

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей**

Кафедра экологической химии и технологии  
химический факультет

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

Профиль подготовки  
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных  
ресурсов

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала 2018

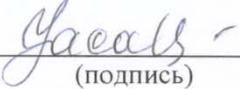
Рабочая программа дисциплины «Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата) от «12» марта 2015г. № 227.

Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Гасанова Ф.Г. - к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры экологической химии и технологии  
от «20» июня 2018г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «22» июня 2018г., протокол № 10

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением « 28 »  2018г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с экологическими проблемами производства энергии, методами очистки отходящих газов тепловых сетей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-2, ПК-4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы, коллоквиум и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе 180 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
5	180	78	24	54				102	дифференциро- ванный зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей» являются ознакомление со свойствами образующихся при сгорании топлива газов, экологическими проблемами производства энергии, методами очистки отходящих газов тепловых сетей от вредных примесей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение этой дисциплины начинается после прохождения студентами материала курса «Прикладная механика», «Общая и неорганической химия», «Аналитическая химия».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-2</b>	способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<b>Знает:</b> основные методы очистки отходящих газов тепловых сетей от загрязняющих веществ. <b>Умеет:</b> выполнять необходимые технические и экономические расчеты по использованию той или иной схемы для обеспечения экологически безопасного получения энергии <b>Владеет:</b> навыками по расчетам аппаратов для практической деятельности
<b>ПК-4</b>	способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий	<b>Знает:</b> ПДК вредных компонентов отходящих газов тепловых сетей <b>Умеет:</b> выполнять расчеты показывающие снижение концентрации вредных веществ в отходящих газов тепловых сетей <b>Владеет:</b> методами определения концентраций загрязняющих веществ в газах.
<b>ПК-5</b>	готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию	<b>Знает:</b> основные методы очистки отходящих газов тепловых сетей от загрязняющих веществ. <b>Умеет:</b> выполнять необходимые технические и экономические расчеты по использованию той или иной схемы для обеспечения экологически безопасного получения энергии



	углеводородов и ароматических соединений	5	10-17	2		6		10	Устный опрос
2	Очистка от твердых частиц, паров, охлаждение	5	11-18	2		3		13	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 5:</i>			<b>4</b>		<b>9</b>		<b>23</b>	Коллоквиум
	<b>ИТОГО:</b>			<b>24</b>		<b>54</b>		<b>102</b>	дифференцированный зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Модуль 1. Влияние тепловых сетей на окружающую среду

**Тема 1. Экологические проблемы производства энергии.** Состав отходящих газов тепловых сетей. Зависимость воздействия ТЭС от вида используемого топлива. Классификация и состав топлива. Естественное и искусственное топливо. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Тепловой эквивалент.

**Тема 2. Свойства газов.** Плотность газов. Вязкость газов. Влажность газов. Точка росы. Температура и теплота превращения. Теплоемкость. Теплопроводность. Нормальные и стандартные условия.

##### Модуль 2. Природные и искусственные горючие газы.

**Тема 3. Природный газ.** Состав природных газов. Попутный нефтяной газ. Состав попутных газов. Критические и приведенные параметры.

**Тема 4. Искусственные горючие газы.** Газификация твердого топлива. Классификация методов осуществления газификации. Генераторные газы: воздушный газ, водяной газ, парокислородный газ. Полукоксование твердых топлив. Первичный газ. Коксование твердых топлив. Коксовый газ. Газы термического и каталитического крекинга.

##### Модуль 3. Очистка отходящих газов от соединений азота.

**Тема 5. Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов от соединений азота. Каталитическое восстановление оксидов азота.** Использование для очистки от оксидов азота воды, раствора пероксида водорода, растворов щелочей, растворов карбонатов щелочных металлов, аммония. Меры предотвращения выбросов оксидов азота с отходящими газами. Технология очистки газов от оксидов азота адсорбционными и каталитическими методами.

**Модуль 4. Очистка отходящих газов от соединений серы, диоксида углерода.**

**Тема 6. Методы очистки отходящих газов от соединений серы.** Схемы установок и технология очистки газов от диоксида серы абсорбционными (известняковым, известковым, аммиачными, магнезитовым, с использованием в качестве абсорбента морской воды), адсорбционными (с использованием оксидов металлов, активных углей, силикагелей, цеолитов) методами.

