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

Теплоэнергетическое оборудование промышленных предприятий

20.03.01 «Техносферная безопасность»
(направленность (профиль): «Инженерная защита окружающей среды и природоподобные технологии (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 26-04-2026 18:06:23 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– ознакомление обучающихся с теплоэнергетическим оборудованием и энергоснабжением металлургических предприятий.

Задачами учебной дисциплины являются:

– знакомство со схемами энергосбережения, характеристиками энергоносителей, с конструкциями энергетических утилизационных агрегатов, с выходом и энергетической ценностью вторичных энергоресурсов в различных металлургических цехах.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;

– Физика.

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

– Надзор и контроль в сфере безопасности.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен устанавливать причины и последствия выбросов и сбросов (в том числе аварийных) загрязняющих веществ в окружающую	ПК-1.1 Анализирует причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду	– знать: причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий. – уметь:

	среду, разрабатывать предложения по предупреждению негативных последствий, повышению безопасности технологий и оборудования		анализировать причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий.
		ПК-1.2 Разрабатывает предложения по устранению причин и последствий выбросов и сбросов загрязняющих веществ	– знать: причины и последствий выбросов и сбросов загрязняющих веществ от теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий. – уметь: разрабатывать предложения по устранению причин и последствий выбросов и сбросов загрязняющих веществ от теплоэнергетического оборудования промышленных 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

Семестр / курс		***ИТОГО***	***8 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*

зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*	***14***	*14*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***14***	*14*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*	***36***	*36*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***53***	*53*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***27***	*27*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Топливно-экономический комплекс страны и перспектива его развития;

Раздел 2 Топливно-энергетический баланс, энергопотребление и энергоснабжение в металлургии;

Раздел 3 Производство и распределение энергоносителей на промышленных предприятиях;

Раздел 4 Вторичные энергоресурсы, их эффективное использование и устройства для этой цели;

Раздел 5 Энергоносители и вторичные энергоресурсы основных производств предприятий чёрной металлургии.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Топливно-экономический комплекс страны и перспектива его развития	2	
Раздел 2.	Топливно-энергетический баланс, энергопотребление и энергоснабжение в металлургии	3	
Раздел 3.	Производство и распределение энергоносителей на промышленных предприятиях	3	
Раздел 4.	Вторичные энергоресурсы, их эффективное	3	

	использование и устройства для этой цели		
Раздел 5.	Энергоносители и вторичные энергоресурсы основных производств предприятий чёрной металлургии	3	
Итого:		**14**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчёт предвключенного испарительного пакета	3.5	
Раздел 3.	Расчёт пароперегревателя	3.5	
Раздел 4.	Расчёт испарительных секций. Расчёт водяного экономайзера	3.5	
Раздел 5.	Определение паропризводительности котла и температуры перегрева парач	3.5	
Итого:		**14**	**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**
Раздел 2.	Тепловой расчёт водотрубного котла-утилизатора	36	
Итого:		**36**	**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.	3	
Раздел 2.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию.	14	
Раздел 3.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию.	14	
Раздел 4.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию.	14	
Раздел 5.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию.	8	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**116**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание;

		3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Домашнее задание; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Курсовая работа.	ПК-1	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ПК-1	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 – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»

менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания 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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); домашнее задание; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; 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 домашнего задания

Домашнее задание – 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 домашнего задания

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,	неудовлетворительно

Наименование параметра оценки	Оценка
которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	

12.2.3 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Расчёт водотрубного котла-утилизатора конвективного типа. Расчёт предвключенного испарительного пакета	30	Раздел курсовой работы
Расчёт пароперегревателя. Расчет испарительных секций	60	Раздел курсовой работы
Расчет водяного экономайзера. Определение паропроизводительности котла и температуры перегрева пара	100	Пояснительная записка курсовой работы

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично

Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.4 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 СибГИУ 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

12.2.5 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: курсовая работа; экзамен.

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

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 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,

Оценка	Требования к знаниям
	правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми 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 Кузнецова, И. В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / И. В. Кузнецова, И. И. Гильмутдинов ; под ред. А. Н. Сабирзянова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 125 с. – ISBN 978-5-7882-2125-0. – Текст : электронный. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560673 (дата обращения: 22.04.2026);

2 Шульц, Л. А. Теплоэнергетическое оборудование и энергосбережение : учебное пособие / Л. А. Шульц. – Москва : МИСиС, 2007. – 252 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_266.html (дата обращения: 22.04.2026);

3 Маряхина, В.С. Теплогенерирующие установки : учебное пособие / В. С. Маряхина, Р. Мансуров ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014. – 104 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259259 (дата обращения: 22.04.2026);

4 Сидельковский, Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : учебник для вузов / Л. Н.Сидельковский, В. Н. Юренев. –

3-е изд., перераб. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 527 с. – ISBN 5283000168.

