

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

СОГЛАСОВАНО

Директор института

магистратуры

МАГИСТРАТУРЫ

И.В. Космачева

2023 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор химико-технологического

института

Р.Н. Ястребинский

2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

**Инженерные методы защиты атмосферы**

направление подготовки (специальность):

**20.04.01у - Техносферная безопасность**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Горнопромышленная экология**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

Институт: **Химико-технологический**

Кафедра: **Промышленной экологии**

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура, по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 25 мая 2020 года № 678
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень и звание, подпись)



(Ю.Е. Токач)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

«03» сентября 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук., доцент



(Ж.А. Сапронова)  
(инициалы, фамилия)

(ученая степень и звание, подпись)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Промышленной экологии

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук., доцент



(Ж.А. Сапронова)  
(инициалы, фамилия)

(ученая степень и звание, подпись)

« 03 » сентября 20 23 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » сентября 2023 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  
(ученая степень и звание, подпись)



(Л.А. Порожнюк)  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональная	ПК-2 Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов горного производства для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов и предприятий.	ПК-2.1 Находит оптимальные решения проблем и конкретных экологических задач в области природопользования и охраны окружающей среды в горном производстве, применять полученные теоретические знания в практической деятельности для экспертизы и надзора.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <i>Знать:</i> классификации видов и направлений деятельности систем мониторинга; приоритетность измерений концентраций загрязняющих веществ; методы анализа объектов окружающей среды и оценки экологической ситуации; <i>Уметь:</i> организовывать мониторинг в природно-техногенном комплексе и анализировать его результаты, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации; использовать современную измерительную технику, современные методы измерения; <i>Владеть:</i> методиками обработки и анализа данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования; эксплуатировать приборы, производить анализы воздуха, воды, почв, используя типовые методики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-2 Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов горного производства для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов и предприятий.**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы и оборудование защиты окружающей среды
2	Экологические принципы горного производства
3	Современные системы экологического мониторинга в горном производстве
4	Аэрология предприятий
5	Инженерные методы защиты атмосферы

6	Производственная эксплуатационная практика
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	39	39
лекции	9	9
лабораторные	18	18
практические	9	9
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	141	141
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	54	54
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. ПРОМЫШЛЕННЫЕ АЭРОЗОЛИ. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.</b>					
	Источники образования промышленных аэрозолей. Нормативы качества атмосферного воздуха. Последствия загрязнения воздушной среды. Классификация и общая характеристика аэродисперсных систем. Отбор проб пыли из газового потока. Пылезаборные трубки. Основные свойства пыли и их определение.	1	1	4	6
<b>2. МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УЛАВЛИВАНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ</b>					
	Классификация пылеулавливающих аппаратов. Вихревые аппараты. Инерционные пылеуловители. Типы центробежных аппаратов. Конструктивные схемы и эксплуатационные характеристики. Улавливание аэрозольных частиц фильтрованием. Фильтровальные перегородки и их структурные характеристики. Эксплуатационные характеристики волоконных материалов. Принцип работы фильтров - туманоуловителей. Рукавные фильтры.	2	2	6	10
<b>3. ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ</b>					
	Преимущества и недостатки электрофильтров. Область их применения. Схема процесса улавливания пыли в электрофильтре. Физические основы работы электрофильтра.	1	1	-	2
<b>4. МОКРЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ГАЗОВ</b>					
	Физические основы улавливания пыли в мокрых пылеуловителях. Скрубберы Вентури. Устройство и работа аппарата.	2	2	-	4
<b>5. УЛАВЛИВАНИЕ ПАРОВ И ГАЗОВ ТВЕРДЫМИ АДСОРБЕНТАМИ</b>					
	Область применения адсорбционной очистки. Промышленные адсорбенты. Активные угли. Применение активных углей и способы их регенерации.	1	1	4	6

6. АБСОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УЛАВЛИВАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ					
	Область применения абсорбционной очистки газов. Основные понятия. Типы насадок, применяемых в абсорберах. Схемы абсорбционных установок.	1	1	4	6
7. ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ					
	Высокотемпературное сжигание вредных веществ. Сжигание в открытом пламени. Конструктивные схемы факельных горелок. Каталитическое сжигание. Каталитическое окисление и разложение вредных веществ.	1	1		2
	ИТОГО	9	9	18	36