**Тема 7. Очистка отходящих газов от диоксида углерода.** Очистка газа от диоксида углерода водой под давлением, водным раствором аммиака, физической абсорбцией органическими растворителями, этаноламиновым методом.

**Модуль 5. Очистка отходящих газов от твердых частиц, углеводорода и ароматических соединений.**

**Тема 8. Очистка газов от углеводородов и ароматических соединений.** Улавливание ароматических соединений (бензола, нафталина).

**Тема 9. Очистка от твердых частиц, паров, охлаждение.** Охлаждение газов. Очистка газа от твердых частиц и паров смолы в аппаратах сухого и мокрого типа, в электрофильтрах.

#### ***4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.***

**Модуль 1. Влияние тепловых сетей на окружающую среду**

**Тема 1. Экологические проблемы производства энергии.** Отбор и хранение проб газа

**Тема 2. Свойства газов.** Определение плотности газа

**Модуль 2. Природные и искусственные горючие газы.**

**Тема 3. Природный газ.** Приведение параметров газа к нормальным и стандартным условиям.

**Тема 4. Искусственные горючие газы.** Определение содержания диоксида серы в газе. Семинар «Искусственные горючие газы»

**Модуль 3. Очистка отходящих газов от соединений азота.**

**Тема 5. Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов от соединений азота.** Каталитическое восстановление оксидов азота. Очистка газовых выбросов от оксидов азота абсорбцией щелочами. Семинар «Методы очистки отходящих газов тепловых сетей от оксидов азота»

**Модуль 4. Очистка отходящих газов от соединений серы, диоксида углерода.**

**Тема 6. Методы очистки отходящих газов от соединений серы.** Очистка газовых выбросов от диоксида серы методом адсорбции. Очистка газовых выбросов от диоксида серы методом абсорбции.

**Тема 7. Очистка отходящих газов от диоксида углерода.** Очистка отходящих газов тепловых сетей от диоксида углерода этаноламиновым методом.

**Модуль 5. Очистка отходящих газов от твердых частиц, углеводорода и ароматических соединений.**

**Тема 8. Очистка газов от углеводородов и ароматических соединений.** Семинар «Очистка горячих газов от углеводородов, ароматических соединений».

**Тема 9. Очистка от твердых частиц, паров, охлаждение.** Очистка отходящих газов тепловых сетей от твердых частиц.

## 5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- на лекциях по всем разделам используется демонстративный материал в виде презентаций;
- расчетно-графические работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- Отчетные занятия по разделам “Методы очистки газовых выбросов от сероводорода” и “Методы очистки газовых выбросов от аммиака”.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится зачет.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к дифференцированному зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к дифференцированному зачету	Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится в виде дифференцированного зачета.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

<b>Код компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Наименование компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
<b>ПК-2</b>	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	Знает: основные методы очистки отходящих газов тепловых сетей от загрязняющих веществ.	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: выполнять необходимые технические и экономические расчеты по использованию той или иной схемы для обеспечения экологически безопасного получения энергии	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
		Владеет: навыками по расчетам аппаратов для практической деятельности	Устный опрос, письменный опрос
<b>ПК-4</b>	Способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации	Знает: ПДК вредных компонентов отходящих газов тепловых сетей	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: выполнять расчеты показывающие снижение концентрации вредных веществ в	Письменный опрос

	продуктов и изделий	отходящих газов тепловых сетей	
		Владеет: методами определения концентраций загрязняющих веществ в газах.	Мини-конференция
<b>ПК-5</b>	Готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	Знает: основные методы очистки отходящих газов тепловых сетей от загрязняющих веществ.	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: выполнять необходимые технические и экономические расчеты по использованию той или иной схемы для обеспечения экологически безопасного получения энергии	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
		Владеет: навыками по расчетам аппаратов для практической деятельности	Устный опрос, письменный опрос

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Контрольные вопросы

1. Экологические проблемы производства энергии.
2. Состав отходящих газов тепловых сетей.
3. Зависимость воздействия ТЭС от вида используемого топлива.
4. Классификация и состав топлива.
5. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Тепловой эквивалент.
6. Плотность газов.
7. Вязкость газов.
8. Влажность газов. Точка росы.
9. Температура и теплота превращения.
10. Теплоемкость. Теплопроводность.
11. Нормальные и стандартные условия.
12. Природный газ. Состав природных газов.
13. Попутный нефтяной газ.
14. Состав попутных газов.
15. Искусственные горючие газы.
16. Газификация твердого топлива.
17. Классификация методов осуществления газификации.