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 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

9 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);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- 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) 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Составитель(и):

доцент Соловьев Александр Кронидович (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Заместитель директора по охране труда промышленной безопасности и экологии – Начальник управления по экологическим проектам ООО «Распадская угольная компания»  Н.Ю. Любогощева

Приложение

1Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Наука, изучающая превращения энергии в процессах, сопровождающихся тепловыми эффектами, называется:
   а) термодинамика
   б) гидростатика
   в) теплопередача
2. Величина, характеризующая степень нагретости тела:
   а) энергия
   б) давление
   в)температура
3. При постоянном удельном объеме протекает процесс:
   а) изобарный
   б) изохорный
   в)изотермический
4. Плотность определяется по формуле:
   а) ρ = m/V
   б) ρ =V/m
   в) ρ = m*V
5. Единицы измерения теплоемкости:
   а) Дж
   б) Дж/К
   в) Дж/кг*К
6. Единицы измерения коэффициента теплопроводности:
   а) Вт/м*К
   б) Вт/м2*К
   в) Вт/м
7. Атмосферное давление измеряется:
   а) манометрами
   б) вакуумметрами
   в) барометрами
8. Фазовый переход от газообразного состояния к жидкому, это:
   а) конденсация
   б) испарение
   в) кипение
9. Удельный объем определяется по формуле:
   а) υ = m / V
   б) υ = V / m
   в) υ = m * V
10. Единицы измерения объемной теплоемкости:
   а) Дж/кг*К
   б) Дж/м3*К

в) Дж/моль*К

11. Избыточное давление измеряется:
    а) манометрами
    б) вакуумметрами
    в) барометрами
12. При нормальных условиях:
    а) Т = 273 К, Р = 760 мм рт. ст.
    б) Т = 237 К, Р = 765 мм рт. ст.
    в) Т = 760 К, Р = 273 мм рт. ст.
13. Фазовый переход из жидкого состояния в газообразное, это:
    а) конденсация
    б) кипение
    в)испарение
14. Температура, равная температуре кипения, называется :
    а) температурой насыщения
    б) критической температурой
    в) абсолютной температурой
15. Смесь сухого пара с капельками жидкости, называется:
    а) влажным насыщенным паром
    б) перегретым водяным паром
    в) насыщенным паром
16. При испарении температура жидкости:
    а) повышается
    б) остается неизменной
    в) понижается
17. Процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частей тела, имеющих различные температуры, называется:
    а) теплопроводность
    б) излучение
    в) конвекция
18. Необходимое условие преобразования тепловой энергии в механическую в тепловых двигателях:
    а) разность температур
    б) разность давления
    в) разность удельного объема
19. Уравнения состояния идеального газа:
    а) PV = mRT
    б) Pm = VRT
    в) PR = mVT
20. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи:
    а) Вт/м*К
    б) Вт/м2*К
    в) Вт/м

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

Раздел 1. Топливно-экономический комплекс страны и перспектива его развития

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какое влияние оказывает накипь на процесс теплообмена?
2. Дайте определение понятия ТЭС.
3. Дайте определение понятию котельной установки.
4. Каким вспомогательным оборудованием снабжают котельные агрегаты?
5. Какие бывают котельные установки?

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 СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите несколько правильных вариантов ответа

1. Какие отрасли входят в состав топливно-энергетического комплекса (ТЭК)?
   а) топливная промышленность;
   б) электроэнергетика;
   в) транспорт энергоносителей (трубопроводы, ЛЭП);
   г) сельское хозяйство;
   д) переработка и распределение энергоресурсов.

2. Какие факторы определяют перспективы развития ТЭК России?
   а) рост мирового спроса на энергоресурсы;
   б) развитие технологий энергосбережения и возобновляемых источников энергии (ВИЭ);
   в) геополитическая ситуация и санкции;
   г) увеличение добычи угля открытым способом;
   д) развитие инфраструктуры для экспорта энергоресурсов.

3. Установите соответствие между видом энергоресурса и его характеристикой

Вид энергоресурса	Характеристика
1.Природный газ	а) самый экологически чистый вид ископаемого топлива, основной

	источник для выработки электроэнергии и отопления
2. Уголь	б) используется в металлургии для производства кокса ,имеет большие запасы в России
3. Нефть	в) основа для производства моторных топлив и сырья химической промышленности
4. Уран	г) используется в атомной энергетике, обеспечивает базовую нагрузку энергосистемы
5. Эненргия ветра	д) возобновляемый источник энергии, перспективен для удаленных районов и энергодефицитных регионов региона

4. Установите последовательность этапов развития ТЭК России
Расположите этапы в хронологическом порядке:

а) бурное развитие нефтяной промышленности в Западной Сибири (1960–1980-е гг.);

б) становление угольной промышленности как основы энергетики (начало XX века);

в) развитие атомной энергетики (1950–1970-е гг.);

г) начало промышленной добычи нефти в Баку (вторая половина XIX века);

д) активное внедрение ВИЭ и модернизация энергосистемы (XXI век).

