

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.30.Термодинамика

на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 21.05.04 – Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Специализация – Обогащение полезных ископаемых (для набора 2018)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

ознакомление студентов с основными законами и следствиями термодинамики, основными методами изучения равновесных и неравновесных процессов, применением данных методов к решению задач, связанных с тепло - и массопереносом в горных выработках и массивах горных пород, а также знакомство с энергетическими и экологическими проблемами использования и производства теплоты в горном деле.

Задачи изучения дисциплины:

изучение основ преобразования энергии, законов термодинамики и теплопередачи, термодинамических процессов и циклов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, применяемых в отрасли; формирование умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли; формирование навыков расчета и анализа эффективности термодинамических процессов горного производства, навыков расчёта процессов конвективного тепло- и массопереноса, выбора тепловой защиты и организации систем охлаждения, проведения теплотехнических измерений.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для успешного освоения дисциплины «Термодинамика» студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам «Физика», «Химия», «Физическая химия» и «Математика»_ в объеме программы ВУЗа. Дисциплина «Термодинамика» относится к базовым дисциплинам профессионального цикла ООП и является основой для успешного освоения дисциплины «Моделирование процессов обогащения». Дисциплина изучается на _пятом_ курсе в _девятом_ семестре.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	
	9 семестр	Всего часов
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	54	54
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	36	36
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54

Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	9 семестр		
Общая трудоемкость			108
Аудиторные занятия, в т.ч.	12		12
лекционные (ЛК)	6		6
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	6		6
лабораторные (ЛР)	0		0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	96		96
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет		0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-4	готовность с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр
ОПК-5	готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов

ОПК-9	владение методами анализа, знание закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессе добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений
-------	--

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	<p>Пороговый:</p> <p>Имеет общее представление о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, законы термодинамики, термодинамика потока; 2) термодинамические процессы и основы их анализа, а также элементы химической термодинамики; 3) основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах и способы управления параметрами теплообмена.
	<p>Стандартный:</p> <p>Понимает необходимость профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и готовности к постоянному саморазвитию в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, законы термодинамики, термодинамика потока; 2) термодинамические процессы и основы их анализа, а также элементы химической термодинамики; 3) основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах и способы управления параметрами теплообмена.
	<p>Эталонный:</p> <p>Имеет глубокие знания о необходимости профессионального развития, расширения кругозора, обновления знаний и постоянному саморазвитию в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, законы термодинамики, термодинамика потока; 2) термодинамические процессы и основы их анализа, а также элементы химической термодинамики; 3) основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах и способы управления параметрами теплообмена.

Уметь	<p>Пороговый:</p> <p>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство в группе исполнителей в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; 2) рассчитывать показатели параметров теплообмена; 3) анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном деле.
	<p>Стандартный:</p> <p>Умеет развивать свою квалификацию и мастерство при консультационной поддержке в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; 2) рассчитывать показатели параметров теплообмена; 3) анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном деле.
	<p>Эталонный:</p> <p>Умеет самостоятельно развивать свою квалификацию и мастерство в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; 2) рассчитывать показатели параметров теплообмена; 3) анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном деле.
Владеть	<p>Пороговый:</p> <p>Владеет навыками саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) решение задач по рациональному освоению георесурсного потенциала недр посредством применения термодинамики; 2) методами анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивностью обмена энергией в них; 3) методы управления свойств горных пород с помощью изменения интенсивности обмена энергией в них.
	<p>Стандартный:</p> <p>Владеет навыками постоянного саморазвития и самосовершенствования в следующих сферах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) решение задач по рациональному освоению георесурсного потенциала недр посредством применения термодинамики; 2) методами анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивностью обмена энергией в них; 3) методы управления свойств горных пород с помощью изменения интенсивности обмена энергией в них.