18. Полукоксование твердых топлив. Первичный газ.
19. Коксование твердых топлив. Коксовый газ.
20. Газы термического и каталитического крекинга.
21. Абсорбционные методы очистки отходящих газов от соединений азота.
22. Адсорбционные методы очистки отходящих газов от соединений азота.
23. Каталитическое восстановление оксидов азота.
24. Меры предотвращения выбросов оксидов азота с отходящими газами.
25. Методы очистки отходящих газов от соединений серы.
26. Очистка отходящих газов от диоксида углерода под давлением
27. Очистка отходящих газов от диоксида углерода водным раствором аммиака.
28. Очистка отходящих газов от диоксида углерода физической абсорбцией органическими растворителями.
29. Очистка отходящих газов от диоксида углерода этаноламиновым методом.
30. Очистка газов от углеводородов.
31. Очистка газов от ароматических соединений.
32. Охлаждение газов.
33. Очистка газа от твердых частиц и паров смолы в аппаратах сухого и мокрого типа, в электрофильтрах.
34. Очистка газа от диоксида углерода вакуум-карбонатным методом

### Тестовые задания

1. К балласту газообразных топлив относятся
  - а) углекислый газ    б) метан    в) сероводород    г) водород.
2. Естественным газообразным топливом является:
  - а) природный горючий газ    б) генераторный газ
  - в) водяной газ    г) полукоксовый газ
3. Газы, в которых концентрация сероводорода не превышает 20 мг/м<sup>3</sup>
  - а) слабосернистые    б) малосернистые
  - в) сернистые    г) высокосернистые
4. Природные газы, в которых содержание углекислого газа доходит до 35% и более, называют
  - а) углеводородно-углекислыми    б) углеводородноазотистыми
  - в) углеводородносернистыми.
5. Стандартные условия - это:
  - а) температура 0 °С и давление 101325 Па
  - б) температура 10 °С и давление 101325 Па
  - в) температура 20 °С и давление 101325 Па
  - г) температура 0°С и давление 201325 Па
6. Критическая температура газовой смеси рассчитывается по формуле:

$$\text{а) } T_{кр} = \frac{y_1}{T_{кр1}} + \frac{y_2}{T_{кр2}} + \dots + \frac{y_n}{T_{крn}} \qquad \text{б) } T_{кр} = y_1 T_{кр1} + y_2 T_{кр2} + \dots + y_n T_{крn}$$

$$в) T_{кр} = \frac{T_{кр1}}{y_1} + \frac{T_{кр2}}{y_2} + \dots + \frac{T_{крn}}{y_{кр}}$$

7. Какой из приведенных ниже углеводородов не образует гидрат:

- а) метан    б) этан    в) бутан    г) пентан

8. С увеличением молекулярной массы вязкость газов одного ряда

- а) увеличивается    б) уменьшается    в) не изменяется

9. Для идеальных газов разность теплоемкостей при постоянном давлении и объеме равна

- а) 8,31    б) 13, 31    в) 18,31    г) 23,31

10. С увеличением молекулярной массы плотность газообразного топлива

- а) увеличивается    б) уменьшается    в) не изменяется

11. Для отделения газа от капельной жидкости и механических примесей используют

- а) гравитационный, центробежный принцип

- б) инерционный, центробежный принцип

- в) гравитационный, инерционный принцип.