5. Выберите верные утверждения о перспективах развития ТЭК
Какие из следующих утверждений верны?

а) Россия планирует увеличить долю ВИЭ в энергобалансе до 10 % к 2035 году;

б) основным драйвером развития ТЭК остаётся экспорт энергоресурсов;

в) угольная генерация будет полностью ликвидирована в России к 2040 году;

г) развитие водородной энергетики рассматривается как перспективное направление;

д) цифровизация и умные сети (Smart Grid) повысят эффективность энергосистемы.

6. Установите соответствие между типом электростанции и её особенностью

Тип электростанции	Особенность

1. ТЭС (на угле)	а) высокая маневренность, быстрое включение/выключение, используется для покрытия пиковых нагрузок
2. ГЭС	б) низкая себестоимость электроэнергии, но требуют больших площадей под водохранилища
3. АЭС	в) стабильная базовая генерация, высокий КПД, низкий выброс CO_2
4. ВЭС	г) зависит от погодных условий, низкая себестоимость, развитие в ветреных регионах
5. ПГУ (парогазовые установки)	д) высокая эффективность (до 60%), используется природный газ, экологичнее угольных ТЭС

Раздел 2. Топливно-энергетический баланс, энергопотребление и энергоснабжение в металлургии.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие энергоносители используют металлургические предприятия?
2. Дайте краткую характеристику основным энергоносителям, используемых на металлургическом предприятии.
3. Изобразите и опишите схему паротурбинной установки КЭС.
4. Перечислите ВЭР металлургических предприятий.
5. Опишите конструкцию и принцип работы водотрубного катла-утилизатора конвективного типа.

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 СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

5. **Что такое топливно-энергетический баланс (ТЭБ)?**

а) Соотношение добычи разных видов топлива

б) Соотношение добычи и потребления всех видов энергии и топлива в стране или регионе

в) Объём экспорта энергоресурсов

г) Количество электроэнергии, произведённой за год

6. **Какой вид энергии преобладает в энергоснабжении металлургических предприятий?**

а) Солнечная энергия

б) Электрическая энергия и тепловая энергия от сжигания топлива

в) Энергия ветра

г) Геотермальная энергия

3. **Установите соответствие между процессом и основным видом энергопотребления:**

Процесс	Вид Энергии
1. Доменное производство	А. Электрическая энергия
2. Производство алюминия	Б. Тепловая энергия
3. Прокатное производство	В. Электрическая энергия для нагрева и деформации металла

4. **Какие меры способствуют снижению энергопотребления на металлургическом предприятии?**

а) Внедрение систем рекуперации тепла

б) Увеличение объёмов производства без модернизации

в) Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР)

г) Повышение КПД котлов и печей

д) Отказ от автоматизации процессов

Раздел 3. Производство и распределение энергоносителей на промышленных предприятиях

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Современные энергетические котлы вырабатывают пар давлением:

а) До 20 МПа.

б) Выше 20 МПа.

в) До 18 МПа.

г) Не выше 15 МПа.

2. Температура перегретого пара вырабатываемого современными энергетическими котлами:

а) До 500 °С .

б) Выше 500 °С .

в) До 450 °С .

г) Не выше 450 °С

3. Температура перегретого пара:

а) Должна поддерживаться всегда постоянной.

б) Может изменяться в зависимости от режима работы котлоагрегата.

в) Может изменяться в зависимости от изменения нагрузки котлоагрегата.