Эталонный:

Владеет навыками саморазвития и умело их использует для повышения профессионального роста в следующих сферах:

- 1) решение задач по рациональному освоению георесурсного потенциала недр посредством применения термодинамики;
- 2) методами анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивностью обмена энергией в них;
- 3) методы управления свойств горных пород с помощью изменения интенсивности обмена энергией в них.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Основные параметры состояния термодинамических систем.	25	6	6	0	13
2	2	Анализ термодинамических процессов.	27	4	10	0	13
3	3	Основные закономерности теплообмена при стационарном и нестационарном режимах.	29	4	12	0	13
4	4	Тепломассообменные устройства. Расчет показателей и параметров теплообмена при переносе.	27	4	8	0	15
Итого			108	18	36	0	54

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Основные параметры состояния термодинамических систем.	27	1	2	0	24
2	2	Анализ термодинамических процессов.	25	1	0	0	24
3	3	Основные закономерности теплообмена при стационарном и нестационарном режимах.	28	2	2	0	24
4	4	Тепломассообменные устройства. Расчет показателей и параметров теплообмена при переносе.	28	2	2	0	24
Итого			108	6	6	0	96

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	<p>Основные понятия термодинамики. Предмет и задачи дисциплины. Этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Связь теплотехники со смежными дисциплинами. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения.</p> <p>Основные определения термодинамики. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная и ее физический смысл. Теплоёмкость рабочего тела. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость.</p> <p>Первый закон термодинамики и его применение для анализа политропных процессов. Энергетические характеристики термодинамических систем: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Понятие функции процесса и функции состояния. Уравнение первого закона термодинамики. Энергетические характеристики политропных процессов. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.</p>
2	2	<p>Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ теплотехнических устройств. Циклы прямые и обратные. Термический к.п.д, холодильный и отопительный коэффициенты. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки (Клаузиуса, Томсона, Больцмана, Стерлинга). Цикл Карно, интеграл Клаузиуса. Энтропия - параметр состояния, ее физический смысл, изменение в процессах. Изменение энтропии в термодинамических процессах. Термодинамический анализ одно- и многоступенчатого компрессора. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.</p> <p>Термодинамика газовых потоков. Фазовые переходы в термодинамических системах. Основные уравнения термодинамики газового потока. Располагаемая работа потока. Адиабатное истечение, критическая скорость и максимальный расход идеального газа. Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества. Фазовые термодинамические диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p>

3	3	<p>Механизмы передачи теплоты, теплопроводность. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме.</p> <p>Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах -и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.</p>
4	4	<p>Теплообмен излучением. Тепломассообменные устройства. Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и традиционные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от теплового излучения. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса.</p> <p>Тепломассообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные, особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов.</p> <p>Энергетические ресурсы, энергосбережение. Теплогенерирующие устройства. Первичные и вторичные энергетические ресурсы, перспективы их использования. Основные направления экономии энергоресурсов. Общие характеристики твердого и жидкого топлива, основные положения теории горения, определение энтальпии продуктов сгорания. Первичные теплогенераторы: химические, ядерные, солнечные. Вторичные теплогенераторы: лазерные, электрические, механические. Применение теплоты в отрасли.</p>

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
--------	---------------	-------------------------------

1	1	Основные понятия термодинамики. Предмет и задачи дисциплины. Связь теплотехники со смежными дисциплинами. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения.
2	2	Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ теплотехнических устройств. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки. Цикл Карно, интеграл Клаузиуса. Изменение энтропии в термодинамических процессах. Термодинамический анализ одно- и многоступенчатого компрессора.
3	3	Механизмы передачи теплоты, теплопроводность. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме.
4	4	Энергетические ресурсы, энергосбережение. Теплогенерирующие устройства. Общие характеристики твёрдого и жидкого топлива, основные положения теории горения, определение энтальпии продуктов сгорания. Первичные и вторичные теплогенераторы. Применение теплоты в отрасли.

