



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
«Шахтное и подземное строительство»

  
Макишин В.Н.

« 14 » января 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Отделения горного и нефтегазового дела

  
Шестаков Н.В.

« 15 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теплотехника

**Специальность 21.05.04 Горное дело**

**Специализация: Шахтное и подземное строительство**

**Форма подготовки – очная**

курс  3  семестр  5

лекции  18  час.

практические занятия  18  час.

лабораторные работы  36  час.

в том числе с использованием МАО лек.  6  /пр. /лаб.  14  час.

всего часов аудиторной нагрузки  72  час.

в том числе с использованием МАО  20  час.

самостоятельная работа  36  час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект   -   семестр

зачет  5  семестр

экзамен   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения горного и нефтегазового дела, протокол № 2 от 22 декабря 2020 г.

Директор отделения горного и нефтегазового дела Н.В. Шестаков

Составитель: старший преподаватель отделения энергетики и энергосбережения

Соловьёва Т. А.



**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» предназначена для студентов, обучающихся специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Шахтное и подземное строительство» и относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.23).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (36 часов), практические занятия (18 часов) самостоятельная работа студентов (36 часов). Форма контроля – зачет. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5-м семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Физика».

### Цель дисциплины

– формирование базовых знаний о фундаментальных законах и понятиях термодинамики, теплообмена и теплотехнических устройствах, действие которых связано с получением, преобразованием и использованием тепловой энергии с оценкой их эффективности.

**Задачей** изучения дисциплины является:

- ознакомится с основными законами технической термодинамики и теплообмена;
- разобраться и усвоить основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии;
- научиться оптимизации механизмов энергопревращений в циклах теплоустановок.

Для успешного изучения дисциплины «Теплотехника» у обучающихся должна быть сформирована следующая предварительная компетенция:

– готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7, частично).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-8</b> способность выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных	Знает	Смысл основных законов теплотехники и аналитические выражения. Основные термодинамические параметры, процессы и циклы тепловых двигателей. Законы термодинамики, теплотехники и их приложения.

технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления	Умеет	Применять основные законы к конкретным задачам. Анализировать и обобщать частные задачи в общие законы. Записывать уравнения для термодинамических величин в системе СИ. Объяснять смысл термодинамических величин, понятий, природные и техногенные явления с теплотехнической точки зрения
	Владеет	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов. Навыками использования основных термодинамических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Приемами правильной эксплуатации измерительных приборов, лабораторного оборудования, теплотехнических устройств.

Для формирования вышеуказанной компетенции в рамках дисциплины «Теплотехника» применяются методы активного/ интерактивного обучения: мастер-класс.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**18 часов аудиторных занятий**

### **РАЗДЕЛ I. Техническая термодинамика (10 часов)**

#### ***Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики (2 часа)***

1.1 Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термическое и калометрическое уравнения состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

1.2 Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов .

1.3 Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

#### ***Тема 2. Первый закон термодинамики (1 час)***

Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS диаграммы.

#### ***Тема 3. Второй закон термодинамики (1 час)***

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы.

#### ***Тема 4. Термодинамические процессы (2 часа)***

4.1 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах PV и TS. Основные

термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.

4.2 Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в  $PV$  и  $TS$  координатах. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара,  $PV$ ,  $TS$ ,  $HS$ , диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и  $HS$  - диаграммы.

#### ***Тема 5. Влажный воздух (1 час)***

Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха.  $h-d$  - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

#### ***Тема 6. Термодинамический анализ процессов в компрессорах (1 час)***

Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия. Полная работа затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в  $PV$  и  $TS$  диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Необратимое сжатие. Относительный внутренний КПД компрессора. Расчет потерь энергии и эксергетический КПД компрессора.

#### ***Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (1 час)***

Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в  $PV$  и  $TS$  диаграммах. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС. сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.

