Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экологические проблемы энергетических предприятий

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 21-04-2025 16:36:52 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование основных знаний влияния деятельности тепло-энергетики на природные объекты, представлений о способах защиты атмосферы, гидросферы, литосферы от загрязнений.

Задачами учебной дисциплины являются:

– ознакомить обучающихся с комплексом природоохранных задач применительно к предприятиям теплоэнергетики, разработкой организационно-технических и технологических мероприятий, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и предотвращение загрязнения окружающей среды.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;

– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем;

– Котельные установки и парогенераторы;

– Газоочистка и золоудаление.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	ОПК-3.2 Применяет основные законы и методы при решении практических задач	– знать: основные законы и методы решения практических задач по экологическим проблемам энергетических

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		предприятий. – уметь: применять основные законы и методы решения практических задач по экологическим проблемам энергетических предприятий.
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.3 Понимает основные законы термодинамики и термодинамических соотношений	– знать: основные законы термодинамики и термодинамических соотношений. – уметь: понимать основные законы термодинамики и термодинамических соотношений для решении задач по экологическим проблемам энергетических предприятий.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 3 курс***	***3 сессия / 3 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*36*	*72*
	зачетных единиц	***3***	*1*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***6***	*2*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***87***	*34*	*53*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Роль энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды. (Основные загрязнители атмосферного воздуха. Классификация токсичности соединений, содержащихся в отходах энергетических предприятий. Количественные показатели токсичности. Твердые, газообразные, жидкие токсичные вещества. Нормирование воздействия предприятий на окружающую среду.);

Раздел 2 Защита атмосферы от вредных выбросов теплоэнергетических предприятий (Вынос пыли из теплоэнергетических агрегатов и его расчет. Аппаратурные методы снижения вредных выбросов в атмосферу и их классификация. Проблемы пылеочистки энергетических предприятий. Аппараты сухой пылеочистки, аппараты с промывкой газа жидкостью, аппараты электрической очистки. Вынос CO и других продуктов неполного сгорания различных видов топлива (в том числе полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и канцерогенных веществ: бенз[а]пирена и их расчет. Очистка газов от CO и канцерогенных веществ. Вынос сернистых соединений (SO2 и др.) из рабочего пространства теплоэнергетических агрегатов, их расчет и способы снижения выбросов оксидов серы. Образование оксидов азота. Механизм образования NOx. Количественная оценка выбросов NOx из котлоагрегатов. Влияние типа горелок на образование NOx. Методы санитарной очистки газов от NOx и их классификация);

Раздел 3 Технологические способы снижения вредных выбросов (Технологические способы снижения выбросов пыли и токсичных газообразных соединений при эксплуатации теплоэнергетических агрегатов. Снижение выбросов твердых частиц, SO2, NOx. Рассеивание остаточных количеств выбросов в атмосферу с помощью дымовых труб.);

Раздел 4 Водопотребление и водоотведение в энергетике. Защита земель (Классификация сточных вод энергетических предприятий. Водопотребление и водоотведение. Способы очистки сточных вод (механические, химические, биохимические, термические). Защита земель от пыления золоотвалов ТЭС. Утилизация твердых отходов. Использование золошлаковых отходов ТЭС.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Роль энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды.	1.5	
Раздел 2.	Защита атмосферы от вредных выбросов теплоэнергетических предприятий	1.5	
Раздел 3.	Технологические способы снижения вредных выбросов	1.5	
Раздел 4.	Водопотребление и водоотведение в энергетике. Защита земель	1.5	
Итого:		**6**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха	1.5	
Раздел 2.	Загрязнение биосферы земли вредными выбросами от сжигания органического топлива. Расчет массовых выбросов	1.5	
Раздел 2.	Расчет рассеивания вредных выбросов в атмосфере	1.5	
Раздел 4.	Оценка качества воды	1.5	
Итого:		**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	21	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	22	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	22	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	22	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**96**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);

		2. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные;

при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без

непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми

Оценка	Требования к знаниям
	умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Школлер, М. Б. Экологическая химия : учебное пособие для вузов / М. Б. Школлер; СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – 256 с. : ил.;

2 Волынкина, Е. П. Экологические проблемы горно-металлургического региона: Кузбасс : учебное пособие для вузов / Е.П. Волынкина, Л.Б. Павлович, И.Г. Атапина; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2006. – 204 с.;

3 Лавцевич, В. П. Инженерная экология : учебное пособие / В. П. Лавцевич ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2004. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=8&lngEdition=46&lngFile=46&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 28.03.2025);

4 Павлович, Л. Б. Каталитические процессы очистки выбросов металлургического производства : учебное пособие для вузов / Л. Б. Павлович, Е. В. Протопопов, С. Г. Коротков. – Новокузнецк : СибГИУ, 2008. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=31&lngEdition=1051&lngFile=1060&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 28.03.2025);

5 Волынкина, Е. П. Природоохранная деятельность предприятия : учебное пособие для студентов специальностей 150109 - Металлургия техногенных и вторичных ресурсов, 150103 - Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей, 020804 - Геоэкология, 020800 - Экология и природопользование, 280202 - Инженерная защита

окружающей среды / Е.П. Волынкина, Л.Б. Павлович ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 285 с. : ил.;

6 Павлович, Л. Б. Экологические проблемы металлургического производства : учебное пособие / Л. Б. Павлович, О. О. Титова ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=18&lngEdition=3042&lngFile=2999&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 28.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;

– Adobe Acrobat Reader;

– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

заведующий кафедрой Темлянцева Елена Николаевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

начальник производственно-
технического отдела
ООО «Центральная ТЭЦ»  А. Ю. Поромов