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр №6</b>				
1	Промышленные аэрозоли. Классификация и общая характеристика аэродисперсных систем.	Определение выбросов загрязняющих веществ. Отбор проб загрязняющих веществ в промышленных выбросах.	1	2
2	Механические методы улавливания аэрозольных частиц	Расчет фильтров при обеспыливании газов.	2	2
3	Очистка газов от механических примесей в электрическом поле	Интенсификация работы электрофильтров. Методы расчета и подбор электрофильтров.	1	2
4	Мокрые методы обеспыливания газов	Расчет аппаратов мокрой очистки отходящих газов	2	2
5	Улавливание паров и газов твердыми адсорбентами	Расчет адсорбционных установок при рекуперации паров органических веществ.	1	2
6	Абсорбционные методы улавливания газообразных примесей	Расчет абсорберов при улавливании газообразных загрязнений.	1	2
7	Термокаталитические методы обезвреживания отходящих газов	Распространение вредных веществ в воздухе и определение их концентраций	1	2
ИТОГО:			9	14
ВСЕГО:			9	14

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №6				
1	Промышленные аэрозоли. Классификация и общая характеристика аэродисперсных систем.	Определение выбросов загрязняющих веществ. Отбор проб загрязняющих веществ в промышленных выбросах.	4	4
2	Механические методы улавливания аэрозольных частиц	Расчет фильтров при обеспыливании газов.	6	6
3	Улавливание паров и газов твердыми адсорбентами	Расчет адсорбционных установок при рекуперации паров органических веществ.	4	4
4	Абсорбционные методы улавливания газообразных примесей	Расчет абсорберов при улавливании газообразных загрязнений.	4	4
ИТОГО:			18	18
ВСЕГО:			18	18

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания

Тема расчетно-графического задания:

Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе

Цель: Освоить расчетные методы определения вредных веществ, поступающих в окружающую среду.

В процессе выполнения расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-2** Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов горного производства для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов и предприятий.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Находит оптимальные решения проблем и конкретных экологических задач в области природопользования и охраны окружающей среды в горном производстве, применять полученные теоретические знания в практической деятельности для экспертизы и надзора.	<i>защита РГЗ, экзамен</i>

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Промышленные аэрозоли. Классификация и общая характеристика аэродисперсных систем.	1. Охарактеризуйте основные источники загрязнения атмосферы. 2. Аэрозоли. Виды аэрозолей. 3. Дайте характеристику плотности и дисперсности пылей и аэрозолей. 4. Основные свойства пыли и их характеристика. 5. Методы отбора проб из газового потока. Пылезаборные трубки. 6. Какие методы используют для обезвреживания аэрозолей (пылей и туманов)?
2	Механические методы улавливания аэрозольных частиц	7. Какие механизмы осаждения лежат в основе работы сухих аппаратов? 8. Классификация пылеулавливающего оборудования. 9. Какие аппараты относятся к сухим механическим пылеуловителям? 10. Виды и устройство горизонтальных пылеосадительных камер. 11. Для улавливания частиц, какого диаметра пригодны пылеосадительные камеры? 12. Какими преимуществами обладают осадительные камеры? 13. Назначение, принцип действия инерционных пылеуловителей. 14. Назначение, принцип действия, устройство и основные схемы использования центробежных пылеуловителей. 15. На чем основан принцип работы циклона?