4. На тепловых электрических станциях (ТЭС) с газотурбинными установками используют:
а) жидкое топливо.
б) газообразное топливо.
в) жидкое и газообразное топливо.
г) любого вида топлива.
5. Конденсационные электрические станции (КЭС) отпускают внешним потребителям: а) Электрическую и тепловую энергию с паром или горячей водой.
б) Электрическую энергию.
в) Тепловую энергию с паром или горячей водой.
6. Теплоэнергоцентрали (ТЭЦ) отпускают внешним потребителям:
а) Электрическую и тепловую энергию с паром или горячей водой.
б) Электрическую энергию.
в) Тепловую энергию с паром или горячей водой.
7. Конденсационные электрические станции (КЭС) работают при давлении пара (перед турбиной):
а) Более 16 МПа.
б) Более 18 МПа.
в) Более 20 МПа.
г) Более 22 МПа.
8. Теплоэнергоцентрали (ТЭЦ) работают при давлении пара (перед турбиной):
а) До 16 МПа.
б) До 14 МПа.
в) До 10 МПа.
г) Выше 18 МПа
9. Тип паротурбинных тепловых электрических станций (ТЭС) на органическом топливе определяется следующими признаками:
а) Видом отпускаемой энергии и видом используемых топлив.
б) Видом используемых топлив и начальными параметрами пара.
в) Видом отпускаемой энергии, видом используемых топлив и начальными параметрами пара
10. На тепловых электрических станциях (ТЭС) с газотурбинными установками используют:
а) жидкое топливо.
б) газообразное топливо.
в) жидкое и газообразное топливо.
г) любого вида топлива

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 СибГИУ.
Перечень вопросов для тестирования:

1. **Что относится к энергоносителям на промышленном предприятии?**
   а) Только электроэнергия
   б) Только природный газ и уголь
   в) Электроэнергия, тепловая энергия, пар, сжатый воздух, вода под давлением и др.
   г) Только вода и сжатый воздух

2. Какой тип энергоносителя чаще всего используется для отопления и технологических нужд на промышленных предприятиях?
а) Сжатый воздух
б) Пар
в) Холодная вода
г) Азот

3. Какая установка производит пар для технологических нужд и отопления?
а) Компрессор
б) Котельная или парогенератор
в) Трансформаторная подстанция
г) Насосная станция

4. **Установите соответствие между энергоносителем и его основным применением:**

Энергоноситель	Применение
1. Электроэнергия	А. Привод пневмоинструментов
2. Сжатый воздух	Б. Отопление, технологические процессы (варка, сушка и т.д.)
3. Пар	В. Питание электродвигателей, освещение, электроника
4. Горячая вода	Г. Отопление помещений, горячее водоснабжение

5. **Какие меры способствуют снижению потерь энергоносителей при распределении?**
а) Утепление трубопроводов
б) Регулярное обслуживание сетей
в) Увеличение давления в системе сверх нормы
г) Использование энергоэффективного оборудования
д) Отказ от приборов учёта

Раздел 4. Вторичные энергоресурсы, их эффективное использование и устройства для этой цели

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Различают котлы - утилизаторы:

а) Радиационного и конвективного типов.

б) Радиационного и радиационно - конвективного типов.

в) Радиационно - конвективного и конвективного типов.

г) Радиационного, радиационно - конвективного и конвективного типов.

2. Котлы - утилизаторы радиационного и радиационно - конвективного типов приме- няют при температуре уходящих дымовых газов:

а) более 600 °С .

б) более 900 °С .

в) более 1100 °С .

г) более 1250 °С .

3. Котлы - утилизаторы конвективного типа применяют при температуре уходящих дымовых газов:

а) от 400 °С и выше.

б) от 600 °С до 850 °С .

в) от 600 °С до 1000 °С .

г) от 400 °С до 1100 °С

4. Тепло уходящих газов может быть использовано по следующим схемам:

а) Технологической.

б) Энергетической.

в) Технологической и энергетической.

г) Технологической, энергетической и комбинированной.

5. При использовании тепла уходящих газов по технологической схеме:

а) Тепло уходящих газов используется для производства пара и горячей воды.

б) Тепло уходящих газов используется для выработки электроэнергии.

в) Тепло уходящих газов используется для нагрева воздуха или шихтовых материалов.

г) Тепло уходящих газов используется для производства пара, горячей воды и для нагрева воздуха в регенеративных или рекуперативных теплообменниках.

6. При использовании тепла уходящих газов по энергетической схеме:

а) Тепло уходящих газов используется для производства пара и горячей воды.

б) Тепло уходящих газов используется для выработки электроэнергии.

в) Тепло уходящих газов используется для нагрева воздуха или шихтовых материалов. г) Тепло уходящих газов используется для производства пара, горячей воды и для нагрева воздуха в регенеративных или рекуперативных теплообменниках.

д) Тепло уходящих газов используется для производства пара, горячей воды, выработки электроэнергии.

7. Компоновка поверхностей нагрева в конвективных котлах - утилизаторах:

а) горизонтальная или башенная.

б) горизонтальная или П - образная.

в) башенная или П - образная.

г) горизонтальная, башенная, П - образная.

8. Циркуляция пароводяной смеси в конвективных котлах - утилизаторах:

а) Многократно - принудительная.

б) Прямоточная с принудительным движением пароводяной смеси.

в) С естественной циркуляцией.

