

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

направление подготовки:

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

Направленность программы:

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт:** Химико-технологический

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 923.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (И. А. Морозова)

Рабочая программа обсуждена на заседании выпускающей кафедры  
Технологии цемента и композиционных материалов

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (И. Н. Борисов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л. А. Порожнюк)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-2. Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности	ПК-2.2. Применяет современные типы газоочистительного оборудования, технологии очистки газов, а также использует техногенные отходы с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду факторов производства вяжущих материалов	<p><b>Знания:</b> устройство, принцип работы и эффективность использования газоочистительного оборудования; характеристики и свойства газо-воздушных выбросов, технологии их очистки; способы использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду факторов производства вяжущих материалов</p> <p><b>Умения:</b> осуществлять и обосновывать выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газо-воздушных выбросов и вида производства; оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий</p> <p><b>Навыки:</b> владеть методиками определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов; навыками расчёта и выбора газоочистительного оборудования; методами определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-2.** Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Механическое оборудование (общий курс)
2.	Оборудование цементных предприятий
3.	Производственная эксплуатационная практика
4.	Физическая химия силикатов
5.	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6.	Технология производства цемента
7.	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
8.	Химия вяжущих материалов
9.	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
10.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11.	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
12.	Тепломассообмен во вращающихся печах
13.	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
14.	Термодинамика силикатных систем
15.	Управление технологическим процессом производства цемента
16.	Энергосбережение в производстве цемента
17.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоёмкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	14	144
лекции	4	4
лабораторные	–	–
практические	8	8
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	166	166
курсовой проект	–	–
курсовая работа	–	–
расчётно-графическое задание	18	18
индивидуальное домашнее задание	–	–
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	112	112
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объём

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Теоретические основы защиты окружающей среды</b>					
	Общая схема загрязнения и проблемы защиты окружающей среды. Источники и виды загрязнений окружающей среды. Нормирование уровня загрязнения окружающей среды. Классификация методов защиты окружающей среды.	0,5			16
<b>2. Пыли и аэрозоли в производстве строительных материалов</b>					
	Источники образования пылей и аэрозолей в производстве строительных материалов. Основные физико-химические свойства пылей. Плотность и дисперсный состав пылей. Слипаяемость частиц пыли. Сыпучесть частиц пыли. Абразивность пыли. Смачиваемость частиц пыли. Гигроскопичность пыли. Электрические свойства пыли: удельное электрическое сопротивление слоя пыли и электрический заряд частиц пыли. Горючесть и взрываемость пыли. Эффективность пылеулавливания. Основные характеристики аэрозолей.	0,5			16
<b>3. Классификация пылеулавливающего оборудования</b>					
	Сухие механические пылеуловители. Гравитационные пылеуловители. Инерционные пылеуловители. Центробежные пылеуловители. Очистка газовоздушных сред на фильтрах. Тканевые фильтры. Волокнистые фильтры. Зернистые фильтры. Ячейковые фильтры. Очистка газов на электрофильтрах. Аппараты мокрой очистки газов. Полые газопромыватели. Насадочные газопромыватели. Пеннобарботажные газопромыватели. Ударно-инерционные газопромыватели. Центробежные газопромыватели. Скоростные газопромыватели.	1	8		32
<b>4. Методы и средства очистки газовоздушных выбросов</b>					
	Мокрые методы пылеочистки с использованием явления абсорбции и хемосорбции. Адсорбционный метод очистки газов. Каталитический метод очистки газов.	0,5			16
<b>5. Промышленные отходы</b>					
	Источники и проблемы накопления промышленных	0,5			16