**По теме 6 и теме 7 применяется метод интерактивного обучения "Групповое обсуждение" (6 часов)**

Групповое обсуждение вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема связанная с особенностями работы двигателей внутреннего сгорания и компрессорного оборудования. Студенты делятся на две подгруппы и каждой подгруппе выдается учебный материал и определенное время (20-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель устанавливает определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе

группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

**Темы проведения группового обсуждения:**

1. *(Тема 6)* Сравнение эффективности работы двигателя Отто и Дизеля.
2. *(Тема 7)* Сравнение эффективности работы одноступенчатого и многоступенчатого компрессоров.

***Тема 8. Циклы холодильных установок (1 час)***

8.1 Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожетторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.

8.2 Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.

**РАЗДЕЛ II. Теория теплообмена (8 часов)**

***Тема 1. Основные понятия и определения теории теплообмена (1 час)***

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

***Тема 2. Теплопроводность теплообмена (2 час)***

2.1 Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.

2.2 Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.

2.3 Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа.

***Тема 3. Конвективный теплообмен теплообмена (1 час)***

3.1 Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона -Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена:



уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье - Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости (уравнение Фурье - Кирхгофа), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (уравнение Био - Фурье), уравнение закона сохранения, однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами теории пограничного слоя.

3.2 Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.

3.3 Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения. Конвективный теплообмен в каналах. Теплообмен в трубах при течении теплоносителей с переменными теплофизическими свойствами. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения. Теплообмен в каналах некруглого поперечного сечения. Интенсификация теплообмена в каналах. Теплоотдача при поперечном смывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном смывании пучков труб, коридорно- и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.

3.4. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах.

3.5. Теплообмен при изменении агрегатного состояния, теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.

***Тема 4. Теплообмен излучением (2 часа)***

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.

#### ***Тема 5. Теплопередача (1 час)***

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

#### ***Тема 6. Основы расчета теплообменных аппаратов (1 час)***

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета тепло-обменных аппаратов. Применение ЭВМ для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах.

Способы интенсификации теплообмена при однофазном течении газов и жидкости, при кипении и конденсации применительно к высокоэффективным теплообменным аппаратам. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов. Методы оценки эффективности интенсификации теплообмена и оптимизация теплообменных аппаратов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные занятия (36 часов)**

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий,

которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств для достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои знания.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков.

**Вступление** Преподавателем показываются и объясняются основные принципы выполнения лабораторной работы, обработки результатов исследований, расчёта параметров с использованием учебной доски и электронного аналога.

**Основная часть** Преподаватель последовательно выполняет лабораторную работу на установке, показывая на учебной доске и в электронном виде на компьютере ход обработки данных исследований, акцентируя внимание на возможных сложностях, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально по бригадам выполняется лабораторная работа. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет её, проводит обсуждение получившихся результатов.

**Выводы** Проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

**Темы лабораторных работ для проведения мастер-классов (14 часов):**

**Занятие 1. Определение показателя адиабаты воздуха (6 часов)**

**Занятие 2. Уравнение состояния реальных газов (8 часов)**

**Занятие 3. Определение средней массовой изобарной теплоемкости воздуха (6 часов)**

**Занятие 4. Изучение работы теплового насоса (8 часов)**

**Занятие 5. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы (8 часов).**

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 часов)**

На практических занятиях решаются задачи по основным разделам курса. Наибольшее внимание уделяется усвоению законов термодинамики и теплообмена, методам расчета и анализа процессов и циклов энергетических установок.

## Тема 1. Расчет параметров и процессов идеального газа

**Задача 1.** При температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  2 кг углекислоты сжимается изотермически до десятикратного уменьшения объема. Определить конечное давление  $p_2$ , работу сжатия и отводимую теплоту, если начальное давление  $p_1 = 0,1$  МПа. Принять, что газ идеальный.

**Задача 2.** 1 кг воздуха адиабатно расширяется от начального состояния с температурой  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  и давлением  $p_1 = 0,8$  МПа до давления  $p_2 = 0,2$  МПа. Определить параметры газа в конце расширения, работу процесса и изменение внутренней энергии газа.

## Тема 2. Расчет процессов водяного пара

**Задача 3.** Определить параметры влажного водяного пара при давлении 2,0 МПа и степени сухости 0,9.

**Задача 4.** 1 кг водяного пара, начальное состояние которого задано параметрами  $p_1 = 50$  бар ( $5 \cdot 10^3$  кПа),  $t_1 = 400$  °С, расширяется адиабатно до давления  $p_2 = 0,5$  бар (50 кПа).