должность, степень, звание представителя работодателя | подпись | инициалы, фамилия

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Взаимодействие промышленных предприятий с окружающей средой.
2. Общие проблемы защиты окружающей среды.
3. Виды загрязнителей окружающей среды.
4. Пути создания малоотходных технологий в промышленности.
5. Создание бессточных предприятий.
6. Получение полезных веществ из дымовых газов и сточных вод, твердых отходов, утилизация теплоты.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Тема 1. Роль энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды. Классификация токсичности соединений, содержащихся в отходах энергетических предприятий. Количественная оценка токсичности.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Понятие энергии. Виды и источники энергии. ТЭК и его отрасли.
2. Энергетические ресурсы. Стратегия развития энергетики РФ.
3. Невозобновляемые источники энергии. Виды топлива и его целесообразность.
4. Рабочее топливо (твердое, жидкое) и его состав. Балласт топлива. Виды серы в твердом топливе.
5. Понятие горючей массы. Формулы для пересчета состава топлива из одной массы в другую.
6. Количественный и качественный состав вредных выбросов при горении органического топлива.
7. Зольность топлива. Влажность топлива. Летучие вещества.
8. Жидкое топливо и его свойства.
9. Газообразное топливо и его свойства.
10. Теплота сгорания топлива и методы ее определения.
11. Формулы Д. Менделеева для вычисления высшей и низшей теплоты сгорания рабочего топлива. Условное топливо.
12. Тепловой и материальный балансы.
13. Электростанции и их назначение.
16. Экологические проблемы взаимодействия ТЭС с окружающей средой.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1) Расставьте следующие виды первичных энергоресурсов в порядке убывания их мирового потребления:

- газ;
- нефть;
- гидроэнергия;
- атомная энергия;
- уголь.

2) Расставьте следующие виды первичных энергоресурсов в порядке убывания их потребления в России:

- газ;
- нефть;
- гидроэнергия;
- атомная энергия;
- уголь.

3) Расставьте следующие страны в порядке убывания их энергопотребления:

- Россия;
- Китай;
- США.

4) Расставьте следующие энергопредприятия по количеству произведенной ими энергии в мире в порядке убывания:

- АЭС;
- ТЭС;
- ГЭС.

5) Расставьте следующие энергопредприятия по количеству произведенной ими энергии в России в порядке убывания:

- АЭС;
- ТЭС;
- ГЭС.

6) Расставьте следующие энергопредприятия по их КПД в порядке убывания:

- АЭС;
- ТЭС;
- ГЭС.

7) Расставьте следующие отрасли по величине загрязнения ими воздушного бассейна в порядке убывания.

- топливодобыча;
- транспорт;
- электроэнергетика.

8) 50 % общих выбросов в атмосферу вредных веществ приходится на:

- металлургическую промышленность;
- транспорт;
- топливо-энергетический комплекс.

9) Расставьте следующие нормативы по их величине в порядке убывания:

- $ПДК_{с.с}$;
- $ПДК_{м.р}$;
- $ПДК_{м.р\ курортн.\ зоны}$.

10) Количество веществ, для которых установлены ПДК в атмосферном воздухе:

- 2000;
- 1000;
- 500;
- 130.

11) Расставьте следующие вещества по их классу опасности в порядке убывания:

- NO_2;
- SO_2;
- CO;
- бенз[а]пирен.

12) Отметьте вещества однонаправленного действия:

- NO_2;
- SO_2;
- CO;
- бенз[а]пирен.

13) Какие показатели установлены для нормирования загрязнения воздуха:

- ПДК;
- ПДВ;
- ПДУ;
- ПДС;
- ПДН.

14) Приземная концентрация вредных выбросов уменьшается при увеличении:

- количества труб;
- высоты трубы;
- разности температур воздуха и дыма;
- массового выброса вредного вещества.

15) Установите соответствие между оболочками Земли и путями решения проблемы загрязнения их:

1. Атмосфера. 2. Гидросфера. 3. Литосфера.

А) Сокращение вредных выбросов.
Б) Использование солнечной, ветровой, водной энергии.
В) Бережное расходование при добыче, транспортировке и переработке полезных ископаемых.
Г) Озеленение городов, промышленных центров.
Д) Бережное и более эффективное использование воды (экономия на производстве и в быту).
Е) Внедрение новых технологий.
Ж) Посадка в прибрежной полосе рек древесно-кустарниковой растительности.
З) Замена двигателей внутреннего сгорания на более экологически безопасные.
И) Восстановление нарушенных ландшафтов при добыче полезных ископаемых.
К) Создание водоохранных зон, прилегающих к акваториям.

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

1	2	3

16. Расставьте следующие виды первичных энергоресурсов в порядке убывания их мирового потребления:
1) газ;
2) нефть;
3) гидроэнергия;
4) атомная энергия;
5) уголь.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

17. Расставьте следующие виды первичных энергоресурсов в порядке убывания их потребления в России:
1) газ;
2) нефть;
3) гидроэнергия;
4) атомная энергия;
5) уголь.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

18. Расставьте следующие страны в порядке убывания их энергопотребления:
1) Россия;
2) Китай;
3) США.

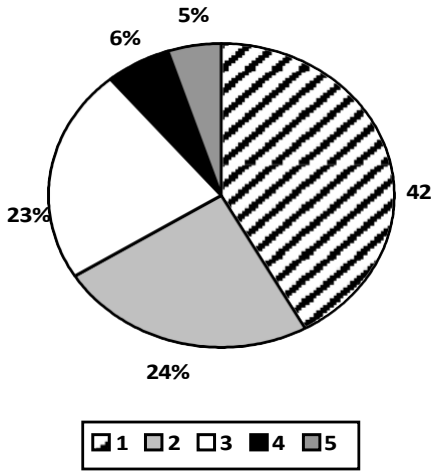
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

19. Расставьте следующие отрасли по величине загрязнения ими воздушного бассейна в порядке убывания.