	отходов. Классификация промышленных отходов. Нормирование сбора промышленных отходов. Промышленные отходы добычи и обогащения полезных ископаемых и методы их переработки. Топливные отходы угледобычи, нефтеотходы и методы их переработки. Отходы чёрной металлургии и обработки металлов и методы их переработки. Отходы высокомолекулярных соединений и методы их переработки.				
<b>6. Методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов</b>					
	Общая характеристика методов утилизации и обезвреживания промышленных отходов. Первичная обработка промышленных отходов. Сжигание промышленных отходов. Пиролиз промышленных отходов. Газификация промышленных отходов. Складирование и захоронение промышленных отходов на свалках и полигонах твёрдых бытовых отходов. Складирование промышленных отходов в поверхностных хранилищах (шламонакопителях). Обработка и утилизация промышленных отходов и загрязнений на специализированных полигонах.	0,5			16
<b>7. Твёрдые бытовые отходы и методы их переработки</b>					
	Характеристика твёрдых бытовых отходов. Технология сбора, удаления и складирования твёрдых бытовых отходов. Критерии выбора метода и места размещения сооружений обезвреживания и утилизации твёрдых бытовых отходов. Складирование твёрдых бытовых отходов на полигонах. Методы полевого компостирования твёрдых бытовых отходов. Технология рекультивации территории закрытых полигонов. Процесс камерного сжигания твёрдых бытовых отходов. Пиролиз твёрдых бытовых отходов. Обработка осадков после очистки сточных вод. Технология сбора твёрдых бытовых отходов на местах их образования. Охрана окружающей среды при эксплуатации установок сжигания твёрдых бытовых отходов.	0,5			16
<b>ВСЕГО</b>		<b>4</b>	<b>8</b>		<b>112</b>

#### 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 № 5</b>				
1	Классификация пылеулавливающего оборудования	Расчёт пылеосадительной камеры	1	2
		Расчёт циклона	2	4
		Расчёт батарейного циклона	1	2
		Расчёт рукавного фильтра	1	2
		Расчёт электрофильтра	1	2
		Расчёт форсуночного скруббера	1	2

	Расчёт пенного пылеуловителя	1	2
	ИТОГО:	8	16

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчётно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено расчётно-графическое задание.

В процессе выполнения расчётно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Тема расчётно-графического задания: «Расчёт оборудования для очистки газов от пыли».

Выполнение задания по дисциплине проводится с целью:

- формирования умений проводить поиск, обработку и анализ специализированной научно-технической и справочной литературы и документации и внедрения полученных знаний в технологический процесс производства цемента;
- развития навыков и умений ознакомления с устройством и анализа принципа работы оборудования очистки газов от пыли, а также выбора и расчёта аппарата в зависимости от источника образования пыли;
- систематизации, закрепления и применения теоретических знаний, полученных при изучении курса.

При выполнении расчётно-графического задания студенты изучают устройство и принцип работы оборудования по очистке газов от пыли, их конструктивные особенности, преимущества и недостатки, а также эффективность работы этого оборудования; пользуются технической, справочной, учебно-методической и научной литературой, знакомятся с правилами оформления пояснительной записки. Расчётно-графическое задание выполняется в виде пояснительной записки формата А4 объёмом до 20 страниц. Графическая часть выполняется на миллиметровой бумаге формата А4.

#### Содержание расчётно-графического задания

Номер и содержание раздела пояснительной записки	Объём раздела, стр.
1. Теоретическая часть	до 7
2. Исходные данные для расчёта	1-2
3. Расчётная часть	до 7
4. Графическая часть	1-2
5. Заключение	1-2
Список использованной литературы	



Перечень типовых вариантов для выполнения расчётно-графического задания.