		<p>16. Каким образом определяется эффективность улавливания пыли в циклоне? Типы фильтрующих перегородок.</p> <p>17. На какие классы в зависимости от назначения и величины входной и выходной концентрации подразделяются фильтры?</p> <p>18. Предназначение воздушных и промышленных фильтров.</p> <p>19. От чего зависит выбор фильтрующих материалов?</p> <p>20. Какие из тканевых фильтров наиболее распространены?</p> <p>21. Опишите устройство и работу тканевых рукавных фильтров.</p> <p>22. Фильтрующие материалы, каких типов применяют в тканевых фильтрах?</p> <p>23. Какие требования предъявляются к тканям в фильтрах?</p> <p>24. Фильтрация. Механизм фильтрации.</p> <p>25. Зернистые фильтры. Классификация. Конструктивные особенности. Область применения.</p> <p>26. Назначение и устройство зернистых фильтров.</p> <p>27. Преимущества и недостатки зернистых фильтров.</p>
3	Очистка газов от механических примесей в электрическом поле	<p>28. Назначение, принцип действия и основные характеристики электрофильтров.</p> <p>29. Принцип работы электрофильтра.</p> <p>30. На каком принципе основана электрическая очистка газов от взвешенных частиц пыли и тумана?</p> <p>31. Классификация электрофильтров.</p> <p>32. Какими данными необходимо располагать для определения эффективности очистки газа в электрофильтре?</p>
4	Мокрые методы обеспыливания газов	<p>33. Какие пылеуловители относят к мокрым пылеуловителям?</p> <p>34. Объясните назначение, принцип работы и устройство полых газопромывателей.</p> <p>35. Принцип работы и устройство насадочного газопромывателя.</p> <p>36. Принцип работы и устройство барботажных и пенных аппаратов.</p> <p>37. Принцип действия и устройство газопромывателей ударно-инерционного действия.</p> <p>38. Устройство и принцип работы газопромывателей центробежного действия.</p> <p>39. Принцип действия скоростных газопромывателей.</p> <p>40. Опишите устройство и работу полого форсуночного скруббера.</p> <p>41. Какими данными необходимо располагать для определения степени очистки газа в скруббере?</p>
5	Улавливание паров и газов твердыми адсорбентами	<p>42. Что такое абсорбция, адсорбция, хемосорбция и десорбция?</p> <p>43. Область применения сорбции.</p> <p>44. Виды адсорбции.</p> <p>45. Механизмы протекания процесса адсорбции.</p> <p>46. Влияние температуры и давления на процессы адсорбции в зависимости от механизма протекания</p>

		процесса. 47. Сорбенты и требования к ним. 48. Виды применяемых адсорберов. 49. Преимущества и недостатки процессов адсорбции.
6	Абсорбционные методы улавливания газообразных примесей	50. Аппаратурное оформление процессов абсорбции. 51. Для каких целей в абсорберах используются насадки? 52. Каким образом выбирают поглощающую жидкость (абсорбент)?
7	Термокаталитические методы обезвреживания отходящих газов	53. Дайте оценку промышленных катализаторов. В чем их различие? 54. Высокотемпературное сжигание вредных веществ. Сжигание в камере. 55. Разработка технологической схемы очистки воздуха от бактериальных загрязнений.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты РГЗ

1. Охарактеризуйте основные источники загрязнения атмосферы.
2. Аэрозоли. Виды аэрозолей.
3. Дайте характеристику плотности и дисперсности пылей и аэрозолей.
4. Основные свойства пыли и их характеристика.
5. Методы отбора проб из газового потока. Пылезаборные трубки.
6. Какие методы используют для обезвреживания аэрозолей (пылей и туманов)?
7. Какие механизмы осаждения лежат в основе работы сухих аппаратов?
8. Классификация пылеулавливающего оборудования.
9. Какие аппараты относятся к сухим механическим пылеуловителям?
10. Виды и устройство горизонтальных пылеосадительных камер.
11. Для улавливания частиц, какого диаметра пригодны пылеосадительные камеры?
12. Какими преимуществами обладают осадительные камеры?
13. Назначение, принцип действия инерционных пылеуловителей.
14. Назначение, принцип действия, устройство и основные схемы использования центробежных пылеуловителей.
15. На чем основан принцип работы циклона?
16. Каким образом определяется эффективность улавливания пыли в циклоне?
17. Какие пылеуловители относят к мокрым пылеуловителям?
18. Объясните назначение, принцип работы и устройство полых газопромывателей.
19. Принцип работы и устройство насадочного газопромывателя.
20. Принцип работы и устройство барботажных и пенных аппаратов.
21. Принцип действия и устройство газопромывателей ударно-инерционного действия.
22. Устройство и принцип работы газопромывателей центробежного действия.
23. Принцип действия скоростных газопромывателей.
24. Опишите устройство и работу полого форсуночного скруббера.