Определить параметры  $v_1, h_1, s_1, v_2, t_2, h_2$  и работу процесса  $\ell$ .

Построить процесс в  $h,s$ ;  $p,v$ ; и  $T,s$  – диаграммах.

## Тема 3. Циклы паротурбинных установок

**Задача 5.** В цикле паросиловой установки начальные параметры пара:  $p_1 = 8$  МПа и  $t_1 = 550$  °С. Давление в конце процесса расширения 5 кПа. Определить термический КПД установки, работу 1 кг пара и степень сухости в конце расширения.

## Тема 4. Циклы холодильных машин

**Задача 6.** Пар аммиака при температуре  $t_1 = -10$  °С поступает в компрессор, где адиабатно сжимается до давления, при котором его температура  $t_2 = 20$  °С а степень сухости  $x = 1$ . Из компрессора аммиак поступает в конденсатор, где при постоянном давлении обращается в жидкость ( $x=0$ ), после чего в расширительном цилиндре он адиабатно расширяется до температуры  $t_4 = t_1 = -10$  °С. Определить холодильный коэффициент и работу сжатия в компрессоре на 1 кг хладагента.

**Задача 7.** В схеме аммиачной холодильной установки, приведенной в предыдущем примере, расширительный цилиндр заменяется дросселем (редукционным вентилем). В остальном все условия задачи сохраняются. Определить холодильный коэффициент.

## Тема 5. Влажный воздух

**Задача 8.** Для сушки используют воздух при  $t_1=20^\circ\text{C}$  и  $\phi_1=60\%$ . В калорифере его подогревают до  $t_2 = 95^\circ\text{C}$  и направляют в сушилку, откуда он выходит при  $t_3 = 35^\circ\text{C}$ .

Вычислить конечное влагосодержание воздуха, расход воздуха и теплоты на 1 кг испаренной влаги.

## Тема 6. Расчет теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекциях

**Задача 3.9.** Температура поверхности вертикальной стенки высотой  $h = 3$  м равна  $10^\circ\text{C}$ . Температура воздуха в помещении  $20^\circ\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке.

## Тема 7. Теплообменные аппараты

**Задача 10.** Водовоздушный нагреватель выполнен из стальных ( $\lambda = 45$  Вт/(м·К)) труб диаметром  $38 \times 3$  мм. Греющая среда – воздух с температурой на входе  $t'_1 = 350^\circ\text{C}$  и на выходе  $t''_1 = 250^\circ\text{C}$ . Нагреваемая вода имеет расход  $m = 2$  т/ч, начальную температуру  $t'_2 = 30^\circ\text{C}$ , и конечную  $t''_2 = 200^\circ\text{C}$ . Коэффициенты теплоотдачи от воздуха к трубам  $\alpha_1 = 30$  Вт/(м<sup>2</sup>К), от труб к воде  $\alpha_2 = 2000$  Вт/(м<sup>2</sup>К).

Найти площадь поверхности нагрева аппарата, если он выполнен по противоточной схеме. Учесть загрязнение поверхности с одной стороны накипью толщиной 0,5 мм и с другой стороны – слоем масла толщиной 0,1 мм. Нагреватель теряет в окружающую среду 5% теплоты, получаемой с водой. Расчет произвести по формулам плоской стенки.

## III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплотехника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию; критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА «Теплотехника»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	РАЗДЕЛ I. Техническая	ОПК-8	знает	ПР-1	Вопросы 1-36

	термодинамика		умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
2	РАЗДЕЛ II. Теория теплообмена	ОПК-8	знает	ПР-1	Вопросы 37-46
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Рудобашта С. П. Теплотехника. - М.: Колос С, 2010. - 599 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206587-SCN0002.html>
2. Штым А.С. Учебное пособие «Техническая термодинамика» - Изд. Дом ДВФУ, 2010 – 12 2с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:685967&theme=FEFU>

### Дополнительная литература

1. Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С, Техническая термодинамика и теплотехника. – М.: Academia, 2006 – 272 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245374&theme=FEFU>
2. Барилевич В.А., Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие /. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=356818>
3. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 292 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=549343>
4. Д.В. Зеленцов Техническая термодинамика.- Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. - 140 с.  
<https://e.lanbook.com/book/73870#authors>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1 Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва, 2006 <http://k204.ru/books/dzubenko/index.htm> Дзюбенко Б.В. Термодинамика.