12. При адсорбционной очистке от сероводорода с использованием поглотителя на основе оксида цинка его регенерацию проводят:

- а) инертным газом с воздухом    б) водяным паром

- в) раствором сульфида аммония    г) нагреванием

13. Для очистки газов от сероводорода активированный уголь используют, если содержание сероводорода

- а)  $< 5 \text{ г/м}^3$     б)  $> 5 \text{ г/м}^3$     в)  $10 \text{ г/м}^3$     г) 15 %

14. Для очистки газов от сернистых соединений используют в качестве адсорбентов:

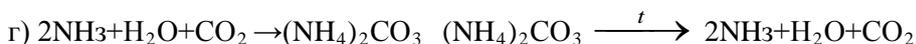
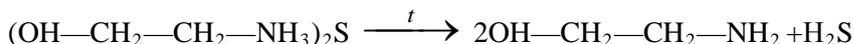
- а) активированный уголь, карбонат кальция, гидроксид цинка;

- б) активированный уголь, цеолит, оксид цинка;

- в) активированный уголь, карбонат кальция, оксид калия;

- г) активированный уголь, цеолит, гидроксид натрия.

15. В основе этаноламинового метода очистки от сероводорода углерода лежат следующие реакции:

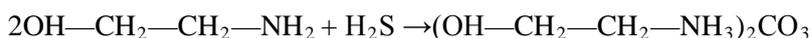


16. В фосфатном методе очистки газов от сероводорода регенерацию поглотителя проводят:

- а) инертным газом с воздухом    б) воздухом

- в) раствором сульфида аммония    г) нагреванием

17. В основе какого метода очистки от сернистых соединений лежит реакция



- а) абсорбционного,    б) каталитического,    в) адсорбционного.

18. При очистке газа от диоксида углерода водным раствором аммиака регенерацию поглотителя проводят:

- а) инертным газом    б) воздухом

- в) увеличением давления    г) нагреванием

19. Конечным продуктом косвенного метода извлечения аммиака из коксового газа является

- а) слабая и концентрированная аммиачная вода, сульфат аммония

- б) концентрированная аммиачная вода

- в) хлорид аммония  
 г) сульфат аммония
20. Для извлечения ароматических соединений из коксового газа можно использовать процессы  
 а) абсорбции, окисления      б) адсорбции, восстановления  
 в) адсорбции, абсорбции
21. Теплота сгорания топлива, определенная с учетом сгорания водорода с образованием воды  
 а) высшая теплота сгорания      б) низшая теплота сгорания  
 в) теплота сгорания условного топлива
22. Естественным газообразным топливом является:  
 а) генераторный газ      б) водяной газ  
 в) полукоксовый газ      г) попутный нефтяной газ.
23. Сухие газы содержат тяжелых углеводородов от пропана и выше  
 а) до 50 г/м<sup>3</sup>      б) 50 - 150 г/м<sup>3</sup>      в) более 150 г/м<sup>3</sup>
24. Природные газы, в которых содержание азота доходит до 45% и более, называют  
 а) углеводородно-углекислыми      б) углеводородноазотистыми  
 в) углеводородносернистыми
25. Нормальные условия - это:  
 а) температура 0 °С и давление 201325 Па  
 б) температура 20 °С и давление 101325 Па  
 в) температура 25 °С и давление 101325 Па  
 г) температура 0°С и давление 101325 Па
26. Приведение объема газа к нормальным условиям осуществляют по формуле:  
 а)  $V_0 = V \frac{273 \cdot P}{(273 + t) \cdot P_0}$       б)  $V_{20} = V \frac{293 \cdot P}{(293 + t) \cdot P_0}$       в)  $V_0 = V \frac{273 \cdot (P - P_{нар})}{(273 + t) \cdot P_0}$
27. Точка росы газа —это  
 а) весовое количество водяных паров, выраженное в граммах, находящихся в 1 м<sup>3</sup> или 1 кг газа.  
 б) отношение фактически содержащегося в газе водяного пара к максимально возможному его содержанию при данной температуре.  
 в) температура, при которой газ полностью насыщен водяными парами
28. С увеличением температуры вязкость газов одного ряда  
 а) увеличивается      б) уменьшается      в) не изменяется
29. При критической температуре, когда нет различия между жидкостью и паром, теплота парообразования равна  
 а) 6      б) 0      в) 18      г) 12
30. С повышением температуры плотность газов:  
 а) увеличивается      б) уменьшается      в) не изменяется
31. Какие из приведенных ниже реакций описывают известково-известняковый метод очистки газовых выбросов от диоксида серы:  
 а)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$   
 $\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$   
 б)  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$   
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{MgSO}_3$   
 $\text{MgSO}_3 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$   
 в)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_4\text{HSO}_3$   
 $2 \text{NH}_4\text{HSO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
32. Какие из приведенных ниже реакций описывают магнезитовый метод очистки газовых выбросов от диоксида серы:  
 а)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$   
 $\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$