25. Какими данными необходимо располагать для определения степени очистки газа в скруббере?
26. Типы фильтрующих перегородок.
27. На какие классы в зависимости от назначения и величины входной и выходной концентрации подразделяются фильтры?
28. Предназначение воздушных и промышленных фильтров.
29. От чего зависит выбор фильтрующих материалов?
30. Какие из тканевых фильтров наиболее распространены?
31. Опишите устройство и работу тканевых рукавных фильтров.
32. Фильтрующие материалы, каких типов применяют в тканевых фильтрах?
33. Какие требования предъявляются к тканям в фильтрах?
34. Фильтрация. Механизм фильтрации.
35. Зернистые фильтры. Классификация. Конструктивные особенности. Область применения.
36. Назначение и устройство зернистых фильтров.
37. Преимущества и недостатки зернистых фильтров.
38. Назначение, принцип действия и основные характеристики электрофильтров.
39. Принцип работы электрофильтра.
40. На каком принципе основана электрическая очистка газов от взвешенных частиц пыли и тумана?
41. Классификация электрофильтров.
42. Какими данными необходимо располагать для определения эффективности очистки газа в электрофильтре?
43. Что такое абсорбция, адсорбция, хемосорбция и десорбция?
44. Область применения сорбции.
45. Аппаратурное оформление процессов абсорбции.
46. Для каких целей в абсорберах используются насадки?
47. Каким образом выбирают поглощающую жидкость (абсорбент)?
48. Виды адсорбции.
49. Механизмы протекания процесса адсорбции.
50. Влияние температуры и давления на процессы адсорбции в зависимости от механизма протекания процесса.
51. Сорбенты и требования к ним.
52. Виды применяемых адсорберов.
53. Преимущества и недостатки процессов адсорбции.
54. Дайте оценку промышленных катализаторов. В чем их различие?
55. Высокотемпературное сжигание вредных веществ. Сжигание в камере.
56. Правила составления технической и проектной документации.
57. Виды конструкторской документации.
58. Разработка технологической схемы очистки воздуха от бактериальных загрязнений.
59. Разработка технологической схемы очистки воздуха от выбросов загрязняющих веществ автотранспорта.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

#### **Компетенция ПК-1 Способен разрабатывать и проводить мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности организации (организационно-управленческий)**

1. Нижний основной слой атмосферы, содержащий более 4/5 всей массы атмосферного воздуха.
  - а) термосфера;
  - б) стратосфера;
  - в) тропосфера;
  - г) экзосфера.
2. Что не относится к источникам загрязнения атмосферы?
  - а) лесные пожары
  - б) пыльные бури
  - в) процессы выветривания
  - г) углекислый газ
3. Что такое парниковый эффект:
  - а) повышение температура нижних слоев атмосферы
  - б) понижение и загрязнение атмосферы
  - в) конденсация воды при выращивании растений в теплице
4. Проблема какого масштаба «парниковый эффект»:
  - а) локального
  - б) регионального
  - в) национального
  - г) глобального
5. На что влияет загрязнение атмосферы:
  - а) на способность растений усваивать углекислый газ
  - б) на направление господствующих ветров
  - в) количество осадков
6. На какой высоте расположен защищающий все живое от радиационного и ультрафиолетового воздействия озоновый слой:
  - а) от 20 до 25 км
  - б) от 25 до 30 км
  - в) от 30 до 35 км
  - г) от 35 до 40 км

7. Аэродисперсная система, включающая твердые частицы размером от 5 до 50 мкм:

- а) пыли;
- б) туманы;
- в) дымы;
- г) возгоны.

8. Плотность пыли, учитывающая объем открытых и закрытых пор:

- а) истинная;
- б) кажущаяся;
- в) объемная;
- г) насыпная.

9. Адгезионные свойства частиц определяют их склонность к:

- а) слипанию;
- б) сыпучести;
- в) смачиваемости;
- г) истиранию стенок аппарата.

10. Пыль, обладающая наибольшим показателем прочности пылевого слоя на разрыв:

- а) коксовая ПЫЛЬ ( $d_{\max} = 40$  мкм);
- б) торфяная ПЫЛЬ ( $d_{\max} = 20$  мкм);
- в) глиноземная ПЫЛЬ;
- г) цементная ПЫЛЬ ( $d_{\max} = 25$  мкм);
- д) коксовая ПЫЛЬ ( $d_{\max} = 10$  мкм).

11. Показатель, увеличение которого приводит к уменьшению величины удельного электрического сопротивления слоя пыли:

- а) влажность слоя пыли;
- б) диаметр частиц;
- в) температура газа;
- г) объем газа.

12. Удельная поверхность с увеличением диаметра частиц:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной, так как зависит от химической природы пыли.

13. Полидисперсные частицы, имеющие неправильную форму, образующиеся при измельчении твердых и жидких веществ:

- а) конденсационные аэрозоли;
- б) туманы;
- в) золи.