1) топливо-энергетический комплекс;
2) транспорт;
3) металлургия.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

20. На диаграмме представлена мировая энергетическая структура. Запишите под цифрами 1, 2, 3, 4, 5 соответственно процентам её составляющие.



21. Разделите изображения, иллюстрирующие природные ресурсы, на группы: А – невозобновляемые; Б – относительно возобновляемые; В – возобновляемые; Г – неисчерпаемые. Назовите представленные природные ресурсы.



1



2



3



4



5



6



7



8



9

22. Укажите изображение, иллюстрирующее основной источник загрязнения атмосферы.



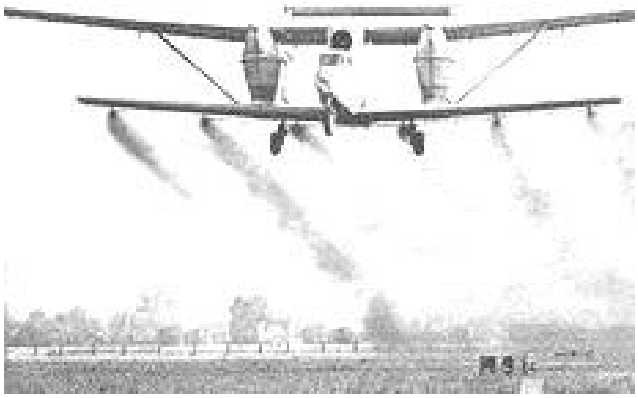
1



2



3



4

23. Расставьте следующие вещества по их классу опасности в порядке убывания:

1) NO_2;
2) SO_2;
3) CO;
4) бенз[а]пирен.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

Тема 2. Защита атмосферы от вредных выбросов теплоэнергетических предприятий.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Топливное хозяйство ТЭС (твердое топливо, жидкое топливо, газообразное топливо, мазут).
2. Мокрые золоуловители (назначение, принцип работы, эффективность).
3. Золошлакоудаление на ТЭС.
4. Электрофильтры (назначение, принцип работы, эффективность).
5. Топливное хозяйство ТЭС на твердом топливе.
6. Котельные установки ТЭС.
7. Паровые турбины. Классификация. Принцип действия. Мощность, КПД и расход пара.
8. Дымовые газы тепловых электростанций и их состав.
9. Основные экозащитные технологии очистки дымовых газов тепловых электростанций.
10. Способы удаления сернистых соединений из твердого топлива.
11. Способы удаления сернистых соединений из жидкого топлива.
12. Очистка продуктов сгорания топлива от SOx.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Самая радикальная мера по защите атмосферы от вредных выбросов:

- совершенствование технологических процессов;
- очистка газов от вредных веществ;
- рассеивание вредных выбросов;
- устройство санитарно-защитных зон.

2. Для чего устанавливают ПДВ:

- для вещества;
- для местности;
- для предприятия;
- для населенного пункта.

3. В чем отличие мокрых газоочистных аппаратов в сравнении с другими?

- Можно использовать при очистке взрывоопасных газов;
- Имеют большие габариты;
- Требуют малых затрат энергии;
- Можно использовать для охлаждения газов.

4. Эффективность работы циклона повышается при:

- Увеличении его диаметра;
- Уменьшении его диаметра;
- Увеличении скорости газа;
- Уменьшении скорости газа;
- Увеличении диаметра частиц пыли;
- Уменьшении диаметра частиц пыли.

5. Высоконапорный скруббер Вентури является аппаратом

- Грубой очистки газа от пыли;
- Тонкой очистки газа от пыли.

6. Для чего используют полый форсуночный скруббер?

- Для грубой очистки газа от пыли;
- Для охлаждения газа;
- Для тонкой очистки газа от пыли.
- При пылеулавливании центробежные мокрые аппараты используют для:
  - Грубой очистки;
  - Тонкой очистки.

7. Электрическую очистку используют для:

- Грубой очистки;
- Тонкой очистки.

8. Эффективность электрической очистки газа повышается при:

- Повышении запыленности;
- Увлажнении газа;

- Увеличении скорости газа;
- Увеличении темепратуры газа.

9. Насколько велики эксплуатационные расходы на электроочистку?
   - Ниже чем у других аппаратов;
   - Выше чем у других аппаратов;
   - Практически такие же как у других аппаратов.
10. Как от увеличения расхода газа зависит эффективность процесса фильтрации?
    - Снижается;
    - Повышается;
    - Не зависит.
11. Адсорбция – это:
    - Поглощение газов и паров поверхностью твердых тел;
    - Поглощение газов и паров жидкими поглотителями;
    - Превращение вредных веществ в безвредные.
12. Какие аппараты используют в качестве туманоуловителей?

- Насадочные скрубберы;
- Электрофильтры;
- Волокнистые фильтры.

13. Какие аппараты используют в качестве абсорберов?
    - Насадочные скрубберы;
    - Мокрые электрофильтры;
    - Волокнистые фильтры с пропиткой.
14. Соотнесите метод очистки газа с аппаратом, в котором он осуществляется:

Аппарат для очистки газа	Метод очистки газа
1 циклон	А электрический
2 электрофильтр	Б сухой
3 скруббер	В каталитический
4 реактор	Г мокрый

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

15. Соотнесите название аппарата с принципом его работы.

Аппарат для очистки газа	Метод очистки газа
1 циклон	А ионизации газопылевого потока
2 электрофильтр	Б центробежных сил и гравитации
4 скруббер	В капель воды под действием сил инерции
5 скруббер Вентури	Г специальными фильтрующими материалами

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

2 Выполнение практических работ.

