихся паров толуола ( $\text{кг/час}$ ) если расход водяного пара составляет  $468 \text{ кг/час}$ , его удельная теплота парообразования  $2208 \text{ кДж/кг}$ , коэффициент теплопередачи  $495 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ , удельная теплота парообразования толуола  $362 \text{ кДж/кг}$ . Потери теплоты в окружающую среду принять равными 4% от полезного расхода теплоты.

6. Очистка газов от примесей происходит в циклонах при наличии двух винтообразных вихревых потоков – внешнего и внутреннего (рис). Радиус внешнего вихря соответствует радиусу корпуса циклона, внутреннего – радиусу выхлопной трубы. Внешний вихрь опускается вниз, затем поворачивается и переходит во внутренний вихрь, поднимаясь вверх.

1 – входной патрубок; 2 – труба выхлопная; 3 – корпус циклона; 4 – конус;  
5 – отверстие пылевывпускное; 6 – бункер; 7 – затвор

Рис. Схема циклона

В момент поворота внешнего вихря на  $180^{\circ}$  появляются инерционные силы, которые способствуют выводу уловленной пыли со стенок циклона в бункер. Это относится к циклонам со спиральным входом. Для циклонов с винтовым входом газа одиночного исполнения, установка раскручивателей, в отдельных случаях, приводит к снижению сопротивления циклона.

Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров, мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000.

Бункеры циклонов имеют цилиндрическую форму диаметром  $1,5D$  для цилиндрических и  $1,2D$  для конических циклонов. Высота цилиндрической части бункера составляет  $0,8D$ .

Исходные данные:

- объем очищаемого газа  $Q=17 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- вязкость газа при рабочей температуре  $\mu=22\cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ;
- входная концентрация пыли  $C_{\text{вх}}=80 \text{ г}/\text{м}^3$ ;
- требуемая эффективность очистки  $\eta=0,75$ ;
- плотность газа при рабочих условиях  $\rho_{\text{г}}=1,36 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;



– плотность частиц  $\rho_{\text{ч}}=1650 \text{ кг/м}^3$ .

– тип циклона ЦН-15 без улитки;

– диаметр циклона  $D=2400 \text{ мм}$ .

Определите эффективность очистки циклона \_\_\_\_\_ (%)

7. Приближенное определение эффективности улавливания пыли в циклоне может быть выполнено с помощью номограммы, рис. 1, с учетом типа циклона, его диаметра, гидравлического сопротивления, среднего медианного размера пыли, ее плотности, температуры среды.

А) Определить эффективность очистки циклона ЛИОТ (в%) при следующих условиях: гидравлическое сопротивление  $1000 \text{ Па}$ ; средний медианный размер пыли  $8 \text{ мкм}$ ; плотность пыли  $3000 \text{ кг/м}^3$ ; диаметр циклона  $1000 \text{ мм}$ ; температура очищаемого газа  $400^\circ\text{C}$ .

Б) Определить, каким будет гидравлическое сопротивление циклона ЦН-15у (в Па) при следующих условиях: требуемая эффективность улавливания  $\varepsilon = 75\%$ ; средний медианный размер пыли  $d_{50\text{т}} = 8 \text{ мкм}$ ; плотность пыли  $\rho = 5000 \text{ кг/м}^3$ ; диаметр циклона  $1000 \text{ мм}$ , температура газа  $400^\circ\text{C}$ .

В) Установлен циклон ЦН-15. Рассчитать целесообразность применения циклона такой марки при данных характеристиках газопылевого потока?

Исходные данные:

- ☐ количество очищаемого газа –  $Q=17 \text{ (м}^3/\text{с)}$ ;
- ☐ плотность газа при рабочих условиях –  $\rho_{\text{г}} = 1,37 \text{ (кг/м}^3)$ ;
- ☐ вязкость газа –  $\eta = 29,6 \times 10^{-6} \text{ (Па} \cdot \text{с)}$ ;
- ☐ плотность частиц пыли –  $\rho_{\text{ч}} = 1700 \text{ (кг/м}^3)$ ;
- ☐ дисперсный состав пыли –  $d_{50} = 8 \text{ (мкм)}$ ;
- ☐ входная концентрация пыли –  $C_{\text{вх}} = 10 \text{ (г/м}^3)$
- ☐ требуемая степень очистки  $\eta=0,9$ .

