

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета Инженерный Яременко С.А.

«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«Технические средства и методы защиты окружающей среды»

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  /Петрикеева Н.А./

**И.о. заведующего кафедрой
Теплогазоснабжения и
нефтегазового дела**  /Тулская С.Г./

Руководитель ОПОП  /Петрикеева Н.А./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

В связи с интенсификацией технологических процессов энергоемких производств постоянно возрастает загрязнение атмосферы от тепловых, газообразных и жидких вредных выбросов. Во многих промышленно развитых регионах уровни загрязняющих выбросов превышают величины, к которым могут адаптироваться организм человека и биосфера в целом. В лекционном курсе рассматриваются основы процессов и систем очистки газов, а также методы снижения выбросов за счет совершенствования технологических процессов и их схемы, устройства утилизации теплоты выбросных газов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Научить студента оптимизировать, рассчитывать и проектировать режимы работы и конструкции устройств, позволяющие защитить воздушный бассейн от чрезмерных газообразных и тепловых выбросов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технические средства и методы защиты окружающей среды» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технические средства и методы защиты окружающей среды» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

ОПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки

ОПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать сущность проблем защиты окружающей среды, возникающих в ходе профессиональной деятельности
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций

	владеть способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-2	знать жизненные циклы проекта по защите окружающей среды
	уметь применять методы математического анализа и моделирования работы устройств и систем защиты окружающей среды
	владеть способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
ОПК-1	знать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки
	уметь формулировать цели и задачи исследования
	владеть способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки
ОПК-2	знать современные методы исследования
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности
	владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технические средства и методы защиты окружающей среды» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	90	90
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+

Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5
--	----------	----------

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Самостоятельная работа	153	153
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего , час
1	Введение в предмет. Основные свойства дисперсных систем и физические основы газоочистки	Состав газов очистки. Летучие составляющие, коэффициент избытка воздуха, номинальное горение.	4	6	14	24
2	Поверхностные явления в аэродисперсных системах	Поверхностные явления в аэродисперсных системах	4	6	14	24
3	Утилизация теплоты удаляемых газов	Методы утилизации, оборудование, применяемое в России и за рубежом.	4	6	14	24
4	Очистка газов дожиганием	Оптимизация рассеяния выбросов в атмосфере	2	6	16	24
5	Очистка газов методами	Понятия ПДК (предельно допустимой концентрации) и	2	6	16	24

	восстановления до нетоксичного состояния	ПДВ (предельно- допустимый выброс)				
6	Методы подавления образования оксидов азота	Методы оценки эффективности и применения природоохранных мероприятий	2	6	16	24
Итого			18	36	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего , час
1	Введение в предмет. Основные свойства дисперсных систем и физические основы газоочистки	Состав газов очистки. Летучие составляющие, коэффициент избытка воздуха, номинальное горение.	2	-	24	26
2	Поверхностные явления в аэродисперсных системах	Поверхностные явления в аэродисперсных системах	2	2	26	30
3	Утилизация теплоты удаляемых газов	Методы утилизации, оборудование, применяемое в России и за рубежом.	2	2	26	30
4	Очистка газов дожиганием	Оптимизация рассеяния выбросов в атмосфере	2	2	26	30
5	Очистка газов методами восстановления до нетоксичного состояния	Понятия ПДК (предельно допустимой концентрации) и ПДВ (предельно- допустимый выброс)	-	2	26	28
6	Методы подавления образования оксидов азота	Методы оценки эффективности и применения природоохранных мероприятий	-	2	25	27
Итого			8	10	153	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Охрана окружающей среды»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Выбросы. Состав.
- Утилизация и оборудование
- Методы защиты окружающей среды

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать сущность проблем защиты окружающей среды, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-2	знать жизненные циклы проекта по защите окружающей среды	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы математического анализа и	Решение стандартных практических задач,	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	моделирования работы устройств и систем защиты окружающей среды	написание курсового проекта	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	знать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формулировать цели и задачи исследования	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	знать современные методы исследования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	знать сущность проблем защиты окружающей среды, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-2	знать жизненные циклы проекта по защите окружающей среды	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы математического анализа и моделирования работы устройств и систем защиты окружающей среды	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь формулировать цели и задачи исследования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				во всех задачах		
	владеть способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	знать современные методы исследования	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Расположите (по убыванию степени токсичности воздействия на организм человека) загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу при сжигании твердых видов топлив:

- а) SO₂, NO_x, CO, сажа, водяные пары;
- б) NO_x , CO , SO₂ , сажа, водяные пары;
- в) сажа, SO₂ , NO_x , CO, водяные пары;**
- г) CO , сажа, SO₂, NO_x, водяные пары;
- д) CO, SO₂, NO_x, водяные пары, сажа.