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к проведению практических работ.

Тема 3. Технологические способы снижения вредных выбросов.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Назначение и устройство дымовых труб в зависимости от рассеивания вредных примесей.
2. Определение скорости газов на выходе дымовой трубы.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1) Что влияет на вынос пыли из энергетических агрегатов:

- вид топлива;
- зольность топлива;
- способ сжигания топлива;
- количество топлива.

2) Самый эффективный способ снижения выбросов сернистых соединений:

- обессеривание топлива;
- десульфурация дымовых газов;
- введение оксидов кальция и железа;
- вдувание извести в топочное пространство;
- сжигание топлива в «кипящем» слое.

3) Для каких веществ технологические методы снижения их выбросов наиболее важные:

- пыль;
- сернистые соединения;
- CO и продукты неполного сгорания топлива;
- оксиды азота.

4) Отметьте самый эффективный способ снижения выбросов сернистых соединений от сжигания угля:

- ступенчатое сжигание топлива;
- слоевое сжигание;
- сжигание топлива в «кипящем» слое;
- впрыск в топку воды.

5) Эффективность технологических методов снижения выбросов оксидов азота набольшая при сжигании:

- газа;
- мазута;
- угля.

6) Для каких веществ применяют только технологические методы снижения их выбросов:

- пыль;
- сернистые соединения;
- CO и продукты неполного сгорания топлива;
- оксиды азота.

7) Приземная концентрация вредных выбросов уменьшается при увеличении:

- количества труб;
- высоты трубы;
- разности температур воздуха и дыма;
- массового выброса вредного вещества.

8) Какой фактор наиболее существенно влияет на приземные концентрации загрязняющих веществ при рассеивании газов с помощью дымовой трубы:

- количество труб;
- высота трубы;
- разность температур воздуха и дыма;
- массовый выброс вредного вещества.

9) Расставьте следующие материалы по высоте изготовленных из них труб в порядке убывания:

- кирпич;
- металл;
- железобетон.

Тема 4. Водопотребление и водоотведение в энергетике. Защита земель.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Система очистных сооружений сточных вод ТЭС.
2. Основные составляющие полной тепловой схемы электростанции. Блочная и секционная ПТС.

3. Обозначение линий и арматуры принятые при построении полной тепловой схемы электростанции.
4. Трубопроводы тепловой электростанции. Байпас.
5. Рекомендуемые скорости движения среды в трубопроводах. Формулы для расчета требуемого диаметра трубопровода и гидравлических потерь.
6. Арматура трубопроводов электростанций в системе гидрозолоудаления (запорная, регулирования, предохранительная, защитная, контрольная).

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Для защиты земель применяют такие мероприятия как:
   - Рекультивация;
   - Очистка выбросов от примесей;
   - Оборотное водоснабжение;
   - Устройство санитарно-защитных зон.

2. Вред, наносимый тепловыми электростанциями природным водоемам, можно снизить следующими способами:
   а) Рекультивация;
   б) Очистка стоков от примесей;
   в) Оборотное водоснабжение;
   г) Устройство санитарно-защитных зон.

3. Сколько воды расходуется на ТЭС для охлаждения:
   а) 98 %;
   б) 80 %;
   в) 50 %;
   г) 10 %.

4. Расставьте сточные воды ТЭС по убыванию токсичности загрязняющих компонентов:
   а) Обмывочные воды регенеративных воздухоподогревателей;
   б) Продувочные воды системы гидрозолоулавливания;
   в) Нефтесодержащие воды;
   г) Воды после химпромывок оборудования;
   д) Продувочные воды водоподготовительных установок.

5. Физико-химические способы очистки сточных вод:
   а) фильтрование;
   б) адсорбция;

в) нейтрализация;
г) жидкофазное окисление;
д) флотация
е) концентрирование.

6. Механический способ очистки сточных вод:
а) фильтрование;
б) адсорбция;
в) нейтрализация;
г) жидкофазное окисление;
д) флотация
е) концентрирование.

7. Термические способы очистки сточных вод:
а) фильтрование;
б) адсорбция;
в) нейтрализация;
г) жидкофазное окисление;
д) флотация
е) концентрирование.

8. Химический способ очистки сточных вод:
а) фильтрование;
б) адсорбция;
в) нейтрализация;
г) жидкофазное окисление;
д) флотация
е) концентрирование.

9. Высокотемпературное разложение отходов без доступа воздуха – это
1) флокуляция;
2) рекуперация;
3) коагуляция;
4) пиролиз.

10. Переработка металлического лома называется
1) пиролизом;
2) рекуперацией;
3) дампингом;
4) коагуляцией.