8. Нарушение целостности ... может явиться причиной возможных температурных деформаций корпуса и, как следствие, разгерметизации аппарата

9. Найти соответствие между типом реактора и протекающим в нем процессе

- |   |                        |
|---|------------------------|
| -адиабатический реактор                       | риформинг              |
| -реактор с рубашкой и мешалкой                | кофазный процесс       |
| -реактор с псевдоожиженным слоем катализатора | каталитический крекинг |

10. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы

11. Если стояки циклонных элементов в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора не погружены в слой катализатора, то на их концах устанавливают...

12. Найти соответствие между аппаратами и их эксплуатационными особенностями:

-регенератор с псевдоожиженным слоем	полное	использование
--------------------------------------	--------	---------------

кислорода

- реактор с мешалкой	герметизация вала	
- циклонные элементы	поддержание	столба

катализатора

- адиабатический реактор	регулирование	температуры	по	высоте	слоя
--------------------------	---------------	-------------	----	--------	------

катализатора

13. Для предотвращения интенсивного износа ... в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора предусмотрена их защита при помощи протекторов

- а) стенок корпуса
- б) криволинейных участков транспортных линий
- в) газораспределительных решеток

14. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары аммиака при температуре  $30^\circ\text{C}$ . Расход аммиака  $2200 \text{ кг/час}$ . Теплота конденсации аммиака  $1146 \text{ кДж/кг}$ . Конденсация производится водой, которая нагревается от  $10^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$ . Определить расход охлаждающей воды и поверхность теплопередачи теплообменника. Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1=2550 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$ ;  $\alpha_2=1800 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$ . Диаметр труб  $25 \times 2$ . Термическое сопротивление

загрязнений стенок 0,0004 (м<sup>2</sup>-К)/Вт. Коэффициент теплопроводности стенок труб 17,5 Вт/(м-К). Потерями тепла пренебречь.

15. В теплообменнике поверхностью 1,2 м<sup>2</sup> нагревается 850 кг/час жидкости от 25°C до 55°C (теплоемкость жидкости 2 кДж/(кг-К)). Нагревание производится горячей жидкостью с теплоемкостью 3 кДж/(кг-К). Начальная температура горячей жидкости 85°C, конечная 55°C. Найти расход нагревающей жидкости и коэффициент теплоотдачи от нагревающей жидкости к стенке, если коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости равен 500 Вт/(м<sup>2</sup>-К). Термическим сопротивлением стенки, потерями теплоты в окружающую среду и влиянием температуры на теплоемкости жидкостей пренебречь.

16. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары органической жидкости в количестве 766 кг/час без охлаждения конденсата. Теплота парообразования жидкости 394 кДж/кг. Конденсация производится водой, которая нагревается от 20°C до 40°C. Коэффициент теплопередачи составляет 223 Вт/(м<sup>2</sup>-К); коэффициент теплоотдачи от конденсирующихся паров к стенке 500 Вт/(м<sup>2</sup>-К), а от стенки к воде 2000 Вт/(м<sup>2</sup>-К). Определить расход охлаждающей воды и среднюю толщину накипи на стенках трубок, если коэффициент теплопроводности накипи 1 Вт/(м-К), а коэффициент теплопроводности стали, из которой изготовлены трубки 46,5 Вт/(м-К). Теплоемкость воды считать не зависящей от температуры. Потерями тепла пренебречь. Толщину стенки принять равной 2мм.

17. Определить коэффициент теплоотдачи от горизонтальной плиты, обращенной теплоотдающей поверхностью кверху, к окружающему спокойному воздуху. Размеры плиты:  $a \times b = 2 \times 3$  м<sup>2</sup>. Температура, поверхности плиты  $t_{ст} = 100$  °C. Температура воздуха  $t_{ж} = 20$  C.

18. В масляном баке температура масла МС-20 поддерживается постоянной с помощью горизонтальных обогревающих труб диаметром  $d = 20$  мм. Определить коэффициент теплоотдачи от поверхности труб к маслу, если температура масла  $t_{ж} = 60$  C, температура поверхности труб  $t_{ст} = 90$  C. Расстояние между трубами относительно велико и расчет теплоотдачи можно производить, как для одиночного цилиндра.