2. Промышленные аэрозоли (в общем случае), это:

- а) двух или многофазный поток только с воздушной газовой фазой;
- б) однофазный поток только с воздушной газовой фазой;

в) двух или многофазный поток с любой газовой фазой, не только воздушной;

г) однофазный газовый поток с любой газовой фазой;

д) однофазный воздушный поток.

3. Причины происхождения промышленных аэрозолей:

а) процессы объемной конденсации насыщенного пара вещества или диспергация твердого вещества;

б) процесс сушки;

в) процесс увлажнения;

г) процесс нагревания вещества;

д) процесс увлажнения и охлаждения вещества.

4. В качестве растворителя (абсорбента) при абсорбции используют:

а) только воду;

б) различные жидкие растворители;

в) только органические растворители;

г) только неорганические растворители;

д) только растворы химических веществ.

5. Абсорбция:

а) переход вещества из жидкой фазы в газовую;

б) переход вещества из жидкой фазы в газовую и обратно;

в) равновесное состояние перехода из газовой фазы в жидкую;

г) равновесное состояние перехода из жидкой фазы в газовую;

д) переход вещества из газовой фазы в жидкую.

6. График уравнения равновесия (линия равновесия) при абсорбции в реальных условиях имеет вид:

а) спирали;

б) прерывистой линии;

в) периодической зависимости;

г) линейной зависимости;

д) нелинейной зависимости.

8. Расположите (по убыванию степени токсичности воздействия на организм человека) загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу при сжигании природного газа:

а) Бензапирен, CO, водяные пары, NO_x, CO₂;

б) CO, Бензапирен, NO_x, водяные пары, CO₂;

в) Бензапирен, NO_x, CO, CO₂, водяные пары;

г) CO, Бензапирен, CO₂, водяные пары, NO_x ;

д) CO₂, водяные пары, NO_x, бензапирен, CO.

9. Какие из перечисленных систем относятся к аэрозольным потокам :

- а) с концентрацией частиц более 100 мг/куб.м;
- б) более 200 мг/куб.м;
- в) менее 0,1 мг/куб.м;
- г) более 50 мг/куб.м;
- д) более 42 мг/куб.м.

10. Высокодисперсные аэрозоли имеют частицы размером (диаметром):

- а) до 1 мкм;
- б) до 2 мкм;
- в) до 5 мкм;
- г) от 1 до 10 мкм;
- д) свыше 10 мкм.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Обстоятельства, не осложняющие процесс проведения абсорбции:

- а) присутствие в очищаемом потоке твердых частиц;
- б) присутствие в очищаемом потоке налипающих частиц;
- в) присутствие в очищаемом потоке газообразных загрязнений;
- г) необходимость последующего разделения уловленных в процессе абсорбции вредностей;
- д) пониженная температура очищаемого потока.

2. Укажите верную форму записи уравнения материального баланса абсорбера:

- а) $M = G (X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}})$;
- б) $M = L (Y_{\text{нач}} - Y_{\text{кона}})$;
- в) $M = L (Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}})$;
- г) $M = G (Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}})$;
- д) $M = L (X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}})$.

3. Физический смысл коэффициента Генри:

- а) давление насыщенного пара чистого компонента;
- б) движущая сила абсорбции;
- в) парциальное давление компонента;
- г) теплота растворения газа в жидкости;
- д) газовая постоянная газовой фазы.

5. Начальным участком процесса сорбции при расчетах сорбционных аппаратов считается:

- а) сторона входа сорбента в аппарат;

- б) сторона выхода сорбента из аппарата;
- в) сторона входа очищаемого потока в аппарат;**
- г) сторона выхода очищаемого потока в аппарат;
- д) любая зона аппарата, на усмотрение проектировщика.