9. Во избежании коррозии хвостовых поверхностей нагрева дымовые газы за котлом - утилизатором имеют температуры не ниже:

а) 100 °С .

б) 120 °С .

в) 150 °С .

г) 200 °С - 230 °С .

10. Котлы - утилизаторы рассчитаны на получение пара с давлением:

а) От 1,2 МПа до 1,8 МПа.

б) От 1,8 МПа до 3,6 МПа.

в) От 3,5 МПа до 4,5 МПа.

г) От 1,8 МПа до 4,5 МПа.

11. Назначение парового котла?

12. В чем заключается различие в понятиях «паровой котел» и «котельная установка»?

13. Назначение пароперегревателя?

14. Назначение водяного экономайзера?

15. Назначение воздухоподогревателя?

16. Что включает в себя котельный агрегат?

17. Что включает в себя понятие «Пароводяной тракт» котла?

18. Что включает в себя понятие «Газовоздушный тракт» котла?

19. Что включает в себя понятие «Топливный тракт» котла?

20. Что называют поверхностями нагрева котельного агрегата?

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 СибГИУ.
Перечень вопросов для тестирования:

1. **Что такое топливно-энергетический баланс (ТЭБ)?**
   а) Соотношение добычи разных видов топлива
   б) Соотношение добычи и потребления всех видов энергии и топлива в стране или регионе
   в) Объём экспорта энергоресурсов
   г) Количество электроэнергии, произведённой за год
2. **Какой вид энергии преобладает в энергоснабжении металлургических предприятий?**
   а) Солнечная энергия
   б) Электрическая энергия и тепловая энергия от сжигания топлива
   в) Энергия ветра
   г) Геотермальная энергия
3. **Какой металл является наиболее энергоёмким в производстве?**
   а) Медь
   б) Сталь
   в) Алюминий
   г) Цинк
4. **Какой источник энергии чаще всего используется для генерации тепла в доменных печах?**
   а) Природный газ
   б) Коксующийся уголь
   в) Древесные отходы
   г) Торф
5. **Что означает термин «вторичные энергетические ресурсы» (ВЭР) в металлургии?**
   а) Повторное использование отходов производства
   б) Использование энергии, образующейся в процессе металлургического производства (например, доменного газа)
   в) Импортируемая энергия
   г) Энергия, получаемая от возобновляемых источников
   6. **Установите соответствие между процессом и основным видом энергопотребления:**

Процесс	Вид энергии
1. Доменное производство	А. Электрическая энергия (электродуговые печи)
2. Производство алюминия	Б. Тепловая энергия (сжигание кокса, газа)

Процесс	Вид энергии
3. Прокатное производство	В. Электрическая энергия для нагрева и деформации металла

7. **Распределите источники энергии по степени их распространённости в энергоснабжении металлургии (от наиболее к наименее распространённым):**

а) Природный газ

б) Уголь (кокс)

в) Электрическая энергия из внешних сетей

г) Вторичные энергетические ресурсы (доменный, коксовый газ)

д) Возобновляемые источники (солнечная, ветровая)

Раздел 5. Энергоносители и вторичные энергоресурсы основных производств предприятий чёрной металлургии

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие топлива сжигаются в котельных установках?
2. Элементный состав твердых и жидких топлив?
3. Горючие компоненты топлива и его балласт? Что составляет внутренний балласт топлива?
4. Состав газообразного топлива?
5. Как состав топлива влияет на конструкцию и режим работы котла?
6. Классификация бурых и каменных углей?
7. Стадии процесса горения топлива?
8. С какой целью и как производится подготовка топлива к сжиганию до его подачи в топку?
9. Какое значение имеет величина выхода летучих веществ твердого топлива и как она определяется?
10. Какая характеристика определяет деление твердого топлива на низко- и высокореакционное? Как связано сжигание этих топлив с тонкостью их размола в пылесистеме?
11. Каковы условия воспламенения топлив?
12. Какова роль летучих и влажности топлива при сжигании твердого органического топлива?
13. Что из себя представляет процесс горения топлива? Основные стехеометрические реакции горения?
14. Чем отличается от процесса горения взрыв горючих газов?
15. Что такое теплота сгорания топлива?

Устный опрос на практических занятиях

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что понимают под условным топливом и тепловым эквивалентом?

2. Чем определяется количество воздуха необходимого для горения топлива?

3. Что такое коэффициент избытка воздуха?

4. Чем вызвано различие избытков воздуха на выходе из топки для разных видов топлив?

5. Какова роль присосов воздуха в топке и конвективном газоходе котла?

6. Какой состав имеют продукты горения топлива?

7. Чем отличается теоретический и реальный объем продуктов сгорания?