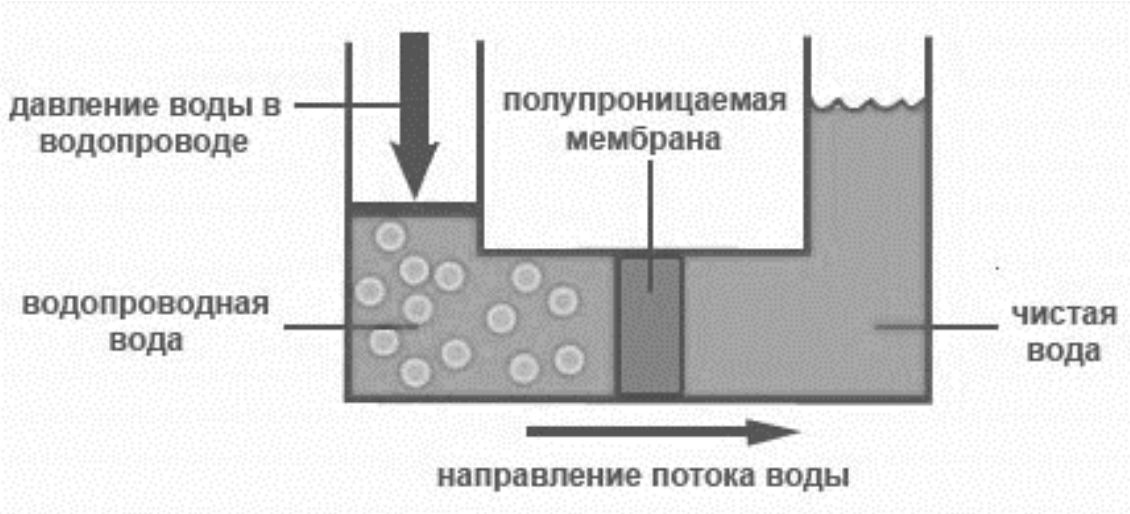
11. Озонирование воды является_____методом.
1) флотационным;
2) сорбционным;
3) окислительно-восстановительным;
4) ионообменным.

12. Как повторно используются материалы после выхода из строя, аргументируйте свой выбор:
1) рециркуляция;
2) утилизация;

3) рекуперация;
4) рекультивация.
Ответ:_____

13. Обезвреживание отходов от вредных примесей на специализированных установках – это
1) рекуперация;
2) детоксикация;
3) утилизация;
4) пиролиз.

14. Укажите метод очистки воды, представленный на схеме:



1) флотация;
2) коагуляция;
3) обратный осмос;
4) сорбция.

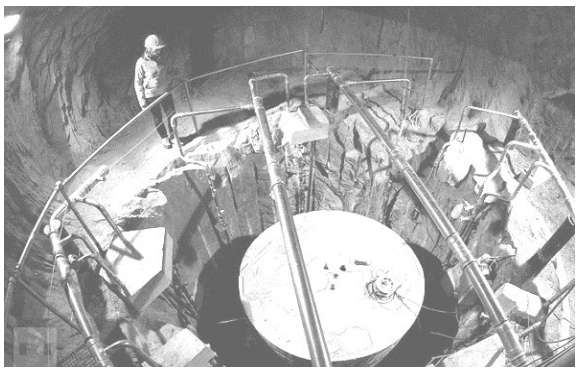
15. Назовите представленные способы утилизации твёрдых отходов потребления и производства.



1



2

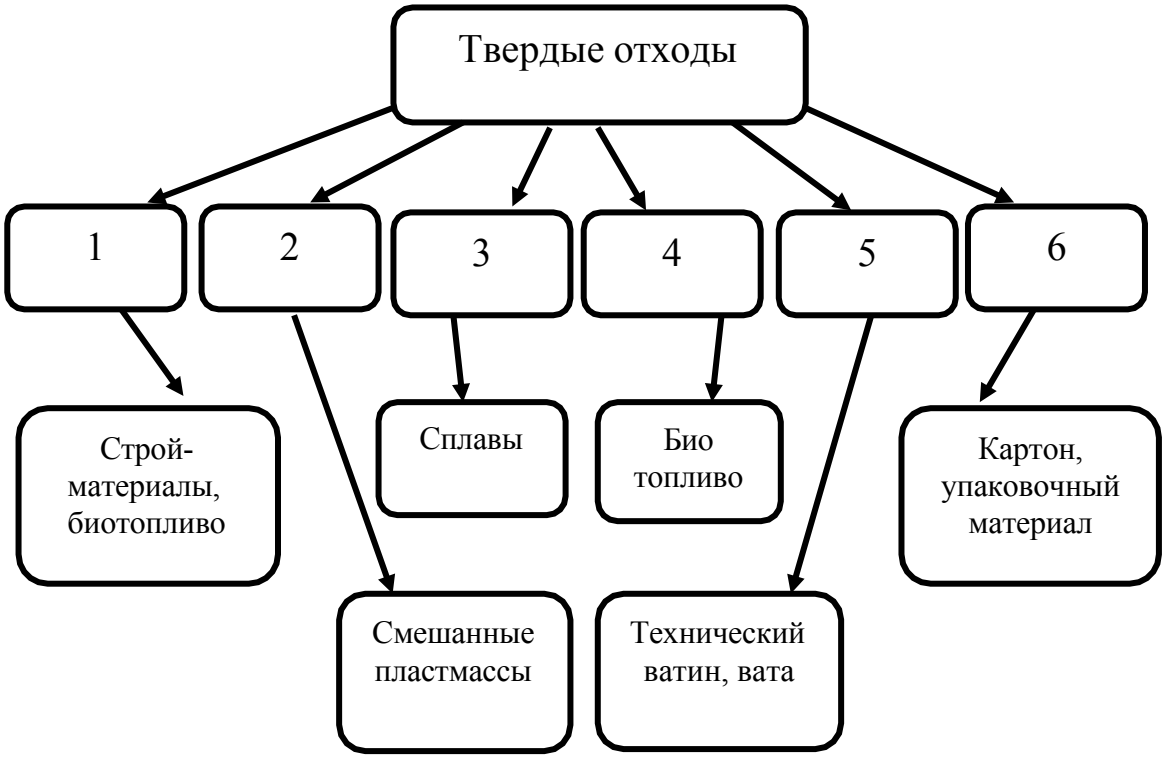


3



4

16. Напишите виды твёрдых отходов, указанных под цифрами 1, 2, .., 6, которым соответствует получаемая из них продукция при вторичной переработке.