6. Газ-носитель – это:

- а) инертная часть жидкой фазы;
- б) инертная часть газовой фазы;**
- в) транспортируемое вещество (токсичный компонент);
- г) чистый абсорбент;
- д) загрязненный абсорбент.

7. Отметьте верное утверждение:

- а) $Y > Y^*$ десорбция;
- б) $Y < Y^*$ десорбция;**
- в) $X^* < X$ десорбция;
- г) $X < Y$ десорбция;
- д) $X^* = Y^*$ десорбция.

9. От какого фактора не зависит распространение (рассеивание) газообразных загрязнений в атмосфере:

- а) от температуры газообразных загрязнений;
- б) от температуры наружного воздуха;
- в) от розы ветров;
- г) от солнечной радиации;**
- д) от географической характеристики района проектирования.

10. Указать минимальное значение мольной доли загрязняющего вещества (ЗВ) в газообразных выбросах с температурой 25 °С, при которой уже становится возможным осуществление процесса десорбции абсорбента.

Мольная доля ЗВ в абсорбенте на входе в абсорбер при температуре 25° С $x = 0,3 \cdot 10^{-3}$ кмоль/кмоль; справочное значение коэффициента Генри при 25° С $E = 1,21 \cdot 10^6$ мм рт.ст. Абсорбция происходит при атмосферном давлении 747 мм рт.ст.

- а) $y = 0,30$ кмоль/кмоль;
- б) $y = 0,33$ кмоль/кмоль;
- в) $y = 0,41$ кмоль/кмоль;**
- г) $y = 0,51$ кмоль/кмоль;
- д) $y = 0,59$ кмоль/кмоль.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Движущая сила процесса абсорбции для газовой фазы определяется по формуле (отметьте верное утверждение):

- а) $\Delta Y = Y - Y^*$;**

- б) $\Delta Y = Y^* - Y$;
- в) $\Delta X = X - X^*$;
- г) $\Delta X = X^* - X$;
- д) $\Delta X = \Delta Y$.

2. Укажите верную запись для определения коэффициента массопередачи в газовой фазе через коэффициенты массоотдачи (m – коэффициент распределения):

- а) $k_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}}$
- б) $k_y = \frac{m}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}}$
- в) $k_y = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}$
- г) $k_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{m\beta_x}}$
- д) $k_y = \frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{m\beta_x}$

3. Указать минимальное значение мольной доли загрязняющего вещества (ЗВ) в газообразных выбросах с температурой 25 С, при которой уже становится возможным осуществление их очистки методом абсорбции перед рассеянием в воздушном бассейне. Мольная доля ЗВ в абсорбенте на входе в абсорбер при температуре 25 С $x = 0,3 \cdot 10^{-3}$ кмоль/кмоль; справочное значение коэффициента Генри при 25⁰С $E = 1,21 \cdot 10^6$ мм рт.ст. Абсорбция происходит при атмосферном давлении 747 мм рт.ст.

- а) $y = 0,30$ кмоль/кмоль;
- б) $y = 0,33$ кмоль/кмоль;
- в) $y = 0,41$ кмоль/кмоль;
- г) **$y = 0,51$ кмоль/кмоль;**
- д) $y = 0,59$ кмоль/кмоль.

4. Укажите верную форму записи уравнения материального баланса абсорбера:

- а) $M = G (X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}})$;
- б) $M = L (Y_{\text{нач}} - Y_{\text{кона}})$;
- в) $M = L (Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}})$;
- г) $M = G (Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}})$;
- д) **$M = L (X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}})$.**

6. Какие из перечисленных систем относятся к аэрозольным потокам :

- а) с концентрацией частиц более 100 мг/куб.м;
- б) более 200 мг/куб.м;
- в) **менее 0,1 мг/куб.м;**

- г) более 50 мг/куб.м;
- д) более 42 мг/куб.м.