**Компетенция ПК-3 Способен разрабатывать эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации (организационно-управленческий)**

1. Какими показателями регламентируется состояние атмосферного воздуха.
  - а) ПДК<sub>м.р.</sub> и ПДК<sub>р.з.</sub>
  - б) ПДК<sub>с.с.</sub> и ПДК<sub>м.р.</sub>
  - в) ПДК<sub>м.р.</sub> и ПДК<sub>м.с.с.</sub>
  - г) Все варианты правильные.
  
2. Что включает в себя контроль состояний окружающей воздушной среды?
  - а) Наблюдение за состоянием окружающей среды и прогноз.
  - б) Оценку источника загрязнения.
  - в) Наблюдение за состоянием окружающей среды и прогноз; оценку источника загрязнения; предупреждение появления повышенного загрязнения.
  - г) Предупреждение появления повышенного загрязнения.
  - д) Варианты 1 и 2
  - е) Варианты 1 и 3
  - ж) Варианты 2 и 4
  
3. ПДК<sub>м.р.</sub> регламентирует содержание вещества в воздухе при вдыхании его в течение какого времени?
  - а) 0,5 часа
  - б) В течение рабочей смены
  - в) В течение суток
  - г) В зависимости от производства
  
4. Какими данными пользуются для предварительной оценки загрязненности атмосферного воздуха?
  - а) о летучести соединения
  - б) о концентрации соединения
  - в) о растворимости соединения
  
5. За счет чего достигается пылеулавливающий эффект в фильтрационных пылеуловителях ?
  - а) За счет удара газового потока о поверхность жидкости
  - б) За счет движения очищаемого газа через слой шаров находящихся в жидкости
  - в) За счет перемешивания пылевоздушного потока с орошающей жидкостью
  - г) За счет тангенциального подвода очищаемых газов и пленочного орошения
  - д) За счет движения очищаемого газа через слой пористого материала

6. Для какой очистки газов обычно применяются прямоточные циклоны ?
- а) Для очистки газов от древесно-стружечной пыли
  - б) Для очистки газов от волокнистой пыли
  - в) Для очистки газов от слипающихся пылей
  - г) Для очистки газов от плохо смачиваемой пыли
  - д) Для предварительной очистки газов
7. От чего зависят применяемые методы для очистки воздуха от пылевых и газообразных загрязнителей и требуемая эффективность очистки?
- а) От физико-химических свойств самих примесей, от конструктивного решения устройств, применяемых для очистки и концентрации примесей
  - б) От состава и активности реагентов и концентрации примесей
  - в) От физико-химических свойств самих примесей, от состава и активности реагентов и от конструктивного решения устройств, применяемых для очистки
  - г) От физико-химических свойств самих примесей и их концентрации
  - д) От физико-химических свойств самих примесей, от состава и активности реагентов, от конструктивного решения устройств, применяемых для очистки и концентрации примесей
8. Для какой очистки газов обычно применяются прямоточные циклоны ?
- а) Для очистки газов от древесно-стружечной пыли
  - б) Для очистки газов от волокнистой пыли
  - в) Для очистки газов от слипающихся пылей
  - г) Для очистки газов от плохо смачиваемой пыли
  - д) Для предварительной очистки газов
9. Для улавливания какой пыли предназначен гидродинамический пылеуловитель ГДП ?
- а) Для улавливания плохо смачиваемой пыли
  - б) Для улавливания крупнодисперсной пыли
  - в) Для улавливания абразивной пыли
  - г) Для улавливания пыли не схватывающейся в воде
  - д) Для улавливания волокнистой пыли
10. Какие силы используют для очистки газов от пыли в циклонах?
- а) Гравитационные и электростатического поля
  - б) Электростатического поля
  - в) Гравитационные
  - г) Инерционные и гравитационные
  - д) Инерционные
11. Какие аппараты позволяют производить одновременную очистку от твердых частиц и газообразных примесей?
- а) Полые (скрубберы) и насадочные газопромыватели
  - б) Пылеосадительных примесей
  - в) Жалюзийный пылеуловители
  - г) Инерционные пылеуловители
  - д) Циклоны

## Варианты заданий и методические указания к выполнению расчетно-графического задания (РГЗ)

### Структура РГЗ:

*РГЗ включает в себя следующие обязательные разделы:*

1. Титульный лист.
2. Оглавление.

Оглавление включает наименование всех разделов и пунктов (если они имеют наименование) с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы. А также введение, заключение, список использованных источников с обязательным указанием номеров страниц. Оглавление должно иметь 2-х и 3-х уровневую структуру. Содержание работы должно строго соответствовать плану.

