

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Теплоэнергетики»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры теплоэнергетики

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕПЛОТЕХНИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Электрификация и автоматизация горного производства

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Эйзлер Алла Михайловна
Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Самаркина
Екатерина Владимировна
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Храмовских
Виталий Александрович
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Теплотехника и теплоэнергетика горных предприятий» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность рационально и безопасно эксплуатировать электромеханическое оборудование различного функционального назначения при производстве работ по добыче и переработке твердых полезных ископаемых	ПКС-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Осуществляет инженерные расчеты и принимает участие в рациональной эксплуатации систем теплоэнергетики горнодобывающих предприятий	Знать Основные законы термодинамики и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехнологическим установкам Уметь Рассчитывать характеристики режимов работы теплотехнологического оборудования с целью их проектирования, совершенствования и рациональной эксплуатации. Владеть основами расчета процессов переноса теплоты в теплотехнологическом оборудовании; основными методами и средствами проектирования типовых технологических процессов теплоэнергетики.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Теплотехника и теплоэнергетика горных предприятий» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Организация энергетической службы», «Энергетический аудит»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45
--------------------	--

	минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Курсовой проект	Зачет, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	. Тема 1.1.Параметры состояния. Тема 1.2. Смеси газов Тема 1.3.Теплоемкость газов. Энтальпия . Тема 1.4.Первый закон термодинамики	1	2			1, 2	4	2, 3, 3, 4	5	Решение задач
2	Тема 1.5.Основные термодинамическ ие процессы и их исследование. Тема 1.6.Второй закон термодинамики. Тема 1.7.Круговые циклы. Цикл Карно (прямой и обратный)	2	2			3, 4	6	2, 3, 3, 4	5	Решение задач
3	Тема 1.8. Компрессоры. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие. Тема 1.9.Двигатели внутреннего	3	2			5, 6	6	2, 3, 3, 4	6	Решение задач

	сгорания (ДВС). Циклы ДВС.									
4	Тема 1.10. Теплопроводность. Тема 1.11.. Конвективный теплообмен	4	2			7, 8, 9	8	2, 3, 3, 3, 4	6	Решение задач
5	Тема 1.12. Теплообмен излучением. Тема 1.13. Теплопередача. Тема 1.14. Теплообменные аппараты	5	2			10, 11	6	2, 3, 3, 4	5	Решение задач
6	Тема 1.15. Технологическая схема ТЭС	6	2			12	2	1, 2, 3, 4	16	Устный опрос
7	Тема 1.16. Топливо, его виды и характеристики. Горение топлива	7	2					2, 4	3	Устный опрос
8	Тема 1.17. Котлы и котельные установки. Тема 1.18. Тепловой баланс котла	8	2					1, 2, 4	14	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет, Курсовой проект
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	. Тема 1.1. Параметры состояния. Тема 1.2. Смеси газов. Тема 1.3. Теплоемкость газов. Энтальпия. Тема 1.4. Первый закон термодинамики	Основные понятия и определения рабочего тела. Уравнение состояния газа. Идеальный газ и его газовая постоянная. Смеси газов. Способы задания состава смеси, парциальное давление. Сущность закона Дальтона. Теплоемкость газов.. Уравнение Майера. Основное свойство диаграммы PV. Первый закон термодинамики
2	Тема 1.5. Основные термодинамические процессы и их исследование. Тема 1.6. Второй закон термодинамики. Тема 1.7. Круговые циклы. Цикл Карно (прямой и обратный)	Основные процессы идеального газа. Анализ процессов с позиций первого закона термодинамики. Сущность второго закона термодинамики. Энтропия. Круговые процессы или циклы. Цикл Карно. Термический коэффициент прямого цикла Карно. Холодильный коэффициент
3	Тема 1.8. Компрессоры. Одноступенчатое и	Виды компрессоров по принципу действия. Идеальный одноступенчатый поршневой