Экзаменационные вопросы:

1. «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» как наука о закономерностях, способах и средствах переработки загрязняющих веществ и энергии
2. Глобальные проблемы цивилизации: энергетические, демографические, продовольственные, ресурсные, парниковый эффект, озоновые дыры и др.
3. Характеристика физического загрязнения окружающей среды
4. Характеристика химического загрязнения окружающей среды
5. Характеристика биологического загрязнения окружающей среды
6. Стадии хозяйственного процесса
7. Законы Коммонера
8. Ресурсный цикл использования природных благ человеком
9. Формы управления охраной окружающей среды
10. Санитарно-гигиеническое нормирование качества окружающей среды
11. Экологическое нормирование
12. Регламентация выбросов загрязнений в атмосферу
13. Регламентация сбросов загрязняющих веществ в водные объекты
14. Движущая сила процессов защиты окружающей среды
15. Классификация основных технологических процессов защиты окружающей среды
16. Принципы оптимизации технологических процессов защиты окружающей природной среды
17. Теплообменные процессы: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, кипение, конденсация, выпаривание
18. Массообменные процессы: массопередача, массоотдача, массопроводность, абсорбция, адсорбция, сушка, экстракция, мембранные процессы
19. Химические процессы
20. Биохимические процессы
21. Характеристика водопользования и водопотребления

22. Критерии и показатели качества воды
23. Классификация примесей сточных вод по фазовому и дисперсному составу
24. Схемы оборотного водоснабжения предприятия в системе защиты водных ресурсов от загрязнения
25. Особенности выпуска производственных сточных вод в городскую канализацию
26. Расчет предельно-допустимых сбросов
27. Водоохранные зоны
28. Классификация методов очистки сточных вод
29. Аппараты для механической (физической) очистки сточных вод: для процеживания и отстаивания, фильтрования и гидроциклонирования сточных вод
30. Аппараты для химической очистки сточных вод: для нейтрализации, окисления, обеззараживания сточных вод, осаждения, электрохимического окисления и восстановления загрязняющих веществ
31. Оборудование для физико-химической очистки сточных вод: коагуляции, флокуляции, флотации и электрофлотации, адсорбции, ионного обмена, жидкостной экстракции, электродиализа и мембранных процессов (обратный осмос, ультрафильтрация)
32. Оборудование для биологической (биохимической) очистки сточных вод: - биологическая очистка сточных вод в естественных условиях, -биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях
33. Источники загрязнения атмосферы
34. Классификация источников загрязнения
35. Расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере. Расчет высоты трубы
36. Инвентаризация выбросов вредных веществ в атмосферу. Расчет ПДВ
37. Санитарно-защитная зона
38. Классификация методов очистки отходящих газов
39. Аппараты для сухой механической очистки отходящих газов от пыли: осаждение взвешенных частиц в пылеосадительных камерах, фильтрационная очистка газов, циклонирование отходящих газов, электрофильтры
40. Мокрые пылеуловители: скрубберы, коагуляционные и барюотажнопенные пылеуловители
41. Туманоуловители
42. Абсорбционные или промывные методы очистки газов (адсорбция и хемосорбция)
43. Каталитические и термические методы очистки газов

### **Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания**

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ, защита курсовой работы. По итогам экзамена с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента выставляется экзаменационная оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все	<b>Высокий уровень</b>

		предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Аппараты мокрой очистки газов не используются для

- охлаждения газов
- абсорбции
- адсорбции
- пылеулавливания

Для очистки газов от оксидов азота абсорбционным методом применяют

- воду, растворы щелочей и солей, селективные сорбенты
- медно-аммиачные растворы, медь-алюминий-хлоридные растворы, жидкий азот
- воду, растворы кислот
- воду, известковые растворы, гидроксид магния, карбонат натрия аммиачная вода, расплавленные соли

Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о \_\_\_\_\_

- выходе из строя механизма встряхивания
- забивке фильтровальной ткани
- переполнении бункера для приема пыли
- разрыве рукава

Метод, при котором происходит превращение токсичных компонентов, содержащихся в отходящих газах, в нетоксичные или менее токсичные путем их контакта с катализатором при достаточных температурах – это метод .....

Улавливание пыли в пылеосадительных камерах происходит за счет ..... сил

На предприятии осуществляется технологический процесс помола сырья. Технологическая операция производится в мельнице для помола. При этом объем загрязненного воздуха составляет 0,35 м<sup>3</sup>/кг продукта. В час предприятие производит помол 5,23 т сырья. ...

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1189&category=29451%2C26429&qbshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.