3. Введение.

Во введении должны быть приведены цели и задачи выбранной работы, обоснована актуальность изучаемой темы, определены объект и предмет исследования, сформулирована проблема исследования, отражены методы исследования, указаны сведения об объеме, количестве иллюстраций, таблиц.

4. Основная часть.

В основной части отражаются теоретические и практические исследования, расчеты обобщение результатов:

- Записать исходные данные в соответствии с вариантом.
- Сделать чертеж аппарата.
- Провести расчет оборудования в соответствии с методикой расчета.
- Сделать вывод об эффективности очистки.

Текст основной части РГЗ может делиться на разделы, подразделы, пункты.

5. Заключение

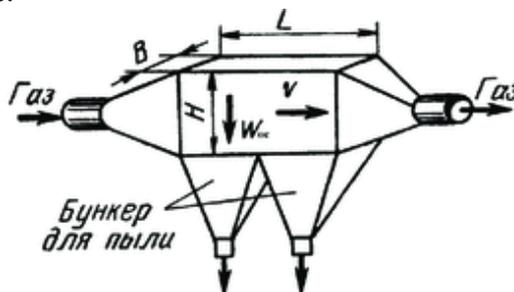
Заключение должно содержать краткие обобщающие выводы РГЗ, показана значимость работы, сформулирована собственная позиция по исследуемому вопросу и предложены рекомендации.

6. Список литературы

Все источники, использованные в работе над РГЗ, включаются в список литературы. Содержание списка литературы позволяет судить о степени научности и фундаментальности проведенного исследования.

### Варианты заданий для выполнения расчетно-графического задания

*В соответствии с вариантом рассчитать пылесадительную камеру с горизонтальными полками.*



Пылесадительная камера:

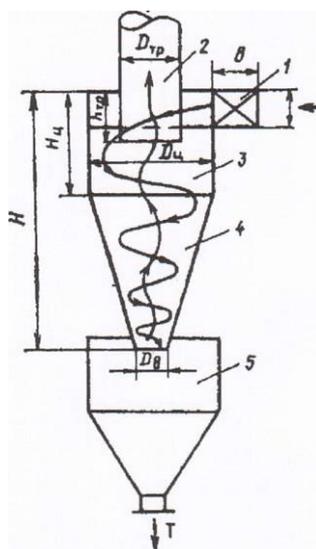
1 – корпус, 2 – пылеотводящие бункеры

### Исходные данные для расчета пылесадительной камеры

Вариант	Материал	Плотность материала частицы, $\rho_c$ , кг/м <sup>3</sup>	Диаметр частиц, $d$ , м	Расход газа, $Q$ , м <sup>3</sup> /с
1	Зола	2200	$50 \cdot 10^{-6}$	0,2
2	Зола	2200	$50 \cdot 10^{-6}$	0,4
3	Зола	2200	$50 \cdot 10^{-6}$	0,6
4	Известняк	2650	$80 \cdot 10^{-6}$	0,2
5	Известняк	2650	$80 \cdot 10^{-6}$	0,4
6	Мел	2200	$60 \cdot 10^{-6}$	0,2
7	Мел	2200	$60 \cdot 10^{-6}$	0,4
8	Мел	2200	$60 \cdot 10^{-6}$	0,6
9	Песок	1500	$100 \cdot 10^{-6}$	0,2
10	Песок	1500	$100 \cdot 10^{-6}$	0,4
11	Песок	1500	$100 \cdot 10^{-6}$	0,6
12	Песок	1500	$100 \cdot 10^{-6}$	0,8
13	Цемент	2900	$70 \cdot 10^{-6}$	0,2
14	Цемент	2900	$70 \cdot 10^{-6}$	0,4
15	Цемент	2900	$70 \cdot 10^{-6}$	0,6
16	Цемент	2900	$70 \cdot 10^{-6}$	0,8
17	Цемент	2900	$70 \cdot 10^{-6}$	1,0
18	Уголь	1350	$90 \cdot 10^{-6}$	0,2
19	Уголь	1350	$90 \cdot 10^{-6}$	0,4
20	Уголь	1350	$90 \cdot 10^{-6}$	0,6

- Для всех вариантов: 1) газовая среда – воздух;  
2) плотность воздуха  $\rho = 1,293$  кг/м<sup>3</sup>;  
3) динамическая вязкость воздуха  $\mu = 0,0185 \cdot 10^{-3}$  Па·с.