2 Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. <http://e.lanbook.com/view/book/5107/>

4. Электронный учебник : МЭИ под ред. Данилова О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [http://inocentr.com/educational\\_materials/energoser%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20Danilov%20O%20L%20.pdf](http://inocentr.com/educational_materials/energoser%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20Danilov%20O%20L%20.pdf)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point и Adobe Reader. Для показа видеофильмов по тематике изучаемой дисциплины используется VLC media player, — бесплатный и свободный кросс-платформенный медиаплеер и медиаплатформа с открытым исходным кодом.

На практических занятиях студенты выполняют расчёты в приложении Microsoft Excel и готовят отчеты по практическим работам с помощью программного приложения Microsoft Word. Для решения ряда практических задач студентами используется сертифицированный набор программ для вычислений свойств воды/водяного пара, газов и смесей газов "WaterSteamPro"<sup>TM</sup>.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, отделения и ведущего преподавателя.

Студенты могут использовать в своей работе профессиональные программы: программный пакет " Zulu", программа "GRTS", программа «СТАРТ», программа Гидросистема.

Для самостоятельного изучения учебных пособий студентами используются приложения: Adobe Reader, WinDjView.

Для графического оформления схем и чертежей студентами используются системы автоматизированного проектирования КОМПАС или AutoCAD.

Для проверки знаний по различным темам и разделам изученных в ходе аудиторных занятий, а также в процессе самостоятельной работы используется система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов MyTestX.

Для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем используется электронная почта, технология и предоставляемые ею услуги по пересылке и получению электронных сообщений, называемых «письма»

или «электронные письма», по распределённой, в том числе глобальной, компьютерной сети, преподавателя и обучающихся.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. Хранилище чертежей. Ресурс со всей необходимой информацией о чертежах (учебные пособия, ГОСТы, СНиПы, справочник статей, практические советы), Электронные учебные пособия по обработке металлов. <http://4ertim.com/>

2. Материалы для проектирования. Материалы по строительству и машиностроению. Нормативная документация, литература по САПР, AutoCAD и по соответствующим темам. <http://dwg.ru/dnl/>

3. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>

4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>

5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

**г) нормативно-правовые материалы:**

Программный комплекс «Консультант Плюс»

Программный комплекс ИС Техэксперт: 6.0.

**Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения индивидуальных заданий, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс Ауд. Е-559 а, Ауд. Е-559 г, 24	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD 2017 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – WaterSteamPro – свойства воды и водяного пара;



	<ul style="list-style-type: none"> <li>– WinDjView 2 – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате DJVU;</li> <li>– КОМПАС-3D V16 x64 трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li> <li>– ПК «Консультант Плюс» - офисный пакет нормативных документов;</li> <li>– ПК «ИС Техэксперт 6.0» - офисный пакет нормативных технических документов;</li> <li>– «BoilerDesigner 9.8.2.0» - пакет прикладных программ для решения задач теплоэнергетики.</li> </ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. *Общие рекомендации:* изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы и разработок, указанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию курса. *Работа с конспектом лекций.* Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Важно проводить дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать его; дополнить записи материалами из других источников, рекомендованных преподавателем; выделить все незнакомые понятия и термины и в дальнейшем поместить их в словарь. Наличие словаря определяет степень готовности студента к зачёту и работает как допуск к заключительному этапу аттестации. Необходимо систематически готовиться к практическим занятиям, изучать рекомендованные к прочтению статьи и другие материалы. Методический материал, обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы студентов на основе систематизированной информации по темам занятий курса.