17. Соотнесите метод очистки сточных вод с группой, в которую он входит:

Группа методов очистки сточных вод	Метод очистки сточных вод
1 механический	А коагуляция
2 физико-химический	Б фильтрование
4 термический	В нейтрализация
5 химический	Г сжигание

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

2 Выполнение практических работ.

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к проведению практических работ.

3 Выполнение контрольной работы

Тема контрольной работы: Сжигание топлива в котельных. При расчетах загрязнения атмосферы котельными необходимо знать общие объемы продуктов сгорания топлива. Рекомендуется рассчитывать валовое и максимальное разовое выделение. Расчет выбросов проводится: – по твердым частицам; – оксиду серы; – оксиду углерода; – оксиду ванадия; – оксиду азота; – продуктам сгорания и воздуха (теоретический объем воздуха, необходимый для горения, теоретический объем продуктов сгорания).

В контрольной работе необходимо найти:

• требуемое количество воздуха;

• объем отходящих дымовых газов;

• валовый и максимальный разовый выбросы всех загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу.

Исходные данные по вариантам:

Вариант	Технические характеристики котла										
	Вид топлива	B, г/с	Тух, °С	ζ ух	q ун, %	qмех, %	q хим, %	αун	ηоч	η`SOx	η``SOx
1.	Экибастузский уголь	850	150	1,75	1	0,8	5	0,85	0,8	0,02	0
2.	Донецкий уголь	500	180	1,5	0,9	0,7	3	0,9	0,85	0,05	0,1
3.	Бурый уголь	300	200	1,2	1,2	0,5	4	0,95	0,9	0,5	0,2
4.	Торф	460	150	1,9	1,5	1	2	0,85	0,85	0,15	0,15
5.	Экибастузский уголь	870	170	1,75	1	0,8	5	0,75	0,8	0,02	0
6.	Донецкий уголь	550	200	1,5	0,9	0,7	3	0,80	0,85	0,05	0,1
7.	Бурый уголь	360	180	1,2	1,2	0,5	4	0,75	0,9	0,5	0,2
8.	Торф	480	180	1,9	1,5	1	2	0,65	0,85	0,15	0,15
9.	Экибастузский уголь	890	190	1,75	1	0,8	5	0,8	0,8	0,02	0
10.	Донецкий уголь	450	280	1,5	0,9	0,7	3	0,95	0,85	0,05	0,1
11.	Бурый уголь	320	150	1,2	1,2	0,5	4	0,9	0,9	0,5	0,2
12.	Торф	420	170	1,9	1,5	1	2	0,75	0,85	0,15	0,15
13.	Экибастузский уголь	860	180	1,75	1	0,8	5	0,75	0,8	0,02	0
14.	Донецкий уголь	540	260	1,5	0,9	0,7	3	0,85	0,85	0,05	0,1
15.	Бурый уголь	350	170	1,2	1,2	0,5	4	0,95	0,9	0,5	0,2

16.	Торф	400	190	1,9	1,5	1	2	0,75	0,85	0,15	0,15
17.	Экибастузский уголь	800	165	1,75	1	0,8	5	0,65	0,8	0,02	0
18.	Донецкий уголь	570	190	1,5	0,9	0,7	3	0,8	0,85	0,05	0,1
19.	Бурый уголь	340	190	1,2	1,2	0,5	4	0,75	0,9	0,5	0,2
20.	Торф	440	160	1,9	1,5	1	2	0,95	0,85	0,15	0,15

Вариант	Количество одновременно работающих котлов, шт.	Коэффициенты							ψ , кг/т условного топлива
		β_1	β_2	β_3	ε_1	ε_2	г, %	R	
1.	1	1	1	1,4	0,005	0,65	0	1	6,5
2.	3	1	0,85	1,4	0,01	1	0	1	4,4
3.	1	1	0,85	1	1	0,8	0	1	5,3
4.	4	1	1	1	0,009	0,73	0	1	3,5
5.	4	1	1	1,4	0,005	0,65	0	1	6,5
6.	4	1	0,85	1,4	0,01	1	0	1	4,4
7.	3	1	0,85	1	1	0,8	0	1	5,3
8.	2	1	1	1	0,009	0,73	0	1	3,5
9.	2	1	1	1,4	0,005	0,65	0	1	6,5
10.	1	1	0,85	1,4	0,01	1	0	1	4,4
11.	4	1	0,85	1	1	0,8	0	1	5,3
12.	3	1	1	1	0,009	0,73	0	1	3,5
13.	5	1	1	1,4	0,005	0,65	0	1	6,5
14.	5	1	0,85	1,4	0,01	1	0	1	4,4
15.	5	1	0,85	1	1	0,8	0	1	5,3
16.	1	1	1	1	0,009	0,73	0	1	3,5
17.	3	1	1	1,4	0,005	0,65	0	1	6,5
18.	2	1	0,85	1,4	0,01	1	0	1	4,4
19.	2	1	0,85	1	1	0,8	0	1	5,3
20.	5	1	1	1	0,009	0,73	0	1	3,5

Вопросы для защиты контрольной работы

- Объясните понятие – источник выделения загрязняющих веществ.
- Объясните понятие – источник загрязнения атмосферы.
- Назовите возможные сочетания источников загрязнения атмосферы (выброса) и источников выделения загрязняющих веществ.
- Расчет объема дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу.
- Расчет максимально разового выброса оксида углерода (г/с) .
- Расчет максимально разового выброса оксидов азота (г/с).
- Расчет максимально разового выброса SOx (г/с).
- Расчет максимально разового выброса золы (г/с) .
- Расчет теоретического объемв воздуха, необходимого для горения.
- Расчет теоретического объема продуктов сгорания.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Вынос сернистых соединений и их расчет при сжигании топлива.