### *Исходные данные для расчета циклона*

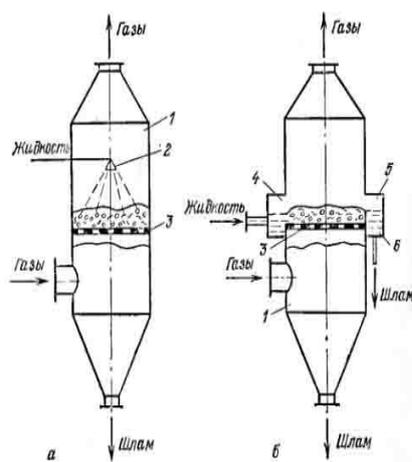


К расчету одиночного циклона:

- 1 – входной патрубок; 2 – выходная труба; 3 – цилиндрическая камера;  
4 – коническая камера; 5 – пылесадительная камера

Вариант	Тип циклона	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$C_{вх}$ , г/м <sup>3</sup>	$\rho_r$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{ч}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\mu \cdot 10^6$ , Па·с	$\eta$
1	ЦН-11	12	40	1,34	1930	22,2	0,95
2	ЦН-11	15	120	1,35	2230	22,1	0,65
3	ЦН-15	17	80	1,36	1650	22,0	0,75
4	ЦН-15	20	10	1,37	1700	21,9	0,95
5	ЦН-24	25	20	1,38	1750	21,8	0,90
6	ЦН-24	30	40	1,39	1900	21,7	0,85
7	СДК-ЦН-33	8	150	1,33	2130	21,6	0,65
8	СДК-ЦН-34	5	80	1,32	2050	21,5	0,75
9	СДК-ЦН-34м	1	40	1,31	2100	21,4	0,75
10	ЦН-11	10	80	1,24	1900	21,2	0,90
11	ЦН-11	14	80	1,25	2130	21,1	0,75
12	ЦН-15	16	40	1,26	1750	21,0	0,85
13	ЦН-15	22	20	1,27	1800	22,9	0,85
14	ЦН-24	20	40	1,28	1850	22,8	0,80
15	ЦН-24	25	80	1,29	1950	22,7	0,85
16	СДК-ЦН-33	9	120	1,35	2230	22,0	0,90
17	СДК-ЦН-34	7	80	1,37	1700	21,7	0,85
18	СДК-ЦН-34м	3	40	1,39	1900	21,7	0,80
19	ЦН-24	24	45	1,28	1800	22,8	0,80
20	СДК-ЦН-33	8	140	1,33	2050	21,6	0,65

### Исходные данные для расчета пенного аппарата



Пенные пылеуловители:

- а* – с провальной решеткой; *б* – с переливной решеткой; 1 – корпус;  
 2 – оросительное устройство; 3 – тарелка; 4 – приемная коробка; 5 – порог;  
 б – сливная коробка

Вариант	Расход газа, Q, м <sup>3</sup> /ч	Начальная концентрация пыли в газе, C <sub>н</sub> , кг/м <sup>3</sup>	Концентрация пыли в утечке, x <sub>у</sub> , кг/кг	Эффектив- ность очист- ки, η
1	10 000	0,0040	0,10	0,98
2	10 500	0,0042	0,10	0,98
3	11 000	0,0044	0,10	0,98
4	11 500	0,0046	0,10	0,98
5	12 000	0,0048	0,10	0,98
6	12 500	0,0050	0,12	0,97
7	13 000	0,0052	0,12	0,97
8	13 500	0,0054	0,12	0,97
9	14 000	0,0056	0,12	0,97
10	14 500	0,0058	0,12	0,97
11	15 000	0,0060	0,14	0,96
12	15 500	0,0062	0,14	0,96
13	16 000	0,0064	0,14	0,96
14	16 500	0,0066	0,14	0,96
15	17 000	0,0068	0,14	0,96
16	17 500	0,0070	0,16	0,95
17	18 000	0,0072	0,16	0,95
18	18 500	0,0074	0,16	0,95
19	19 000	0,0076	0,16	0,95
20	19 500	0,0078	0,16	0,95