Исходные данные для расчёта

№	Наименование оборудования	Q, м <sup>3</sup> /с	t, °C	d <sub>м</sub> , мкм	lgδ <sub>ч</sub>	C <sub>вх</sub> , г/м <sup>3</sup>	η
1	Аспирация клинкерного холодильника	20	20	23	0,501	30	0,85
2		26	20	20	0,602	10	0,80
3		10	20	14	0,535	25	0,80
4		16	20	9	0,497	20	0,80
5		10	20	7	0,345	40	0,80
6	Шаровая мельница	1	20	6	0,468	20	0,80
7		2	20	6	0,268	10	0,80
8	Углесушильный барабан	5	20	15	0,334	50	0,80
9	Барабанная сушилка	5	20	10	0,468	10	0,85
10		8	20	20	0,352	10	0,85

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-2.** Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Применяет современные типы газоочистительного оборудования, технологии очистки газов, а также использует техногенные отходы с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду факторов производства вяжущих материалов	<i>Решение практических задач Выполнение расчётно-графического задания Тестирование Экзамен</i>

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Экзаменационный билет включает два вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент выбирает случайным образом, отводится время 1 час. Распределение вопросов и заданий находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Компетенция ПК-2.</b> Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности		
1	Теоретические основы защиты окружающей среды	1. Общая схема загрязнения окружающей среды. Методы защиты окружающей среды. 2. Источники и виды загрязнений атмосферы. 3. Нормирование уровня загрязнения окружающей среды, предельно допустимая концентрация (ПДК) и предельно допустимый выброс (ПДВ).
2	Пыли и аэрозоли в производстве строительных материалов	4. Пыль в производстве строительных материалов. 5. Основные физико-химические свойства пыли, оценка эффективности пылеулавливания. 6. Основные направления применения пыли электрофильтров в технологии производства цемента.
3	Классификация пылеулавливающего оборудования	7. Классификация аппаратов сухой и мокрой очистки газов. 8. Гравитационные пылеуловители: пылеосадительная камера. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики. 9. Инерционные пылеуловители: пылевой мешок, жалюзийный пылеуловитель. Конструкция, назначение, принцип действия,

		<p>технические характеристики.</p> <p>10. Центробежные пылеуловители: циклоны, ротационные пылеуловители. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>11. Тканевые фильтры: рулонные фильтры, рукавные фильтры. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>12. Волокнистые фильтры: фильтры грубой и тонкой очистки. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>13. Зернистые фильтры: насадочные и жёсткие. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>14. Ячейковые фильтры. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>15. Электрофильтры. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>16. Полые скрубберы. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>17. Насадочные скрубберы. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>18. Тарельчатые скрубберы. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>19. Скрубберы ударно-инерционного действия. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>20. Центробежные скрубберы. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>21. Скрубберы Вентури. Конструкция, назначение, принцип действия, технические характеристики.</p> <p>22. Циклоны цилиндрического и конического типов. Конструкция, назначение, принцип действия.</p>
4	Методы и средства очистки газозвдушных выбросов	<p>23. Мокрые методы пылеочистки с использованием явлений абсорбции и хемосорбции.</p> <p>24. Адсорбционный метод очистки газов.</p> <p>25. Каталитический метод очистки газов.</p>
5	Промышленные отходы	<p>26. Классификация промышленных отходов. Нормирование сбора промышленных отходов.</p> <p>27. Промышленные отходы добычи и обогащения полезных ископаемых и методы их переработки.</p> <p>28. Топливные отходы угледобычи, нефтеотходы и методы их переработки.</p> <p>29. Отходы чёрной металлургии и обработки металлов и методы их переработки.</p> <p>30. Отходы производства резины и резинотехнических изделий. Методы их переработки.</p> <p>31. Отходы высокомолекулярных соединений и методы их переработки.</p> <p>32. Источники накопления и виды промышленных отходов.</p> <p>33. Методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов.</p> <p>34. Основные направления применения промышленных отходов в технологии производства цемента.</p> <p>35. Свалки, полигоны и поверхностные хранилища промышленных отходов.</p> <p>36. Характеристика твёрдых бытовых отходов.</p>

		<p>37. Технология сбора, удаления и складирования твёрдых бытовых отходов.</p> <p>38. Критерии выбора метода и места размещения сооружений обезвреживания и утилизации твёрдых бытовых отходов.</p> <p>39. Складирование твёрдых бытовых отходов на полигонах. Методы полевого компостирования твёрдых бытовых отходов. Технология рекультивации территории закрытых полигонов.</p> <p>40. Процесс камерного сжигания твёрдых бытовых отходов. Пиролиз твёрдых бытовых отходов.</p>
--	--	---

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме решения практических задач и в форме тестирования.