Практика – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы практика – один из видов лабораторных занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике

практики и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Практика предназначается для углубленного изучения той или иной дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Можно отметить, однако, что при изучении дисциплины в вузе практика является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса. Ведущей дидактической целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умений работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием лабораторных занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы ведения занятия является совместная работа преподавателя и студентов над решением практических задач, а сам поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности. Оценка производится через механизм совместного обсуждения, сопоставления предложенных вариантов ответов с теоретическими и эмпирическими научными знаниями, относящимися к данной предметной области. Это ведет к возрастанию возможностей осуществления самооценки собственных знаний, умений и навыков, выявлению студентами «белых пятен» в системе своих знаний, повышению познавательной активности.

Университет обеспечивает учебно-методическую и материально-техническую базу для организации самостоятельной работы студентов.

Библиотека университета обеспечивает:

- учебный процесс необходимой литературой и информацией (комплектует библиотечный фонд учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебными планами и программами, в том числе на электронных носителях);

- доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

Отделение:

- обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- разрабатывает: учебно-методические комплексы, программы, пособия, материалы по учебным дисциплинам в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами;

- методические рекомендации, пособия по организации самостоятельной работы студентов;

- задания для самостоятельной работы;
- темы рефератов и докладов;
- вопросы к экзаменам и зачетам.

Изучение дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к зачёту те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к зачёту у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать во время промежуточной аттестации для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В ходе обучения по дисциплине «Теплотехника» используются следующие средства:

- а) мультимедийные аудитории оснащенные проектором и динамиками для проведения аудиовизуальных презентаций;
- б) аудитории оснащенные компьютерами для проведения практических занятий.

Для проведения занятий по дисциплине «Энергетические газоздухопроводы», связанных с выполнением заданий по практическим занятиям, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Лаборатория горения L 617, L 619, L 620	Камера высокоскоростная Photron (монохромная) FASTCAM SA-Z Model 480K M4 (моно, 64ГБ), Комплект конвертеров на основе термостойкого композиционного сплава для пористой горелки, Спектрометр автоматизированный ИК Фурье ФТ-801, Шкаф вытяжной для муфельных печей ЛАБ-1600 ШВП, Шкаф вытяжной для работы с кислотами ЛАБ-РРО-ШВК 150.85.240, комплект напоромеров, микроманометров, термометров, регуляторов, преобразователей, контроллеров.
Лаборатория газодинамики и моделирования, ауд. Е 559	Лабораторная установка «Изучение аэродинамики вихревых камер», Аэродинамическая труба, Лабораторная установка "Подъемная сила и гидродинамическое сопротивление (сопротивление потоку)", Микрометр гладкий цифровой ЗУБР ЭКСПЕРТ 34482-75, Термометр контактный ТК-5. 09 без зондов, комплект напоромеров, микроманометров, термометров, регуляторов, преобразователей, контроллеров.
Лаборатория термодинамики и теплообмена, ауд. Е559 б	Лабораторная установка "Уровнение состояния и критическая точка", Лабораторная установка "Эффект Джоуля-Томсона", Лабораторная установка "Измерение скорости звука в воздухе", Микрометр гладкий цифровой ЗУБР ЭКСПЕРТ 34482-75 Компрессор электрический SRL-7.5DMN5 (S/N=QC005894), Термометр контактный ТК-5. 09 без зондов, Стенд-тренажер "Тепловой насос-1", Установка "Изучение индикаторных диаграмм одноступенчатого поршневого компрессора", комплект напоромеров, микроманометров, термометров, регуляторов, преобразователей, контроллеров.
Лаборатория теплоэнергетических измерений и энергоаудита, ауд. Е559а	Лабораторная установка «Изучение работы тяго-дутьевых машин», Газоанализатор Optima 7 с поверкой в комплектации, Микрометр гладкий цифровой ЗУБР ЭКСПЕРТ 34482-75, Термометр контактный ТК-5. 09 без зондов, термометр манометрические ТМ 2030Ст-1, Испытательный стенд, комплект напоромеров, микроманометров, термометров, регуляторов, преобразователей, контроллеров.
Лаборатория водоподготовки, ауд. Е559 в	Калориметр С6000 global standard версия 1/10, Автоматический цифровой измеритель плотности/удельного веса DA-640 , Kyoto Electronics, Весы лабораторные CAS модель CUW-6200 HV, Газоанализатор «Полар», Микрометр гладкий цифровой ЗУБР ЭКСПЕРТ 34482-75, Термометр контактный ТК-5. 09 без зондов, Установка для очистки воды, Гидродинамическая установка "Зевс", Установка УФ-обеззараживания "aguapro"SS316 60PM, Струйный деаэратор СВД-4.Ду50, Установка "Гидрофлоу" С-45, Умягчительная установка, Электродиализный модуль серия МХ,
Компьютерный класс, Ауд. Е 559 г	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Компьютерный класс, Ауд. Е 559 а	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-

	bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Мультимедийная аудитория Е-933, Е-934, Е-433	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Теплотехника

**Специальность 21.05.04 Горное дело**

**Специализация: Шахтное и подземное строительство**

**Форма подготовки – очная**

**Владивосток  
2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 семестр	изучение учебной литературы по разделу I, подготовка к лабораторным работам	40	ПР-1, 1-36
2	5 семестр	изучение учебной литературы по разделу II, подготовка к лабораторным работам	16	ПР-1, 37-46
3	5 семестр	изучение учебника, учебного пособия Подготовка к экзамену	16	экзамен Вопросы 1-46

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задание №1-2. Изучение учебника для вузов [список основной и дополнительной литературы] по теме раздела I «Техническая термодинамика».

Студенты самостоятельно изучают литературу по заданным тематикам. В ходе организации самостоятельного изучения учебной литературы студентами решаются следующие задачи:

- углублять и расширять профессиональные знания студентов;
- сформировать интерес к учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- развивать познавательные способности будущих специалистов.

Задание № 3. Подготовка к экзамену. Студенты самостоятельно готовятся к экзамену по приведенным вопросам (приложение 2)

### Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Задание №1-2. Задания готовятся устно и представляются в виде ответов при проведении собеседования. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №1-2. Выполняется в виде пояснительной записки в объеме приведенном в требованиях к ПР-1 ФОС (приложение 2). Оформление производится согласно "ПРОЦЕДУРА Требования к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ", г.

Владивосток, 2011 год. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля ПР-1 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №3. Выполняется письменно в виде ответов на вопросы при проведении экзамена, форма оформления свободная. Для контроля используются оценочные средства промежуточной аттестации в виде вопросов приведенных в ФОС (приложение 2).

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

#### **Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании**

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением



давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки при ответе (письменный ответ) на зачетные/экзаменационные вопросы**

✓ 100-86 баллов (отлично) - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов (хорошо) - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Теплотехника»  
Специальность 21.05.04 Горное дело  
Специализация: Шахтное и подземное строительство

**Форма подготовки – очная**

**Владивосток**  
**2020**

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине «Теплотехника»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-8</b> способность выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления	Знает	Смысл основных законов термодинамики и аналитические выражения. Основные термодинамические параметры, процессы и циклы тепловых двигателей. Законы термодинамики и их приложения.
	Умеет	Применять основные законы к конкретным задачам. Анализировать и обобщать частные задачи в общие законы. Записывать уравнения для термодинамических величин в системе СИ. Объяснять смысл термодинамических величин, понятий, природные и техногенные явления с термодинамической точки зрения
	Владеет	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов. Навыками использования основных термодинамических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Приемами правильной эксплуатации измерительных приборов, лабораторного оборудования, теплотехнических устройств.