Для всех вариантов: температура газа 60°C.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды и защиты атмосферы. Средств повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов применительно к сфере своей профессиональной деятельности.
Умения	Ориентироваться в современных процессах и техническом обеспечении защиты атмосферы. Разрабатывать мероприятия по повышению инженерной защиты окружающей среды и экологичности производственной деятельности; оценивать эффективность средств инженерной защиты в процессе их эксплуатации в производственной деятельности.
Навыки	Рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения инженерной защиты окружающей среды, производить измерения и обрабатывать результаты измерения параметров, концентраций вредных веществ.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знать нормативно-правовую базу в области охраны окружающей среды и защиты атмосферы.	Частично знает способы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия	Знает способы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия	Знает способы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия, частично знает методы и технику обеспечения комфортных условий жизнедеятельности	Знает способы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия; методы и технику обеспечения комфортных условий жизнедеятельности
Средства повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов применительно к сфере своей профессиональной деятельности	Знания частичные. Частично может анализировать, выбирать системы и методы защиты среды обитания	Может анализировать, выбирать системы и методы защиты среды обитания	Может анализировать, выбирать системы и методы защиты среды обитания, частично может разрабатывать и эксплуатировать системы и методы защиты среды обитания	Может анализировать, выбирать, разрабатывать и эксплуатировать системы и методы защиты среды обитания

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Ориентироваться в современных процессах и техническом обеспечении защиты атмосферы.	Частично ориентируется в современных процессах и техническом обеспечении защиты атмосферы.	Имеются достаточно существенные замечания и недостатки, требующие значительных затрат времени на исправление. Умение сформировано на минимально допустимом уровне	Разрабатывать мероприятия по повышению инженерной защиты окружающей среды и экологичности производственной деятельности; оценивать эффективность средств инженерной защиты в процессе их	Ориентируется в современных процессах и техническом обеспечении защиты атмосферы. Умение сформировано полностью

			эксплуатации в производственной деятельности, но допускает неточности.	
Разрабатывать мероприятия по повышению инженерной защиты окружающей среды и экологичности производственной деятельности; оценивать эффективность средств инженерной защиты в процессе их эксплуатации в производственной деятельности.	Результат, содержащий неполный правильный ответ или ответ, содержащий значительные неточности (при ответе допущена существенная ошибка, или в ответе содержится 30 - 60% необходимых сведений, ответ несвязный	Имеются достаточно существенные замечания и недостатки, требующие значительных затрат времени на исправление. Умение сформировано на минимально допустимом уровне	Может анализировать, выбирать системы и методы защиты среды обитания, частично может разрабатывать и эксплуатировать системы и методы защиты среды обитания	Умение сформировано полностью. Умеет разрабатывать мероприятия по повышению инженерной защиты окружающей среды и экологичности производственной деятельности; оценивать эффективность средств инженерной защиты в процессе их эксплуатации в производственной деятельности.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения инженерной защиты окружающей среды, производить измерения и обрабатывать результаты измерения параметров, концентраций вредных веществ.	Компетенции не сформированы. Навыки не сформированы.	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении практических задач; обосновании полученных результатов.	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения практических работ и алгоритм решения практических задач.	Навык сформирован полностью. Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения инженерной защиты окружающей среды, производить измерения и обрабатывать результаты измерения параметров, концентраций вредных веществ.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№ п/п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» в количестве 10 шт. и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
2	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
4	Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	Специализированная мебель, аквадистиллятор мед., весы ВЛ-120, 1 кл, весы SK-10000WP, дробилка трехвалковая, анализатор «Эксперт 001», иономер И-500 базовый, иономер лабораторный И-160, колба нагреватель ES-4100-3, мешалка ES-6120, мешалка МР-25, печь муфельная ПМ-14М, печь муфельная LOIP LF-7/13G2, прибор КФК-2, рН-метр рН-150М, стерилизатор ВК-30, термостат, устройство перемешивающее LS-110, УГ-2, фотометр КФК-3-01, фотоэлектроколориметр АРЕL-101, центрифуга лабор. ОПН-3, шкаф сушильный СНОЛ-04.

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020).	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020).	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Токач Ю.Е., Рубанов Ю.К. Инженерные методы защиты атмосферы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Токач Ю.Е., Рубанов Ю.К. – Электрон. текстовые данные. – Белгород, Изд-во БГТУ, 2018. – 119 с.

2. Ветошкин Г. А. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов: учебное пособие / Ветошкин Г. А.. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 248 с. — ISBN 978-5-9729-0510-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98359.html>

3.

## 6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека БГТУ им. В. Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru>.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>.
4. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>1</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>2</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>1</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>2</sup> Нужно подчеркнуть