8. Как контролируется избыток воздуха и полнота сгорания топлива?

9. Типы и принцип работы газоанализаторов?

10. На каком принципе действия основана работа переносного газоанализатора ГХП-2?

11. Почему содержание в дымовых газах RO2 или CO2 характеризует избыток воздуха в топке?

12. Как подсчитать избыток воздуха, зная содержание RO2 или O2 в дымовых газах? 13. Чему будет равна концентрация кислорода в дымовых газах, если коэффициент избытка воздуха в топке равен = 1,23.

14. Как изменяется избыток воздуха при движении дымовых газов по газоходам котла? 52. Какие токсичные вещества содержатся в дымовых газах?

15. В чем различие и что общего между золой и шлаком?

16. Какой технической характеристикой определяется склонность топлива к шлакованию или возможность образования жидкого шлака?

17. Тепловой баланс котельного агрегата? Виды тепловых потерь?

18. Способы определения К.П.Д. котельного агрегата?

19. Может ли К.П.Д. котла быть выше 100%?

20. Какие расходы необходимы на собственные нужды котельного агрегата?

21. Чем отличается К.П.Д. брутто и нетто котлоагрегата?

22 Чем обусловлены потери тепла с уходящими газами?

23. Как уменьшить потери тепла с уходящими газами?

24.. Как предупредить потери тепла от химической неполноты сгорания?

25. Как зависит потеря тепла с химическим недожогом от избытка воздуха в топке?

26. Как зависит потеря тепла с химическим недожогом от нагрузки котельного агрегат?

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 СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

2. **Что такое вторичные энергоресурсы (ВЭР)?**
   а) Энергия, получаемая от возобновляемых источников
   б) Энергетический потенциал отходов, побочных и промежуточных продуктов производства, который может быть использован для энергоснабжения
   в) Энергия, закупаемая у сторонних поставщиков
   г) Энергия, вырабатываемая только на АЭС

2. К какой группе ВЭР относится доменный газ?
а) Тепловые ВЭР
б) Горючие (топливные) ВЭР
в) ВЭР избыточного давления
г) Электрические ВЭР

3. Что относится к тепловым ВЭР?
а) Доменный газ
б) Коксовый газ
в) Теплота отходящих газов и отработанного пара
г) Энергия избыточного давления газов

4. Установите соответствие между видом ВЭР и примером:

Вид ВЭР	Пример
1. Горючие ВЭР	А. Теплота охлаждающей воды
2. Тепловые ВЭР	Б. Доменный газ
3. ВЭР избыточного давления	В. Энергия сжатого воздуха перед редукцией

5. Какие устройства используются для утилизации ВЭР?
а) Рекуператоры тепла
б) Котлы-утилизаторы
в) Пиролизные установки
г) Обычные печи без теплообменников
д) Турбодетандеры

6. Распределите этапы внедрения системы использования ВЭР на предприятии по порядку (от первого к последнему):
а) Расчёт экономического эффекта

б) Аудит энергопотребления и выявление источников ВЭР
в) Монтаж утилизационного оборудования
г) Разработка проекта утилизации ВЭР
д) Эксплуатация и мониторинг системы

7.
Установите соответствие между видом ВЭР и его характеристикой:

Вид ВЭР	Характеристика
1. Горючие ВЭР	А. Теплосодержание печных газов, шлака, охлаждающих систем
2. Тепловые ВЭР	Б. Потенциальная энергия газов с избыточным давлением
3. ВЭР избыточного давления	В. Технологические газы, которые могут использоваться как топливо (доменный, конвертерный газы)

3 Выполнение практических работ

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

4 Домашнее задание

1. Расчет водотрубного котла-утилизатора конвективного типа:
–расчет предвключенного испарительного пакета;
– расчет парогенератора;
– расчет исарительных секций;
– расчет водяного экономайзера;
– определение паропроизводительности котла и температуры прегретого пара.

5 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

Тема курсовой работы: «Тепловой расчёт водотрубного котла – утилизатора».

Задание на курсовую работу

Определить паропроизводительность и температуру перегретого пара водотрубного котла-утилизатора конвективного типа. Долю подсасываемого воздуха от количества дымовых газов, поступающих в котёл, принять равной α - 0,05, а величину продувки n = 8 %. Исходные данные для теплового расчёта котла-утилизатора приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Исходные данные для теплового расчета котла-утилизатора