**Контроль достижения целей дисциплины  
«Теплотехника»**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	РАЗДЕЛ I. Техническая термодинамика	ОПК-8	знает	ПР-1	Вопросы 1-36
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
2	РАЗДЕЛ II. Теория теплообмена	ОПК-8	знает	ПР-1	Вопросы 37-46
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
<p><b>ОПК-8</b>                      способность выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления</p>	знает (пороговый уровень)	Смысл основных законов термодинамики и их аналитические выражения, достижения науки и техники в теплоэнергетике и пути решения стоящих задач методами технической термодинамики; основные термодинамические параметры, процессы и циклы тепловых двигателей; законы термодинамики и теплотехники их приложения.	Знание основных параметров состояния и законов термодинамики. Владение областью применения базовых законов технической термодинамики в горном деле. Знание циклов тепловых двигателей; законы термодинамики и теплотехники и их приложения.	Способность дать определения основных параметров состояния и законов термодинамики, решения практических задач, изобразить циклы тепловых двигателей и объяснить принцип их работы на основе законов термодинамики и теплотехники и их приложений.
	умеет (продвинутый)	Применять основные законы к конкретным задачам теплотехники, анализировать и обобщать частные задачи в общие законы, записывать уравнения для термодинамических величин в системе СИ, объяснять смысл термодинамических величин, понятий, природные и техногенные явления с теплотехнической точки зрения.	Умение применения термодинамических процессов в области теплоэнергетики, частные задачи выражать через общие законы технической термодинамики, записать уравнения технической термодинамики, проводить анализ размерностей	Способность построить газовые процессы в термодинамических диаграммах, рассчитать их параметры, выполнить анализ частных задач, используя основные законы технической термодинамики, решать технические задачи с помощью уравнений технической термодинамики и теплотехники.
	Владеет (высокий)	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов, оптимизации решения задач теплотехники, навыками использования основных термодинамических законов и принципов в важнейших практических приложениях, приемами правильной эксплуатации измерительных приборов и лабораторного оборудования	Владение применением второго закона термодинамики, энтропии и эксергии в области теплотехники, методами термодинамического анализа, навыками использования основных термодинамических законов и принципов в практических приложениях.	Способность определить изменение энтропии, потери эксергии, и выполнить анализ эффективности энергетических процессов, выполнить теплотехнический анализ различных технических процессов, оптимизировать механизмы энергопревращений в циклах теплоустановок.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теплотехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теплотехника» проводится в форме контрольных мероприятий (тестирование, выполнение лабораторных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина «Теплотехника» (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний по дисциплине «Теплотехника»;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теплотехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплотехника» проводится в форме контрольных мероприятий (5 семестр - экзамен) в устной форме в виде ответов на вопросы приведенные в разделе зачётно-экзаменационные материалы ФОС.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Зачётно-экзаменационные материалы**

Список вопросов к зачету

#### **Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теплотехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточной аттестацией предусмотрен зачёт по дисциплине в форме ответов на вопросы.

Перечень вопросов для промежуточной аттестация студентов по дисциплине «Теплотехника»:

1. Основные понятия о Т.Д. системе. Параметры состояния рабочего тела
2. Уравнение состояния рабочего тела идеального газа для 1 кг вещества и для произвольной массы. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных газов.
3. Внутренняя энергия, определение внутренней энергии.
4. Работа Т.Д. процесса (расширения, техническая и полная), показать на P-V и T-S диаграмме, работа различных процессов.
5. Тепловая энергия и теплоёмкость рабочего тела. Определение через параметры тепловой энергии для различных процессов.
6. Первый закон термодинамики, частные случаи 1 З.ТД.
7. Параметры состояния – энтальпия и энтропия. Определение через параметры для различных процессов
8. Политропный Т.Д. процесс, понятие, отображение на P-V и T-S диаграмме.
9. Характеристики основных Т.Д. процессов, отображение на P-V и T-S диаграмме.
10. Характеристика и определение основных параметров (теплота, теплоемкость, внутренняя энергия и связь между параметрами) для изобарного процесса. Отображение на P-V и T-S диаграмме.
11. Характеристика и определение основных параметров (теплота, теплоемкость, внутренняя энергия и связь между параметрами) для изохорного процесса. Отображение на P-V и T-S диаграмме.
12. Характеристика и определение основных параметров (теплота, теплоемкость, внутренняя энергия и связь между параметрами) для изотермического процесса. Отображение на P-V и T-S диаграмме.
13. Характеристика и определение основных параметров (теплота, теплоемкость, внутренняя энергия и связь между параметрами) для адиабатного процесса. Отображение на P-V и T-S диаграмме.
14. Основные характеристики фазового состояния вещества, фазовые диаграммы.
15. Анализ процессов фазового перехода, отображение процесса на фазовых диаграммах.
16. Определение параметров рабочего тела в двухфазной системе.
17. Характеристики основных Т.Д. процессов в P-V диаграмме.
18. Характеристики основных Т.Д. процессов в T – S диаграмме.
19. Основные характеристики газовых смесей. Определение параметров газовой смеси.
20. Основные параметры влажного воздуха
21. Исследование процессов сжатия в одноступенчатом компрессоре.