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	<p>Определение основных термодинамических параметров рабочих тел. Применение первого закона термодинамики к термодинамическим процессам.</p> <p>Расчет термодинамических процессов идеального газа. Для заданных физических свойств газа, его давлению и температуре рассчитываются все основные параметры процесса, включая графическое изображение процесса в p-u, T-s диаграммах.</p> <p>Расчет основных термодинамических процессов в реальных газах. Для заданных физических свойств газа, его давлению и температуре рассчитываются все основные параметры процесса, включая графическое изображение процесса в p-u, T-s диаграммах.</p>

2	2	<p>Применение второго закона термодинамики к термодинамическим процессам и циклам.</p> <p>Определение теплоты парообразования воды. Экспериментальное определение теплоты парообразования воды при атмосферном давлении, сравнение полученного значения с табличными данными и изображение протекающих в опыте термодинамических процессов в T-s диаграмме.</p> <p>Определение изобарной теплоемкости воздуха. Экспериментальное определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом проточного калориметра и сравнение полученного значения с табличными данными.</p> <p>Определение показателя адиабаты. Экспериментальное определение показателя адиабаты для воздуха, сравнение полученного значения с теоретическим и изображение протекающих в опыте термодинамических процессов в p-u, T-s диаграммах.</p> <p>Расчет процессов теплопередачи через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки при стационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).</p>
---	---	---

3	3	<p>Расчет паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина. По заданным значениям давления и температуры пара перед турбиной, давления пара в конденсаторе с помощью h-s диаграммы рассчитывается КПД паротурбинной установки в циклах Ренкина и Карно.</p> <p>Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов и коэффициента теплопередачи. На опытной установке определяется коэффициент теплопроводности тепловой изоляции металлической трубы и рассчитывается коэффициент теплопередачи от горячего воздуха, находящегося внутри трубы, к окружающему воздуху.</p> <p>Расчет теплоотдачи при свободном движении жидкости. Рассчитываются коэффициент теплоотдачи и тепловой поток от неизолированного трубопровода к окружающему воздуху. Размеры и расположение трубопровода, температура его стенки и температура воздуха задаются.</p> <p>Исследование теплоотдачи при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве. Экспериментальное исследование интенсивности теплоотдачи при свободном движении (естественной конвекции) воздуха около нагреваемых горизонтальных труб. Сравнение полученных данных с расчетными.</p> <p>Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб. Экспериментальное исследование влияния скорости воздуха, поперечно обтекающего пучок труб, на интенсивность теплоотдачи. Сравнение полученных данных с расчетными по критериальному уравнению.</p> <p>Исследование теплообмена при движении жидкости внутри труб и каналов. Экспериментальное исследование интенсивности теплоотдачи и теплопередачи от скорости движения теплоносителя (воды) вИсследование теплообмена при движении жидкости внутри труб и каналов. Экспериментальное исследование интенсивности теплоотдачи и теплопередачи от скорости движения теплоносителя (воды) в теплообменнике типа «труба в трубе». Сравнение полученных данных с расчетными по критериальному уравнению.</p>
---	---	--

4	4	<p>Расчет теплообменного аппарата. Выполнение конструктивного расчета кожухотрубного теплообменного аппарата, в котором происходит нагрев воды горячими дымовыми газами. По заданной тепловой мощности определяются расходы теплоносителей, коэффициент теплопередачи и площадь поверхности теплообмена.</p> <p>Теплопередача в водо-водяном теплообменнике. Экспериментально определяются тепловая мощность и значения коэффициентов теплопередачи в водоводяном теплообменнике типа «труба в трубе» при прямоточной и противоточной схемам движения теплоносителей.</p> <p>Расчет КПД котельного агрегата. По заданным виду топлива и паропроизводительности котельного агрегата рассчитываются теплота сгорания топлива, объемы и энтальпия продуктов сгорания, потери теплоты с уходящими газами, расход топлива и КПД котла.</p> <p>Расчет производительности производственно-отопительной котельной. По заданным объемам производства предприятия и параметрам теплоносителей определяется требуемая производительность производственно-отопительной котельной и расход топлива, выбираются количество и тип котлоагрегатов.</p>
---	---	--

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Расчет термодинамических процессов идеального газа. Для заданных физических свойств газа, его давлению и температуре рассчитываются все основные параметры процесса, включая графическое изображение процесса в p - v , T - s диаграммах.
3	3	Расчет паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина. По заданным значениям давления и температуры пара перед турбиной, давления пара в конденсаторе с помощью h - s диаграммы рассчитывается КПД паротурбинной установки в циклах Ренкина и Карно.
4	4	Расчет теплообменного аппарата. Выполнение конструктивного расчета кожухотрубного теплообменного аппарата, в котором происходит нагрев воды горячими дымовыми газами. По заданной тепловой мощности определяются расходы теплоносителей, коэффициент теплопередачи и площадь поверхности теплообмена.