**Практические задачи.** Решение практических задач осуществляется индивидуально каждым студентом согласно выданному заданию. Пример типовых заданий приведен ниже.

**Задача №1.** Аспирационный воздух от двух мест перегрузки дроблёного доломита в количестве  $2880 \text{ м}^3/\text{ч}$  поступает на очистку в пылеосадительную камеру с размерами: длина 10 м; высота 1 м; ширина 1 м. Плотность пыли равна  $2670 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Температура воздуха  $20^\circ\text{C}$ . Медианный диаметр частиц пыли составляет 70 мкм. Определите эффективность их улавливания, а также парциальные коэффициенты улавливания частиц другой крупности.

**Задача №2.** Система аспирации узлов перегрузки измельчённого мела удаляет  $2500 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха, имеющего температуру  $20^\circ\text{C}$  и загрязнённого пылью мела ( $\rho_{\text{п}}=2600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ). Характеристики пыли:  $d_{\text{пм}}=20 \text{ мкм}$ ;  $Ig\sigma_{\text{ч}}=0,501$ . Выполнить подбор и расчёт циклона, обеспечивающего очистку воздуха от пыли с эффективностью не менее 80%.

**Задача №3.** Рассчитать степень очистки в батарейном циклоне дымовых газов котлоагрегата при температуре  $140^\circ\text{C}$ ; динамической вязкости газа в нормальных условиях  $\mu_0=17,3 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ; и расходе газа  $V_{\text{р}}=130000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Запыленность газа  $42 \text{ г}/\text{м}^3$ , плотность дымовых газов в нормальных условиях  $\rho_0=1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Характеристика золы:  $d_{\text{м}}=20 \text{ мкм}$ ;  $\sigma_{\text{ч}}=3,0$ ;  $\rho_{\text{ч}}=2240 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

**Задача №4.** Выполнить расчёт и подобрать рукавный фильтр для очистки отходящих газов вращающейся печи для обжига цементного клинкера. Объём отходящих газов  $275000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Температура газа  $200^\circ\text{C}$ . Содержание пыли в газе  $30 \text{ г}/\text{м}^3$ . Медианный диаметр частиц пыли равен 12 мкм. Требуемая конечная запылённость  $30 \text{ мг}/\text{м}^3$ .

**Задача №5.** Подберите тип электрофилтра и рассчитайте степень очистки газа в нём, исходя из следующих данных: количество газа  $150 \text{ м}^3/\text{с}$ ; скорость дви-

жения газа 0,7 м/с; медианный диаметр частиц пыли 30 мкм; рабочее напряжение электрофильтра 35 мВ; расстояние между электродами 137,5 мм.

**Задача №6.** Определить размеры полого форсуночного скруббера, предназначенного для охлаждения и очистки доменного газа при следующих исходных данных: расход очищаемого газа  $Q=3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; требуемая производительность форсунки  $Q=30 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; перепад давления  $\Delta P_{\text{ж}}=0,5 \text{ МПа}$ ; скорость пропускания потока  $v=0,5 \text{ м/с}$ ; коэффициент расхода  $\gamma=0,85$ ; корневой угол факела 60 град.

**Задача №7.** Рассчитать пенный аппарат для очистки технологических газов, удаляемых после сушилки с кипящим слоем. Общий расход газа  $V=20000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , температура газа  $75^\circ\text{C}$ , плотность газа при рабочих условиях  $\rho_r=1,02 \text{ кг/м}^3$ , температура орошающей воды  $20^\circ\text{C}$ , коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma=7,2 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$ . Пыль – плохо смачивая, начальная концентрация пыли  $C_r=2 \text{ г/м}^3$ . Дисперсный состав пыли:  $d_r=10-15 \text{ мкм}$ ;  $R(d_r)=17\%$ .