	многоступенчатое сжатие. Тема 1.9.Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Циклы ДВС.	компрессор, работа компрессора. Многоступенчатое сжатие. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС. Цикл Отто (с подводом теплоты при $V=\text{const}$), Цикл Дизеля (с подводом теплоты при $P=\text{const}$) и цикл Тринклера (со смешанным подводом теплоты).
4	Тема 1.10.Теплопроводность. Тема 1.11.. Конвективный теплообмен	Основной закон теплопроводности- Закон Фурье. Расчетные формулы при стационарной теплопроводности. Факторы, влияющие на процесс теплоотдачи. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции
5	Тема 1.12.Теплообмен излучением. Тема 1.13.Теплопередача. Тема 1.14.Теплообменные аппараты	Законы теплового излучения. Сложный теплообмен и теплопередача. Теплопередача через различные стенки. Типы теплообменных аппаратов Тепловые расчеты теплообменных аппаратов: конструктивные и поверочные
6	Тема 1.15.Технологическая схема ТЭС	Принцип работы ТЭС .Назначение и принцип работы основных элементов схемы
7	Тема 1.16. Топливо, его виды и характеристики. Горение топлива	Классификация топлива. Основные характеристики топлива: влажность, зольность, выход летучих веществ, теплота сгорания топлива. Основы теории горения топлива.
8	Тема 1.17. Котлы и котельные установки. Тема 1.18.Тепловой баланс котла	Принцип работы барабанных и прямоточных котлов. Тепловой баланс котельного агрегата. Основные элементы и принцип работы котельной установки.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Параметры состояния газа. Смеси газов	2
2	Теплоемкость газов. Первый закон термодинамики	2
3	Основные термодинамические процессы	4
4	Круговые процессы. Цикл Карно	2
5	Компрессоры	2
6	Циклы ДВС	4
7	Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах	4
8	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости	2

9	Теплоотдача при свободной конвекции	2
10	Теплопередача через различные стенки	2
11	Тепловой расчет теплообменных аппаратов	4
12	Технологическая схема ТЭС	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	22
2	Подготовка к зачёту	16
3	Подготовка к практическим занятиям	12
4	Проработка разделов теоретического материала	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: : групповая дискуссия, , проектный метод

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

.Ермаков Р.Л., Захарьева Н.Г. Расчет тепловой схемы паровой котельной для выбора основного оборудования: :методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов по очной и заочной форме обучения/ ИРГТУ,2006 – 49 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике : учеб. пособие для неэнергет. специальностей вузов / Г.П. Панкратов, 1986. - 247 с. 2.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Теоретические основы теплотехники [Текст] : метод. указания по выполнению курсовой работы / Иркут. гос. техн. ун-т; сост. Домрачев Б. П. Ч. 2 : Тепломассообмен. Тепловой расчет пароводяных теплообменных аппаратов ТЭС, 2007. – 27 с.
<http://elibrary.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-9671.pdf>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Преподаватель задает вопросы по заданным темам и проводит устный опрос в диалоговом режиме вопрос-ответ.

Тема 1.15. Технологическая схема ТЭС

Пример задания:

1. Назовите основные элементы схемы ТЭС.
2. Какие виды энергии получаете на ТЭС?
3. Каково назначение турбины?
4. Для чего служит конденсатор?
5. Для чего служит деаэратор?
6. Какое устройство создает тягу для выброса дымовых газов?

Тема 1.16. Топливо, его виды и характеристики

Пример задания:

Вопросы для контроля:

1. Что называется топливом?
2. Какие виды топлива существуют?
3. Состав топлива.
4. Что является внутренним и внешним балластом топлива?
5. Что называется теплотой сгорания топлива?
6. Процесс горения топлива.

Тема 1.17. Котлы и котельные установки. Тепловой баланс котла

Пример задания:

1. Классификация котельных агрегатов.
2. Что называется котельной установкой?
3. Для чего служит экономайзер?
4. Что находится в конвективной шахте котла?
5. Что называется тепловым балансом котла?
6. КПД "брутто" и "нетто" котла

Критерии оценивания.

Правильные ответы на поставленные вопросы. Устный опрос показывает насколько студент освоил теоретический материал

6.1.2 семестр 7 | Решение задач

Описание процедуры.

Преподаватель на практических занятиях дает студентам 5-6 задач для самостоятельного решения. Перед решением задач преподаватель задает вопросы по заданной теме с целью готовности студентов к решению задач, намечается ход решения задач. В ходе решения происходит индивидуальное собеседование по решаемым задачам.

Тема 1.1 Параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов

Пример задания: 1. Определить массу углекислого газа в баллоне объемом 50 л. при температуре 27°C. Давление газа, измеренное манометром составляет 1 Мпа, барометрическое давление 750 мм рт.ст..