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач. Тестирование.
		Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач. Тестирование.
2	2	Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач.
		Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества. Фазовые термодинамические диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач.
3	3	Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач
		Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном, движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач
4	4	Холодильные установки. Потребители холода в отрасли. Физические принципы получения низких температур. Холодильные агенты и их свойства. Схема и цикл парокомпрессионной холодильной установки. Изображение цикла в T-s диаграмме. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность установки.	Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач. Презентация и доклад.

		<p>Применение теплоты в отрасли. Характеристики потребителей тепловой энергии на предприятиях отрасли. Факторы, влияющие на теплотребление. Повышение эффективности использования теплоты на предприятиях отрасли.</p>	<p>Подготовка к собеседованию. Решение расчетных задач. Презентация и доклад.</p>
--	--	--	---

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	<p>Основные понятия термодинамики. Предмет и задачи дисциплины. Этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Связь теплотехники со смежными дисциплинами. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения.</p>	<p>Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование. Решение расчетных задач.</p>
		<p>Первый закон термодинамики и его применение для анализа политропных процессов. Энергетические характеристики термодинамических систем: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Понятие функции процесса и функции состояния. Уравнение первого закона термодинамики. Энергетические характеристики политропных процессов. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Применение первого закона термодинамики к термодинамическим процессам.</p>	<p>Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование. Решение расчетных задач.</p>
2	2	<p>Термодинамика газовых потоков. Фазовые переходы в термодинамических системах. Основные уравнения термодинамики газового потока. Располагаемая работа потока. Адиабатное истечение, критическая скорость и максимальный расход идеального газа. Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества. Фазовые термодинамические диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p>	<p>Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование. Решение расчетных задач.</p>

3	3	Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах -и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.	Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование. Решение расчетных задач.
4	4	Теплообмен излучением. Тепломассообменные устройства. Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и традиционные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от теплового излучения. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Тепломассообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные, особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов.	Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование. Решение расчетных задач.
		Энергетические ресурсы, энергосбережение. Теплогенерирующие устройства. Первичные и вторичные энергетические ресурсы, перспективы их использования. Основные направления экономии энергоресурсов.	Работа с учебной литературой и электронными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Конспектирование.

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1-2	1,2	ЛК	Учебные дискуссии	8
1-4	1-4	ПЗ	Технологии развития критического мышления	12
1-4	1-4	СРС	Работа с электронными образовательными ресурсами	20
3-4	3,4	ЛК	Учебные дискуссии Технологии развития критического мышления	8