2. Сточные воды в энергетике и их образование и классификация.
3. Классификация методов очистки выбросов в атмосферу от пыли, дыма, твердых частиц. Инерционные камеры.
4. Рассеивание вредных выбросов в атмосферу с помощью дымовых труб и метод их расчета.
5. Методы санитарной очистки от NO_x и их классификация.
6. Классификация методов очистки выбросов в атмосферу от тумана и брызг.
7. Каталитические методы очистки выбросов.
8. Классификация методов очистки газообразных и парообразных выбросов в атмосферу.
9. Химические методы очистки сточных вод.
10. Вынос сернистых соединений в энергетике и их расчет.
11. Классификация способов очистки выбросов от оксидов азота.
12. Биохимические методы очистки сточных вод.
13. Основные загрязнители атмосферного воздуха в энергетике.
14. Механизм образования оксидов азота при горении топлива в теплоэнергетических агрегатах.
15. Аппаратурные методы обезвреживания сточных вод.
16. Сравнительная качественная и количественная характеристика различных энергетических объектов по уровню загрязнения окружающей среды.
17. Факторы, влияющие на концентрацию выбросов оксидов азота.
18. Проблемы мокрых методов очистки.
19. Токсичные вещества в отходах энергетического производства.
20. Образование оксидов азота в энергетических агрегатах.
21. Вынос пыли из теплоэнергических агрегатов, состав, свойства и их расчет.
22. Нормирование выбросов. Качественная оценка токсичности.
23. Методы очистки газов от оксида углерода, ПАУ и канцерогенных веществ.
24. Очистка выбросов от NO_x методом селективного каталитического восстановления.
25. Ионообменные методы очистки сточных вод.
26. Реагентные и биохимические способы очистки сточных вод.
27. Классификация токсичных соединений в выбросах энергетического производства и их расчет.
28. Методы очистки газов от SO_2.
29. Влияние выбора параметров дымовых труб на величины приземных концентраций.
30. Технологические способы снижения выбросов NO_x.
31. Вынос оксида углерода и других продуктов неполного сгорания топлива в теплоэнергетических агрегатах и их расчет.
32. Физико-химические и термические способы очистки сточных вод.
33. Образование бенз[а]пирена при сжигании топлива.

34. Способы очистки сточных вод. Механические способы очистки сточных вод.
35. Основные экологические проблемы энергетического производства.
36. Водопотребление в энергетике. Сточные воды энергетических производств.
37. Аппаратурные методы очистки газообразных выбросов в атмосферу.

5 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача **1**. Оценить, во сколько раз изменится массовый выброс оксидов азота котла при снижении его нагрузки с номинальной (100%) до 50 %-ной. Номинальная паропроизводительность котла $D_н$=1000 т/ч. Принять КПД ТЭС постоянным при номинальной и пониженной нагрузках. Топливо – газ.

Задача **2**. Сравнить выбросы в атмосферу частиц золы до реконструкции золоуловителя и после нее. Известно, что расход топлива на предприятии $B_1 := 60$ кг/с. Зольность топлива в расчете на рабочую массу $Ар_1$=35 %.. Степень эффективности золоуловителя до реконструкции $\eta_1 := 0{,}98$, а после нее $\eta_2 := 0{,}995$.

Задача **3**. Два энергопредприятия сжигают сернистый мазут. Расход мазута на первом предприятии $B_1 := 40$ кг/с, а на втором $B_2 := 60$ кг/с. Количество оксидов серы в пересчете на SO_2, выбрасываемых с дымовыми газами энергетического котла в атмосферу, в обоих случаях M_{SO_2}=1800 г/с. На каком предприятии используют мазут с бóльшим содержанием серы, и во сколько раз его сернистость выше?

Задача **4**. Во сколько раз изменится максимальная приземная концентрация, если на предприятии вместо одной дымовой трубы ($z := 1$) установили четыре ($z := 4$). Все остальные условия, влияющие на приземную концентрацию, остались неизменными, а фоно-вые концентрации вредного вещества равны нулю.

Задача **5**. Во сколько раз различаются максимальные приземные концентрации вредных веществ от выбросов предприятий с дымовыми трубами высотами $h_1 := 120$ м и $h_2 := 210$ м . На сколько изменилось расстояние, соответствующее максимальным приземным концентрациям при опасной скорости ветра. Все остальные условия, влияющие на приземную концентрацию, остались неизменными, а фоновые концентрации вредного вещества равны нулю.

Задача **6**. Во сколько раз изменится максимальная приземная концентрация вредного вещества от выбросов от ТЭС зимой по сравнению с летним периодом. Принять зимнюю температуру воздуха $t_з$:= –20 °С, а летнюю $t_л$:= 20 °С , температура уходящих газов $t_{ух}$:= 120 °С . Все остальные условия, влияющие на приземную концентрацию,

для зимы и лета одинаковы, фоновые концентрации вредного вещества равны нулю.

Задача **7**. Имеются два энергопредприятия в Московской области. На первом предприятии выбрасываются только оксиды серы, а на втором – только частицы нетоксичной золы. На каком предприятии нужна более высокая дымовая труба (и во сколько раз выше) при условии равенства массовых выбросов и фоновых концентраций по оксидам серы и золе, объемных расходов и температур дымовых газов и коэффициентов, учитывающих условия выхода дымовых газов из трубы?

Задача **8**. Концентрация оксидов азота в дымовых газах энергопредприятия в пересчете на NO_2 в n_1=4 раза превосходит нормальный удельный выброс по ГОСТ Р 50831-95 при сжигании бурого угля в котле тепловой мощностью более 300 МВт, а концентрация золы в n_2=102 раза выше нормативного значения. Какую эффективность должны иметь мероприятия по снижению выбросов оксидов азота и золы для обеспечения экологического норматива?