22. Действительная  $P - V$  диаграмма процессов в компрессоре. Предельная степень сжатия.
23. Процессы в многоступенчатом компрессоре, применение промежуточного охлаждения.
24. Второй закон термодинамики.
25. Понятие циклического процесса. Термический КПД цикла.
26. Прямой цикл Карно как эталонный термодинамический цикл, отображение на  $P-V$  и  $T-S$  диаграмме.
27. ДВС, схема и действительная диаграмма работы ДВС с подводом тепла при  $V-\text{const.}$ .
28. Циклы ДВС с подводом тепла при  $V-\text{const}$  (цикл Отто), основные характеристики, оценка эффективности.
29. Циклы ДВС с подводом тепла при  $P-\text{const}$  (цикл Дизеля), основные характеристики, оценка эффективности.
30. Циклы ДВС со смешанным подводом тепла (цикл Тринклера), основные характеристики, оценка эффективности.
31. Сравнение циклов ДВС.
32. Основные циклы паросиловых установок (Карно и Ренкина).
33. Регенерация и теплофикация в циклах ПСУ.
34. Цикл Карно холодильной машины. Оценка эффективности.
35. Цикл воздушной холодильной машины. Оценка эффективности. Состав оборудования, достоинства и недостатки.
36. Цикл паровой компрессионной холодильной машины. Оценка эффективности. Состав оборудования, достоинства и недостатки.
37. Основные определения процесса теплопроводности. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
38. Теплопроводность плоской однородной стенки.
39. Теплопроводность цилиндрической однородной стенки.
40. Закон Ньютона – Рихмана, коэффициент теплоотдачи, основные числа подобия.
41. Тепловое излучение, основные понятия и законы.
42. Виды лучистых потоков, основные законы.
43. Теплопередача, основные понятие, теплопередача через плоскую однородную стенку.
44. Теплопередача, основные понятие, теплопередача через цилиндрическую однородную стенку.
45. Тепловая изоляция, выбор материала, критический диаметр.

46. Классификация теплообменных аппаратов. Поверочный и конструкторский расчет. Основные расчетные зависимости. Тепловой баланс теплообменного аппарата.

**Комплект оценочных средств для текущей аттестации**  
**ПР-1 Отчет по выполненной практической работе**

Отчет выполняется в виде пояснительной записки на писчей бумаге формата А4 размером 210x297мм, индивидуально в который последовательно включаются все практические занятия. Титульный лист заполняется в соответствии с установленными правилами.

Отчет представляется в сброшюрованном виде и должен содержать:

1. Цель выполнения лабораторных работ.
2. Краткое описание методики расчёта. Схема лабораторной установки и её краткое описание.
3. Сводной таблицы результатов замеров и расчётов по каждой лабораторной работе.
4. Результаты расчетов, выводы.
5. Необходимые графические зависимости, выполненные в программе Excel, рисунки схем трактов и оборудования, выполненные в программе КОМПАС.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально после их выполнения и оформления отчета. К защите студент должен знать все касающиеся теории и практики выполняемых работ, а также уметь отвечать на контрольные вопросы, приведенные в данном руководстве.

**Критерии выставления оценки студенту на зачёте**  
**по дисциплине «Теплотехника»**

<b>Баллы</b> (рейтинговой оценки)	<b>Оценка зачёта</b> (стандартная)	<b>Требования к сформированным</b> <b>компетенциям</b>
100-86 баллов	<i>«отлично»</i> <i>(зачтено)</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно 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 монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.



85-76 баллов	<i>«хорошо» (зачтено)</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«удовлетворительно» (зачтено)</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«неудовлетворительно» (незачтено)</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.