2. Определить молекулярную массу, газовую постоянную, плотность и удельный объем при нормальных физических условиях, если ее массовый состав следующий: 6,7 % N₂; 6,9 % C₂H₄; 48,7 % CH₄; 4,7 % O₂; 17 % CO; 7,6 % CO₂; H₂ = 8,4 %..

Тема: Конвективный теплообмен

Пример задания: Газ с абсолютным давлением p и средней температурой t_g протекает по горизонтальной трубе. Расход газа m , внутренний диаметр трубы d , длина l , средняя температура стенки трубы t_c . Найти: 1) средний коэффициент теплоотдачи от газа к стенке трубы; 2) тепловой поток; 3) во сколько раз изменится коэффициент теплоотдачи, если скорость газа увеличить в 2,5 раза..

Данные для решения задачи дает преподаватель на занятии

Критерии оценивания.

Усвоение теоретического материала и применение знаний к решению задач. Анализ полученных результатов.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.1	Осуществляет инженерные расчеты характеристик режимов работы теплотехнического оборудования с целью их проектирования, совершенствования и рациональной эксплуатации. Знает основы расчета процессов переноса теплоты в теплотехническом оборудовании	Решение задач, выполнение и защита курсового проекта, устный опрос, зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Перед сдачей зачета студенту необходимо выполнить и защитить курсовой проект, решить все задачи на практических занятиях Самостоятельно изучить теоретическую часть дисциплины с использованием конспекта лекций, учебников, учебных пособий, рекомендованных преподавателем. Зачет проводится в устной форме. Преподаватель задает вопросы в рамках учебного материала и оценивает ответы на вопросы

Пример задания:

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Значимость изучаемых в курсе тепловых процессов и теплового оборудования применяемого в данной отрасли.
2. Термические и калорические параметры состояния рабочего тела.
3. Основные законы и уравнение состояния идеального газа.
4. Взаимный пересчет массовой, мольной и объемной теплоемкостей.
5. Способы задания газовых смесей и формулы пересчета массовых, объемных и мольных долей.
6. Закон Дальтона.

7. Понятие парциального давления и приведенного объема.
8. Как определить молекулярную массу, газовую постоянную и теплоемкость газовой смеси, если она задана массовыми и объемными долями?
9. Как определить парциальное давление через массовые и объемные доли?
10. Объяснить сущность и дать основные формулировки первого закона термодинамики.
11. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через внутреннюю энергию и энтальпию.
12. Характеристика основных составляющих первого закона и расчетные формулы.
13. Физический смысл энтальпии и ее определение.
14. Основные термодинамические процессы изменения состояния газа.
15. Свойства диаграммы $p-v$ и изображение в ней всех термодинамических процессов.
16. Сущность и основные формулировки второго закона термодинамики.
17. Свойства диаграммы $T-s$ и изображение в ней всех термодинамических процессов.
18. Что такое круговой процесс и как оценить эффективность протекания прямых и обратных циклов?
19. Прямой и обратный циклы Карно в диаграмме $p-v$ и $T-s$ и их анализ.
20. Компрессоры. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие
21. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Циклы ДВС
22. Основные способы переноса тепла.
23. Температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры.
24. Закон Фурье и его применение к телам простой геометрической формы.
25. Коэффициент теплопроводности
26. Процесс теплоотдачи. Закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.
27. Основные критерии теплового подобия и их физический смысл.
28. Общий вид критериальных уравнений для свободной и вынужденной конвекции.
29. Тепловой баланс лучистого теплообмена.
30. Законы: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.
31. Что называется теплопередачей? Расчетное уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.
32. Расчетные формулы теплопроводности различных стенок
33. Типы теплообменных аппаратов
34. Основные расчетные уравнения теплообменных аппаратов
35. Классификация топлива
36. Основные характеристики топлива
37. Основные элементы котельного агрегата
38. Технологическая схема ТЭС

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Своевременно выполнил курсовой проект. Решил все задачи на практических занятиях Демонстрирует знание основных законов и понятий теплотехники и теплоэнергетики горных предприятий. Студент способен использовать их в профессиональной деятельности	Студент не выполнил курсовой проект. Не решил задачи на практических занятиях. Не демонстрирует знание основных законов и понятий теплотехники и теплоэнергетики горных предприятий