Задача **9**. На энергопредприятии установлены два золоуловителя, суммарная степень улавливания золы которых η_c=0,99. Определить степень улавливания второго золоуловителя, если степень улавливания первого η_1=0,8.

Задача **10**. На энергопредприятии установлены три золоуловителя, проскок в первом золоуловителе $p_1 = 0,15$, во втором золоуловителе $p_2 = 0,12,$ а в третьем золоуловителе $p_3 = 0,1.$ Определить суммарную степень улавливания этих трех золоуловителей.

Задача **11**. На энергопредприятии установлены два золоуловителя, степень улавливания первого золоуловителя $\eta_1 = 0,8$, второго золоуловителя $\eta_2 = 0,85$. После года эксплуатации проскок в первом золоуловителе увеличился на 15%, а во втором – на 25%. Определить, как изменится суммарная степень улавливания этих двух золоуловителей после года эксплуатации.

Задача 12. Во сколько раз различаются по значению выбросы в амосферу оксидов серы при работе на мазуте и золовых частиц при работе на буром угле энергоблоков мощностью 300 МВт? Мазут имеет сернистость в расчете на рабочую массу Sp := 2.5%, а зольность угля в расчете на рабочую массу составляет Ap := 25% . Расход мазута B_1 := 75 т/ч, а расход угля B_2 := 220 т/ч. Учесть, что степень эффективности золоуловителя η:= 0.96.

Задача 13. Сравнить допустимые массовые выбросы золы, оксидов серы и азота в атмосферу от энергетического блока мощностью 800 МВт, сжигающего каменный уголь в топках с жидким шлакоудалением (ЖШУ). Приведенное содержание золы Апр < 0.6 %*кг/МДж,а приведенное содержание серы Sпр> 0.045 %*кг/МДж. Удельные

выбросы указанных веществ соответствуют нормативным выбросам по ГОСТ Р 50831—95.

Задача 14. На энергопредприятии сжигается высокосернистый мазут. Известно, что массовый выброс оксидов азота M_{NOx}:=200 г/с, содержание серы в расчете на рабочую массу Sp := 3 %, расход мазута B := 20 кг/с. Мероприятия по борьбе с выбросами оксидов серы не проводятся. Определить суммарный выброс оксидов азота и серы в пересчете на диоксид.

Задача 15. Определить суммарный массовый выброс оксидов азота и серы в пересчете на диоксид серы. На энергопредприятии сжигается мазут. Известно, что объемный расход сухих газов составляет Vс.г := 750 м^3/с, концентрации оксидов серы и азота в дымовых газах соответствует нормативным по ГОСТ Р 50831—95 серы.

Задача 16. Определить фоновую концентрацию оксидов азота (NO_2) в приземном слое атмосферы (в мг/м^3 и ppm), если максимальная приземная концентрация вредного вещества от ТЭС мощностью1600 МВт (два энергоблока по 800 МВт) равна предельно допустимой максимально-разовой концентрации ПДКр. ТЭС расположена в районе Нижнего Поволжья, для которого коэффициент стратификации A1 := 200. Котлы работают на природном газе. Мероприятия по снижению концентраций оксидов азота в дымовых газах не проводятся, а их концентрация в пересчете на NO_2 в k := 4 раза превосходят нормативное значение удельного выброса по ГОСТ Р 50831—95.Объемный расход дымовых газов от одного котла V := 1120 м^3/с при температуре уходящих газов t_{yx} := 120°С. Дымовые газы выбрасываются через одну дымовую трубу (z := 1) высотой h := 250 м. Принять коэффициенты m := 1, n := 1, η := 1. Температура наружного воздуха $t_в$:= 20 °С.

Задача 17. Во сколько раз изменится (увеличится или снизится) необходимая высота дымовой трубы для энергопредприятия, выбрасывающего только оксиды серы, при увеличении фоновой концентрации c_1:= 0.1 мг/м^3 до c_2 := 0.25 мг/м^3 и сохранении всех остальных условий и величин неизменными?

Задача 18. Максимальная концентрация вредного вещества вприземном слое атмосферы в районе энергопредприятия наблюдается на расстоянии x_m := 4000 м от дымовой трубы и составляет с:= 0.3мг/м^3. Оценить высоту дымовой трубы и собственный вклад предприятия в значение этой концентрации, если фоновая концентрация $c_ф$:= 0.1 мг/м^3.

Задача 19. Определить необходимую высоту дымовой трубы для расположенной в Московской области ТЭС мощностью N := 2400 МВт, работающей на природном газе. На ТЭС имеются три энергоблока по 800 МВт. Котлы работают при номинальной нагрузке. Объемный расход газов, проходящих через трубу (z := 1) от одного котла, V_1 := 1120 м^3 /с (при t_{yx} := 120 °С). Мероприятия по снижению выбросов оксидов азота на ТЭС не проводятся. При рас-чете принять,

что при нормальных условиях концентрации оксидов азота в дымовых газах котлов c1 := 650 мг/м3, фоновые концентрации оксидов азота $c_ф$:= 0.14 мг/м^3, а также, что в атмосфере существуют только оксиды азота. Коэффициенты принять m_1 := 1, n_1 := 1и η := 1. Температура окружающего воздуха $t_в$:= 20 °C.

Задача 20. Использовав условия задачи 19, проанализируйте, какова должна быть необходимая высота дымовой трубы: 1) при увеличении температуры дымовых газов до $t_{ух1}$:= 140 °C; 2) при повышении фоновой концентрации до $c_{ф1}$:= 0.16 мг/м3. Во сколько раз изменится необходимая высота дымовой трубы при одновременном изменении обоих факторов?