№ п/п	Давление пара в барабане	Расход дымовых газов перед котлом	Температура дымовых газов на входе в котёл
	P,МПа	V_o, м^3/ч	$t_Д^H$,°С
1	1,8	КУ-60	850
2	4,5	КУ-80	650
3	1,8	КУ-100	830
4	4,5	КУ-125	840
5	1,8	КУ-100	780
6	4,5	КУ-60	800
7	1,8	КУ-80	700
8	4,5	КУ-100	750
9	1,8	КУ-125	820
10	4,5	КУ-150	850
11	1,8	КУ-60	750
12	4,5	КУ-80	750
13	1,8	КУ-100	720
14	4,5	КУ-125	770
15	1,8	КУ-100	690
16	4,5	КУ-60	700
17	1,8	КУ-80	800
18	4,5	КУ-00	650
19	1,8	КУ-125	720

20	4,5	КУ-150	820
21	1,8	КУ-60	650
22	4,5	КУ-80	850
23	4,5	КУ-80	840
24	1,8	КУ-60	630

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Давление пара в барабане	Расход дымовых газов перед котлом	Температура дымовых газов на входе в котёл
	Р,МПа	$V_о$, м^3/ч	$t_Д^Н$ °С
25	4,5	КУ-150	840
26	1,8	КУ-125	680
27	4,5	КУ-100	820
28	1,8	КУ-80	630
29	4,5	КУ-60	820
30	1,8	КУ-100	700
31	4,5	КУ-125	800
32	1,8	КУ-100	730
33	4,5	КУ-80	780
34	1,8	КУ-60	720
35	4,5	КУ-150	800
36	1,8	КУ-125	700
37	4,5	КУ-100	850
38	1,8	КУ-80	680
39	4,5	КУ-60	830
40	1,8	КУ-100	760
41	4,5	КУ-125	750
42	1,8	КУ-100	670
43	4,5	КУ-80	720
44	1,8	КУ-60	610

Таблица 2 — Состав дымовых газов перед котлом-утилизатором

п/п	Состав дымовых газов, %				Всего
	$C0_2$	H_20	O_2	N_2	
1	10	9	6,5	74,5	100
2	13	11	5,5	70,5	100
3	10,5	9,5	6,3	73,7	100
4	12,5	11,5	5,9	70,1	100
5	10,2	9,2	6,5	74,1	100
6	13	10,1	4,6	72,3	100
7	10,9	11,2	6,1	71,8	100
8	10,4	9,4	6,3	73,9	100
9	13,9	9,9	5,7	70,5	100
10	11,8	11,2	4,9	72,1	100
11	14,3	9,3	4,4	72	100
12	10,5	11,5	5,9	72,1	100
13	13,1	11,5	6,5	68,9	100
14	11	10,2	5,7	73,1	100
15	12,6	12	5,2	70,2	100
16	10,1	11,9	5,7	72,3	100
17	11,6	10,8	5,1	72,5	100
18	13,3	11,1	6,3	69,3	100
19	12	11,4	4,7	71,9	100
20	13,6	9,1	4,3	73	100
21	13,7	10,3	5,9	70,1	100
22	12,5	11,7	4,2	71,6	100
23	12	10	6	72	100
24	14	12	4,5	69,5	100
25	11,5	10,5	6,1	71,9	100
26	13,5	12	5,7	68,8	100

п/п	Состав дымовых газов, %				Всего
	$C0_2$	H_20	O_2	N_2	
27	10,6	9,6	6,1	73,7	100
28	12,8	9,1	4,8	73,3	100
29	10,7	11,3	6	72	100
30	13,6	10,5	6	69,9	100
31	15	9,5	4,5	71	100
32	10,8	9,8	5,9	73,5	100
33	11,2	10,4	5,5	72,9	100
34	12,4	11,8	5,4	70,4	100
35	10,3	11,7	5,8	72,2	100
36	13,2	11,3	6,4	69,1	100
37	11,4	10,6	5,3	72,7	100
38	14	9,7	5,6	70,7	100
39	12,2	11,6	5,6	70,6	100
40	13,4	10,9	6,2	69,5	100
41	13,8	10,1	5,8	70,3	100
42	13,5	10,7	6,1	69,7	100
43	15,7	9,7	4,6	70	100
44	13,1	11,1	3,6	72,2	100

6 Вопросы к защите курсовой работы

2. Для чего предназначены котлы-утилизаторы?

3. С какими энергетическими параметрами вырабатывается пар в котлах-утилизаторах и где он используется?

4. Какие существуют типы котлов-утилизаторов?

5. В чём состоит основное отличие газотрубных от водотрубных котлов-утилизаторов?

6. Какие существуют компоновки поверхностей нагрева в

котлах-утилизаторах? Указать их преимущества и недостатки.

7. Принести принципиальную схему водотрубного котла-утилизатора П - образной компоновки.