Тестирование осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовое задание состоит из 10 вопросов. Пример типовых тестовых заданий представлен в таблице.

#### Перечень типовых тестовых заданий

<b>Компетенция ПК-2.</b> Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности	
1	Пылеуловитель, используемый в промышленности для предварительной очистки воздуха от крупной абразивной пыли? А) пылеосадительная камера Б) рукавный фильтр В) электрофильтр Г) циклон
2	Улавливание пыли в пылеосадительных камерах происходит за счёт: А) центробежных сил Б) гравитационных сил В) инерционных сил Г) сил трения
3	Способ закручивания газового потока в циклоне, обеспечивающий (при прочих равных) условиях, наибольшую эффективность очистки? А) спиральный Б) тангенциальный В) винтовой Г) нет правильного ответа
4	Способы регенерации рукавов, не требующие отключения секции на регенерацию? А) импульсная продувка Б) обратная продувка В) механическое встряхивание Г) нет правильного ответа
5	Какие технологические факторы влияют на работу электрофильтров? А) температура газа Б) скорость газового потока В) концентрация пыли в газе Г) размеры частиц пыли Д) все ответы верны
6	Фильтры тонкой очистки применяют: А) для улавливания субмикронных частиц из промышленных газов с концентрацией пыли

	$< 1 \text{ мг/м}^3$ Б) для очистки промышленных газов с концентрацией пыли до $60 \text{ г/м}^3$ В) в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха с концентрацией пыли $< 50 \text{ мг/м}^3$ Г) для очистки промышленных газов с концентрацией пыли свыше $100 \text{ г/м}^3$
7	Растворение газообразного компонента в жидком растворителе это: А) абсорбция Б) адсорбция В) хемосорбция Г) десорбция
8	Какой метод очистки основан на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения? А) абсорбционный Б) адсорбционный В) каталитический Г) биохимический
9	Для очистки газов от оксида углерода адсорбционным методом применяют: А) воду, известковые растворы, гидроксид магния, карбонат натрия аммиачная вода, расплавленные соли Б) воду, растворы щелочей и солей, селективные сорбенты В) медно-аммиачные растворы, медь-алюминий-хлоридные растворы, жидкий азот Г) нет правильного ответа
10	При проведении какого процесса поглощаемый компонент образует с абсорбентом химическое соединение? А) десорбция Б) абсорбция В) хемосорбция Г) адсорбция

#### 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
<b>Компетенция ПК-2.</b> Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности	
Знания	Знания устройства, принципа работы и эффективности использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов
	Знания характеристик и свойств газо-воздушных выбросов, а также технологии их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования
	Знания способов использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду факторов производства вяжущих материалов

	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умения осуществлять выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газо-воздушных выбросов и вида производства
	Умения оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий
Навыки	Навыки определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов
	Навыки расчёта и выбора газоочистительного оборудования
	Навыки определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов

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

Промежуточная аттестация в форме экзамена.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знания устройства, принципа работы и эффективности использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов	Не знает устройство, принцип работы и эффективность использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов	Знает устройство, принцип работы и эффективность использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов, но допускает неточность формулировок	Знает на хорошем уровне устройство, принцип работы и эффективность использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов	Отлично знает устройство, принцип работы и эффективность использования газоочистительного оборудования в производстве вяжущих материалов
Знания характеристик и свойств газо-воздушных выбросов, а также технологии их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования	Не знает характеристики и свойства газо-воздушных выбросов, а также технологий их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования	Знает характеристики и свойства газо-воздушных выбросов, а также технологий их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования, но допускает неточность формулировок	Знает на хорошем уровне характеристики и свойства газо-воздушных выбросов, а также технологий их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования	Отлично знает характеристики и свойства газо-воздушных выбросов, а также технологий их очистки для выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования
Знания способов использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на окру-	Не знает способы использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на окру-	Знает способы использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на окру-	Знает на хорошем уровне способы использования техногенных отходов с целью снижения негативного воз-	Отлично знает способы использования техногенных отходов с целью снижения негативного воздействия на