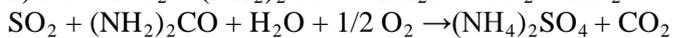
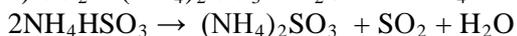
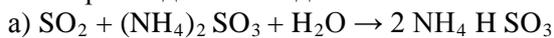


- а) NaCl            б) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>            в) BaSO<sub>4</sub>            г) FeCl<sub>2</sub>

43. Для очистки от оксидов азота могут быть использованы растворы:

- а) NaCl            б) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>            в) FeSO<sub>4</sub>            г) CaCl<sub>2</sub>

44. Карбамидный метод очистки газовых выбросов основан на реакциях:



45. Одним из промышленных методов очистки отходящих газов от оксидов азота является их восстановление на катализаторе до молекулярного азота. В качестве восстановителя применяются

а) кислород, серная кислота, оксид магния

б) азот, соляная кислота, оксид меди

в) водород, природный газ, оксид углерода

46. Одним из промышленных методов очистки отходящих газов от оксидов азота является их восстановление на катализаторе до молекулярного азота. В качестве восстановителя применяются

а) водород, аммиак, уголь

б) азот, соляная кислота, оксид меди

в) кислород, серная кислота, оксид магния

47. При каталитическом восстановлении оксидов азота образуется

а) азот

б) азотная кислота

в) кислород

48. В этаноламиновом методе очистке газов от диоксида углерода регенерацию поглотителя проводят:

а) инертным газом с воздухом

б) воздухом

в) раствором сульфида аммония

г) нагреванием

49. Теплота сгорания топлива, определенная с учетом сгорания водорода с образованием пара

а) высшая теплота сгорания

б) низшая теплота сгорания

в) теплота сгорания условного топлива

50. Основной компонент природного горючего газа:

а) метан

б) пропан

в) водород

г) гелий.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,

- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,

- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов: основы проектирования технологических процессов: [учеб. пособие по

специальности "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов"] / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьёв. - М.: Химия: КолосС, 2005. - 386 с

2. Техника и технология защиты воздушной среды: [учеб. пособие для вузов / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др.]. - М.: Высш. шк., 2008. - 398, с

3. Бернер, Г.Я. Технология очистки газа за рубежом / Г.Я. Бернер. - Москва: Новости теплоснабжения, 2006. - 262 с. - ISBN 5-94296-014-3; То же [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56224>

б) дополнительная литература:

1. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов / под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - Л.: Химия, 1989,1981. - 359 с.

2. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев. - М.: Химия, 1981. - 608 с

3. Гасанова Ф.Г. Экологические проблемы очистки природного газа. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2014 - с. 32

4. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов / А.И. Богомоллов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - Л.: Химия, 1989. - 424 с.

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

1). eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. элек-трон.б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.05.2018). – Яз. рус., англ.

2). Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.05.2018)

3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регист-рации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(датаобращения: 22.05.2018).

4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/>(дата обращения: 22.05.2018).

5. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: [www.book.ru/](http://www.book.ru/)(дата обращения: 22.05.2018).

6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 22.05.2018).

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 8.

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; -наглядные пособия; -гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием **конкретного** вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Отбор и хранение проб газа.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Определение плотности газа.	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Состав отходящих газов тепловых сетей	- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Очистка отходящих газов от диоксида серы.	- работа с вопросами для самопроверки;
Коллоквиум «Очистка отходящих газов от углеводородов, ароматических соединений».	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Абсорбционные и адсорбционные методы очистки отходящих газов от соединений азота.	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Очистка газа от диоксида углерода.	- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Очистка газа от твердых частиц	- работа с вопросами для самопроверки;
Охлаждение газов	- решение задач
Коллоквиум «Очистка отходящих газов от диоксида углерода»	

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Экологические проблемы отходящих газов тепловых сетей» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждые двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Дистиллятор А-10.
4. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3.
5. Аспиратор стеклянный
6. Приборы Зайцева
7. Газовые пипетки
8. Набор лабораторной посуды.
9. Необходимые реактивы.