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Кириллин, Владимир Алексеевич. Техническая термодинамика : учебник / Кириллин Владимир Алексеевич, Сычев Вячеслав Владимирович, Шейндлин Александр Ефимович. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. - 496 с. : ил. - ISBN 978-5-383-00263-6 : 1013-00.
2. Теплотехника : учебник / под ред. В.Н. Луканина. - 5-е изд., стер... - Москва : Высш.шк., 2006. - 671с. : ил. - ISBN 5-06-003958-7 : 511-00.
3. Гончаров, Степан Алексеевич. Термодинамика : учебник / Гончаров Степан Алексеевич. - 2-е изд., стер. - Москва : МГГУ, 2002. - 440 с. - ISBN 5-7418-0010-6 : 820-00.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Дмитриев, А.П. Разрушение горных пород / А. П. Дмитриев; Дмитриев А.П. - Moscow : Горная книга, 2006. - . - Разрушение горных пород [Электронный ресурс] / Дмитриев А.П. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - ISBN 5-7418-0319-9.
2. Белов, Глеб Витальевич. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : Учебник и практикум / Белов Глеб Витальевич; Белов Г.В. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 264. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-02731-0. - ISBN 978-5-534-02732-7 : 104.01.
3. Белов, Глеб Витальевич. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : Учебник и практикум / Белов Глеб Витальевич; Белов Г.В. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 248. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-02732-7. - ISBN 978-5-534-02733-4 : 99.10.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Ляшков, Василий Игнатьевич. Теоретические основы теплотехники : учеб. пособие / Ляшков Василий Игнатьевич. - Москва : Высшая школа, 2008. - 317 с. - ISBN 978-5-06-005729-4 : 420-75.
2. Аренс, Виктор Жанович. Физико-химическая геотехнология : учеб. пособие / Аренс Виктор Жанович. - Москва : МГГУ, 2001. - 656с. - (Высшее горное образование). - ISBN 5-7418-0003-3 : 270-00.
3. Щербань, А.Н. Руководство по регулированию теплового режима шахт / А. Н. Щербань, О. А. Кремнев, В. Я. Журавленко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Недра, 1977. - 359с. : ил. - 1-58.
4. Термодинамика : контрольные задания и метод. указ. / сост. Р.Б. Закиев. - Чита : ЧитГУ, 2005. - 35с. - 23-30.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Арене, В.Ж. Физико-химическая геотехнология : Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по горному образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Горное дело", "Геология и разведка месторождений полезных ископаемых" (бакалавры и магистры), по всем специальностям подготовки горных инженеров / В. Ж. Арене; Арене В.Ж. - Moscow :

Горная книга, 2001. - . - Физико-химическая геотехнология [Электронный ресурс] / Арене В.Ж. - М. : Горная книга, 2001. - ISBN 5-7418-0003-3.

2. Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача : Учебник / Кудинов Василий Александрович; Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. - 3-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 442. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-00781-7 : 163.80.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

11. Теплотехнический расчет. – Режим доступа: URL: <https://www.isover.ru/calculator2>.

12. Теплотехника: 21 книга – скачать в fb2, txt на андроид или читать онлайн. - – Режим доступа: URL: <http://bookash.pro/ru>.

13. В.И. Ляшков. Теоретические основы теплотехники. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. 260 с. – Режим доступа: URL: <http://www.energyland.info/files/library/425bbbaac7eeac6849aaf03ce5395198.pdf>.

14. Электронная библиотека учебных материалов по химии (ресурсы региональных университетов). – Режим доступа: URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/regions.html>.

15. Химия в сети Internet (сайт химического факультета Воронежского государственного университета). – Режим доступа: URL: <http://www.chem.vsu.ru/content/links.html>.

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская 1, ауд. 09-401 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специальной учебной мебели. Доска классная. Мультимедийный проектор с экраном «View Sonic, PJD 7820 HD» Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

672000, г. Чита, ул. Кастринская, 1, ауд. 09-314. Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы Комплект специальной учебной мебели. Доска аудиторная. Персональный компьютер – 5 шт. Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:

- 1) посещать все лекционные занятия и практические занятия для качественного усвоения знаний по термодинамике;
- 2) все рассматриваемые на лекциях и практических занятиях темы и вопросы обязательно записывать в тетрадь;
- 3) обязательно выполнять все домашние задания, получаемые на лекциях или практических занятиях;
- 4) проявлять активность на интерактивных лекциях и семинарах, а также тщательно готовиться к ним;
- 5) пройденный материал необходимо закреплять обязательным составлением термодинамических расчетов, решением соответствующих разделу дисциплины задач;
- 6) в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам, необходимо обязательно самостоятельно изучать соответствующий материал. При этом необходим серьезный и глубокий критический анализ прочитанной учебной литературы.

Лекционные занятия по дисциплине «Термодинамика» проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом. Подготовка к практическим занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение, при необходимости, отдельных тем ранее изученных дисциплин «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Математика».

Разработчик/группа разработчиков: Дабижа Ольга Николаевна, доцент

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**