7 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Какое влияние оказывает накипь на процесс теплообмена?
2. Дайте определение понятия ТЭС.
3. Дайте определение понятию котельной установки.
4. Каким вспомогательным оборудованием снабжают котельные агрегаты?
5. Какие бывают котельные установки?
6. Какие энергоносители используют металлургические предприятия?
7. Дайте краткую характеристику основным энергоносителям, используемых на металлургическом предприятии.
8. Изобразите и опишите схему паротурбинной установки КЭС.
9. Перечислите ВЭР металлургических предприятий.
10. Опишите конструкцию и принцип работы водотрубного катла-утилизатора конвективного типа.
11. Какие топлива сжигаются в котельных установках?
12. Элементный состав твердых и жидких топлив?
13. Горючие компоненты топлива и его балласт? Что составляет внутренний балласт топлива?
14. Состав газообразного топлива?
15. Как состав топлива влияет на конструкцию и режим работы котла?
16. Классификация бурых и каменных углей?
17. Стадии процесса горения топлива?
18. С какой целью и как производится подготовка топлива к сжиганию до его подачи в топку?
19. Какое значение имеет величина выхода летучих веществ твердого топлива и как она определяется?
20. Какая характеристика определяет деление твердого топлива на низко- и высокореакционное? Как связано сжигание этих топлив с тонкостью их размола в пылесистеме?
21. Каковы условия воспламенения топлив?
22. Какова роль летучих и влажности топлива при сжигании твердого органического топлива?
23. Что из себя представляет процесс горения топлива? Основные стехеометрические реакции горения?
24. Чем отличается от процесса горения взрыв горючих газов?
25. Что такое теплота сгорания топлива?

26. Что понимают под условным топливом и тепловым эквивалентом?
27. Чем определяется количество воздуха необходимого для горения топлива?
28. Что такое коэффициент избытка воздуха?
29. Чем вызвано различие избытков воздуха на выходе из топки для разных видов топлив?
30. Какова роль присосов воздуха в топке и конвективном газоходе котла?
31. Какой состав имеют продукты горения топлива?
32. Чем отличается теоретический и реальный объем продуктов сгорания?
33. Как контролируется избыток воздуха и полнота сгорания топлива?
34. Типы и принцип работы газоанализаторов?
35. На каком принципе действия основана работа переносного газоанализатора ГХП-2?
36. Почему содержание в дымовых газах RO2 или CO2 характеризует избыток воздуха в топке?
37. Как подсчитать избыток воздуха, зная содержание RO2 или O2 в дымовых газах?
38. Как изменяется избыток воздуха при движении дымовых газов по газоходам котла?
39. В чем различие и что общего между золой и шлаком?
40. Какой технической характеристикой определяется склонность топлива к шлакованию или возможность образования жидкого шлака?
41. Тепловой баланс котельного агрегата? Виды тепловых потерь?
42. Способы определения К.П.Д. котельного агрегата?
43. Может ли К.П.Д. котла быть выше 100%?
44. Какие расходы необходимы на собственные нужды котельного агрегата?
45. Чем отличается К.П.Д. брутто и нетто котлоагрегата?
46. Чем обусловлены потери тепла с уходящими газами?
47. Как уменьшить потери тепла с уходящими газами?
48. Как предупредить потери тепла от химической неполноты сгорания?
49. Как зависит потеря тепла с химическим недожогом от избытка воздуха в топке?
50. Как зависит потеря тепла с химическим недожогом от нагрузки котельного агрегат?
51. Чему будет равна концентрация кислорода в дымовых газах, если коэффициент избытка воздуха в топке равен = 1,23.
52. Какие токсичные вещества содержатся в дымовых газах?

8 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1

Давление пара в паровом котле по манометру равно $P=1,1МПа=1,1*10^6Па$; площадь отверстия, прикрываемого предохранительным клапаном, равна $S=400мм^2=4*10^{-4}м^2$. Определить силу F, с которой пар давит на клапан

Таблица вариантов исходных данных

№	1	2	3	4	5	6	7	8
P, Па	$1,0*10^6$	$1,4*10^6$	$1,1*10^6$	$1,2*10^6$	$1,6*10^6$	$1,3*10^6$	$1,5*10^6$	$1,18*10^6$
S, м²	$4*10^{-4}$	$2*10^{-4}$	$3*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$5*10^{-4}$	$4*10^{-4}$	$3*10^{-4}$	$2*10^{-4}$

Задача 2

Давление в паровом котле равно P при барометрическом давлении B_1 = 725 мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до B_2, а состояние пара в котле останется прежним?

Барометрическое давление приведено к 0°С.

Таблица вариантов исходных данных

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7
P, бар	0,4	0,35	0,25	0,45	0,5	0,55	0,6
B_2, мм. рт. ст.	785	760	755	800	825	740	810