7. Высокодисперсные аэрозоли имеют частицы размером (диаметром):

- а) до 1 мкм;
- б) до 2 мкм;
- в) до 5 мкм;
- г) от 1 до 10 мкм;
- д) свыше 10 мкм.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1.Общая характеристика и классификация аэродисперсных систем.
- 2.Количественное представление концентраций.
- 3.Применимость различных методов газоочистки и защиты атмосферного воздуха от промышленных аэродисперсных загрязнений.
- 4.Основные закономерности абсорбции, промышленные абсорбенты.
- 5.Уравнение массоотдачи и массопередачи при абсорбции, движущая сила абсорбции, диффузионные критерии подобия.
- 6.Рабочая и равновесная линии абсорбции при противоточном и прямоточном оформлении процесса абсорбции.
- 7.Конструкции абсорбционного оборудования.
- 8.Процессы десорбции.
- 9.Расчет абсорберов.
- 10.Основы адсорбции. Адсорбенты.
- 11.Построение изотермы адсорбции. Особенности адсорбции в промышленных аппаратах.
- 12.Конструкции адсорберов и десорберов.
- 13.Расчет адсорберов.
- 14.Процессы испарения и конденсации.
- 15.Испарение одиночной капли.
- 16.Испарение и конденсация в аэрозольном облаке.
- 17.Анализ процесса образования тумана.
- 18.Теоретические основы процесса утилизации теплоты.
- 19.Методы расчета теплоутилизаторов.
- 20.Конструкции аппаратов.
- 21.Компоновочные решения систем теплоутилизации.
- 22.Основные положения очистки газов дожиганием.
- 23.Оборудование для системы дожигания.
- 24.Расчет системы дожигания

25. Восстановление оксидов азота до молекулярного азота методами каталитического и некаталитического восстановления.
26. Ступенчатое сжигание и сжигание топлива с малым коэффициентом избытка воздуха.
27. Впрыск влаги в факел. Сжигание водомазутных эмульсий.
28. Рециркуляция продуктов сгорания топлива в воздушный тракт ТПУ.
29. Рециркуляция продуктов горения топлива в горелочных устройствах.
30. Реверсивные горелки. Расчет реверсивных горелок.
31. Классификация и общие закономерности промышленных выбросов в атмосферу.
32. Расчет выбросов из низких и высоких источников.
33. Расчет рассеивания вредностей из группы низких и высоких источников
34. Методика оценки ущерба окружающей среде при воздействии на нее выбросов от ТПУ.
35. Экономическая эффективность от применения природоохранных мероприятий.
36. Тепловые схемы и основные принципы работы мини-ТЭЦ как новая и перспективная форма снабжения потребителей тепловой и электрической энергией.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

В течение преподавания курса «Технические средства и методы защиты окружающей среды» в качестве формы оценки знаний студентов используются такая форма как экзамен, курсовое проектирование.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в предмет. Основные свойства дисперсных систем и физические основы газоочистки	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Поверхностные явления в аэродисперсных системах	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту

3	Утилизация теплоты удаляемых газов	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Очистка газов дожиганием	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Очистка газов методами восстановления до нетоксичного состояния	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту
6	Методы подавления образования оксидов азота	УК-1, УК-2, ОПК- 1, ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовому проекту

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Ефремов, И. В. Сборник задач, практических заданий по курсу системы защиты среды обитания : учебное пособие / И. В. Ефремов, Е. Л. Горшенина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 116 с. — ISBN 978-5-7410-1486-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61404.html>
2. Системы защиты среды обитания : учебное пособие (практикум) / составители Е. В. Соколова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 136 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92595.html>
3. Стрелков, А. К. Охрана окружающей среды и экология гидросферы : учебник / А. К. Стрелков, С. Ю. Теплых. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 488 с. — ISBN 978-5-9585-0523-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20495.html>
4. Мониторинг вредных выбросов в окружающую среду: методические указания к проведению практических занятий, самостоятельной работы и курсового проектирования по дисциплинам «Охрана воздушного бассейна от вредных выбросов», «Технические средства и методы защиты окружающей среды», «Технологии безопасности», "Технология безопасности" для студентов направлений подготовки 08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 21.04.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения: сост. Сотникова О.А., Петрикеева Н.А., Гасанов З.С.- Воронеж, ВГТУ, 2021.- 48 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Лицензионное программное обеспечение: ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; AutoCAD; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

- Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная проектором, плакатами и пособиями по профилю.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технические средства и методы защиты окружающей среды» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета экологических показателей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий,

	словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.