6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Преподаватель дает каждому студенту варианты исходных данных для выполнения расчета тепловой схемы с пояснением каждого пункта расчета. Защита курсового проекта проходит в форме устного изложения и последующего собеседования по вопросам

Пример задания:

Тема: Расчет тепловой схемы котельной горного предприятия

Исходные данные:

1. Маркировка котла.
2. Расход пара на технологические нужды, т/ч.
3. Расход теплоты на нужды отопления, вентиляции, горячее водоснабжение, МВт.
4. Температура питательной воды, $t^{\circ}\text{C}$
5. Температура сетевой воды, $t^{\circ}\text{C}$

Порядок расчета:

1. Определение расхода воды и пара на подогреватели сетевой воды.
2. Расход редуцированного пара внешним потребителям.
3. Суммарный расход свежего пара внешним потребителям.
4. Расход пара на собственные нужды котельной, на мазутное хозяйство и покрытие потерь в котельной.
5. Расходы химически очищенной воды, сырой воды.
6. Расход пара на подогреватели сырой воды.
7. Действительная паропроизводительность котельной.
8. Определение количества котлов в котельной.
9. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания топлива.
10. Расчет энтальпий воздуха и продуктов сгорания.
11. Тепловой баланс котельного агрегата.

Критерии оценки: правильный расчет по всем пунктам и оформление курсового проекта с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ.

Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Принцип работы тепловой схемы котельной..
2. Из каких основных элементов состоит тепловая схема котельной?
3. Назначение каждого элемента котельной..
4. Какая вода называется химически очищенной, сырой, питательной?
5. В чем состоит расчет объемов воздуха и продуктов сгорания топлива?
6. Как производился расчет энтальпий воздуха и продуктов сгорания топлива?
7. Основные статьи теплового баланса котельного агрегата.
8. Что называется КПД «брутто» и КПД «нетто»?
9. Какая система теплоснабжения называется открытой, а какая закрытой?

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием.

Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ. Расчеты верны, сделаны обоснованные выводы. Графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением всех требований ЕСКД. Изложение обучающегося при защите четкое, последовательное. Во время защиты обучающийся коротко и верно ответил на поставленные вопросы.	Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ. Расчеты верны, сделаны обоснованные выводы. Графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением всех требований ЕСКД.. Во время защиты обучающийся недостаточно точно ответил на поставленные вопросы	Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ, но с замечаниями. Расчеты выполнены с небольшими ошибками. Графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД. Изложение обучающегося при защите сбивчивое и непоследовательное. Во время защиты обучающийся не ответил на треть поставленных вопросов.	Пояснительная записка составлена без учета требований действующего стандарта ИРНИТУ. Расчеты выполнены с существенными ошибками. Графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД. Изложение обучающегося сбивчивое и непоследовательное. Во время защиты обучающийся не ответил на две трети поставленных вопросов.
---	--	---	--

7 Основная учебная литература

1. Захарьева Н. Г. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс] : курс лекций / Н. Г. Захарьева, Р. Л. Ермаков, 2008. - 86.
2. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие для неэнергетических специальностей вузов / В. В. Нащокин, 2009. - 468.
3. Захарьева. Технология централизованного производства электрической и тепловой энергии : курс лекций. Ч. 1 : Системы теплоснабжения, 2012. - 84.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Захарьева Н. Г. Технология централизованного производства электрической и тепловой энергии [Электронный ресурс] : курс лекций для студентов, обучающихся по направлению 140100 "Теплоэнергетика специальности 140101 "Тепловые электрические станции" дневной и заочной форм обучения / Н. Г. Захарьева, Р. Л. Ермаков, 2008. - 84.
2. Общая теплотехника : [учебник для неэнергетических вузов и факультетов / А. П. Баскаков [и др.], 1963. - 392.
3. Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике : учеб. пособие для неэнергет. специальностей вузов / Г.П. Панкратов, 1986. - 247.
4. Захарьева Н. Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети : учебное пособие / Н. Г. Захарьева, Н. Е. Буйнов, 2016. - 165.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.) 2. Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
2. Экран SHARPMPION 206*274
3. Монитор Samsung SyncMaster 710
4. экран 213*280 моториз Projecta