жающую среду факторов производства вяжущих материалов	жающую среду факторов производства вяжущих материалов	жающую среду факторов производства вяжущих материалов, но допускает неточность формулировок	действия на окружающую среду факторов производства вяжущих материалов	окружающую среду факторов производства вяжущих материалов
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все – полные	Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими реакциями, схемами и примерами	Записывает поясняющие реакции и схемы с ошибками	Записывает поясняющие реакции и схемы корректно и понятно	Записывает поясняющие реакции и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Умения осуществлять выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газовоздушных выбросов и вида производства	Не умеет осуществлять выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газовоздушных выбросов и вида производства	Допускает неточности при осуществлении выбора наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газовоздушных выбросов и вида производства	Умеет осуществлять выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газовоздушных выбросов и вида производства при незначи-	Самостоятельно умеет осуществлять выбор наиболее оптимального газоочистительного оборудования в зависимости от характеристик и свойств газовоздушных выбросов и вида производства



			тельной помощи	
Умения оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий	Не умеет оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий	Допускает неточности при оценивании экономии энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий, допуская неточности	Умеет оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий при незначительной помощи	Самостоятельно умеет оценивать экономию энергетических ресурсов и повышение эффективности процесса производства вяжущих материалов за счёт проведения энергосберегающих мероприятий

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Навыки определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов	Не владеет навыками определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов	Недостаточно хорошо владеет навыками определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов	Хорошо владеет навыками определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов	Отлично владеет навыками определения характеристик и свойств газо-воздушных выбросов
Навыки расчёта и выбора газоочистительного оборудования	Не владеет навыками расчёта и выбора газоочистительного оборудования	Недостаточно хорошо владеет навыками расчёта и выбора газоочистительного оборудования	Хорошо владеет навыками расчёта и выбора газоочистительного оборудования	Отлично владеет навыками расчёта и выбора газоочистительного оборудования
Навыки определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов	Не владеет навыками определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов	Недостаточно хорошо владеет навыками определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов	Хорошо владеет навыками определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов	Отлично владеет навыками определения степени эффективности использования техногенных отходов в производстве вяжущих материалов

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

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Зал курсового и дипломного проектирования и учебная аудитория	Специализированная мебель; мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
2.	Зал курсового и дипломного проектирования и учебная аудитория	Специализированная мебель; мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Библиотека кафедры	Специализированная мебель; журналы, книги, методички

### 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 31.10.2023). 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 31.10.2023
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. Вальберг А.Ю. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс. – 2004. – 750 с.

3. Черкасов А.В., Ковалев С.В., Расчёт и выбор средств очистки газов: методические указания к выполнению расчетно-графических заданий по курсу «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» для студентов, обучающихся по направлению 18.03.02: Учебное издание, Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. – 22 с.

4. Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. – Калуга, 2000.

5. Цветкова Л. И. Экология: учебник для технических вузов /Л. И. Цветкова, М. И. Алексеев, Б. П. Усанов и др. – Спб.: АСВ; Химиздат, 1999.

6. Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования /В. Е. Лотош. – Екатеринбург, 2002.

7. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 400с.

8. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.

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

1. Сборник нормативных документов «СтройКонсультант»  
<https://www.snip.ru>

2. Электронный читальный зал <https://elib.bstu.ru>

Содержит полные тексты учебных и учебно-методических пособий, монографий, авторами которых являются преподаватели университета; учебных и учебно-методических изданий, приобретенных во внешних издательствах и книготорговых организациях; редких и ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет.