



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

\_\_\_\_\_  
(подпись) Старков А.В.  
« 27 » июня 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующая (ий) кафедрой

Теплоэнергетики и теплотехники  
(название кафедры)

\_\_\_\_\_  
(подпись) Штым А.Н.,  
« 30 » июня 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теплотехника

**Направление подготовки – 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

**Форма подготовки – заочная**

курс  2  семестр    
лекции  4  (час.)  
практические занятия  6  час.  
лабораторные работы   час.  
в том числе с использованием МАО  лек. 2 / пр. 2 / лаб.  - час.  
всего часов аудиторной нагрузки  10  (час.)  
самостоятельная работа  94  (час.)  
контрольные работы (количество)  1   
курсовая работа / курсовой проект   семестр  
зачет  2  курс  
экзамен   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2015 № 1470

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, протокол № 10 от « 30 » июня 2014 г

Заведующая (ий) кафедрой  д.т.н., проф. Штым А.Н.

Составители:  ст.преподаватель кафедры ТЭиТТ Упский М. В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теплотехника»

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» разработана для студентов второго курса по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Предмет относится к блоку базовой части математического и естественнонаучного цикла. Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: математический анализ, аналитическая геометрия и алгебра.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов (3 зачетные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (4 часа), практические занятия (6 часов), самостоятельная работа студента (94 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе. Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: физика, раздел: «Физические основы молекулярной физики и термодинамики», высшая математика, раздел: «Дифференциальное и интегральное исчисления».

**Цель** изучения дисциплины «Теплотехника» является формирование базовых знаний о фундаментальных законах тепловых процессов и понятий термодинамики, механизмов энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок с оценкой их эффективности.

### **Задачи.**

- Усвоить основные законы технической термодинамики;
- Разобраться и усвоить основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии;
- Научиться оптимизации механизмов энергопревращений в циклах энергоустановок;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

### ***общекультурные компетенции***

ОК-5, способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

ОК-7, способность к самоорганизации и самообразованию;

### ***общепрофессиональные компетенции***

ОПК-1, способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-2, владение научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
--------------------------------	--------------------------------

ПК-12 владение знаниями направлений полезного использования природных ресурсов, энергии и материалов при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов	Знает	Смысл основных законов и аналитические выражения. Последние научные достижения науки и техники в области изучения процессов переноса в теплообменных аппаратах и устройствах
	Умеет	Применять основные законы к конкретным задачам теплоэнергетики, самостоятельно и творчески использовать основные законы и методы теплопередачи
	Владеет	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов. Теорией и методами расчета основных процессов теплообмена, особенностями прикладного использования теории теплообмена в условиях практики.
ПК-42 способность использовать в практической деятельности технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики	Знает	Достижения науки и техники в теплоэнергетике как на региональном так и на мировом уровне, и пути решения стоящих задач методами технической термодинамики. Основные понятия и законы процессов теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массообмена
	Умеет	Анализировать и обобщать частные задачи в общие законы. Рассчитывать процессы теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массообмена по формулам, приводимым в соответствующей учебной и справочной литературе.
	Владеет	Методами оптимизации решения задач технической термодинамики. Навыками экспериментального исследования процессов стационарной и нестационарной теплопроводности, свободной и вынужденной конвекции в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, массообмена, протекающих в конкретных технических системах.
ПК-44 способность к проведению инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования	Знает	Основные термодинамические параметры, процессы и циклы тепловых двигателей. Законы термодинамики и их приложения.
	Умеет	Записывать уравнения для термодинамических величин в системе СИ. Объяснять смысл термодинамических

		величин, понятий, природные и техногенные явления с термодинамической точки зрения
	Владеет	Навыками использования основных термодинамических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Приемами правильной эксплуатации измерительных приборов и лабораторного оборудования.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теплотехника» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

Метод интерактивного обучения "**Групповое обсуждение**" при проведении следующих **лекционных занятий**:

Тема 1. Замкнутые термодинамические процессы (1 час.)

Тема 2. Открытие второго начала термодинамики. (1 час.)

Метод интерактивного обучения "**Мастер-класс**" при проведении следующих **практических занятий**:

Занятие 1. Термодинамическое рабочее тело и параметры, его характеризующие (1 час.)

Занятие 4. Второе начало термодинамики (1 час.)

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

**Лекционные занятия (4 час.)**

**Раздел I. Первый закон термодинамики. (10 час.)**

**Тема 1. Термодинамическое рабочее тело и параметры его характеризующие (1 час.)**

Введение. Термодинамическое рабочее тело. Рабочее тело и параметры его характеризующие. Давление. Термодинамические параметры состояния: абсолютное давление; температура, удельный объем. Нулевое начало термодинамики. Абсолютная температура тела - средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Международная Практическая Температурная Шкала (МПТШ). Удельный объём – осреднённая макроскопическая величина.

**Тема 2. Уравнение состояния термодинамического рабочего тела (2 час.)**

Уравнение состояния идеального газа. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Смеси газов. Уравнение состояния смеси газов. Массовый или объемный состав смеси газов. Закон Дальтона. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнения Майера и Боголюбова.

**Тема 3. Теплота и теплоемкость (1 час.)**

Теплоемкость. Теплоемкость массовая. Теплоемкость мольная. Теплоемкость объёмная. Вычисление теплоты и теплоемкости.

**Тема 4. Работа в термодинамических процессах и внутренняя энергия (2 час.)**

Понятие работы в термодинамических процессах. Диаграмма Уатта. Подынтегральная функция криволинейного интеграла для работы. Вычисление работы. Внутренняя энергия физического тела. Внутренняя энергия идеального газа. Вычисление

$dU$  в любом элементарном процессе. Определение внутренней энергии газа в конечном процессе 1-2.

### **Тема 5. Первый закон термодинамики (2 час.)**

Частность первого закона термодинамики. Формулировки первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики в дифференцированном виде. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ . Уравнение Майера. О двух классах термодинамических функций. Дифференциал функции состояния. Дифференциал функции процесса. Функция состояния – энтальпия.

### **Тема 6. Термодинамические процессы (2 час.)**

Методология исследования термодинамических процессов. Изохорный процесс.  $V = \text{const}$  - уравнение процесса. Графическая интерпретация. Взаимосвязь термодинамических параметров. Работа в изохорном процессе. Изменение внутренней энергии. Первый закон термодинамики в изохорном процессе. Изобарный процесс.  $P = \text{const}$  - уравнение процесса. Графическая интерпретация. Взаимосвязь термодинамических параметров. Работа в изобарном процессе. Изменение внутренней энергии. Первый закон термодинамики в изобарном процессе. Изотермический процесс.  $T = \text{const}$  - уравнение процесса. Графическая интерпретация. Взаимосвязь термодинамических параметров. Работа в изотермическом процессе. Изменение внутренней энергии. Первый закон термодинамики в изотермическом процессе. Адиабатный процесс.  $VP^k = \text{const}$  - уравнение процесса. Графическая интерпретация. Взаимосвязь термодинамических параметров. Работа в адиабатном процессе. Изменение внутренней энергии. Первый закон термодинамики в адиабатном процессе. Политропный процесс.  $VP^n = \text{const}$  - уравнение процесса. Графическая интерпретация. Взаимосвязь термодинамических параметров. Работа в адиабатном процессе. Изменение внутренней энергии. Первый закон термодинамики в адиабатном процессе. Качественные особенности энергопревращений - в зависимости теплоемкости  $C$  от величины  $n$ .

## **Раздел 2. Второй закон термодинамики. (6 час.)**

### **Тема 1. Замкнутые термодинамические процессы (2 час.) с использованием интерактивного метода "Групповое обсуждение"**

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

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставятся вопросы оценки эффективности прямых и обратных термодинамических циклов. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

#### **Тематика для группового обсуждения:**

Прямой цикл и термический К.П.Д. Обратный цикл, холодильный коэффициент и коэффициент термотрансформации.

### **Тема 2. Открытие второго начала термодинамики (2 час.) с использованием интерактивного метода "Групповое обсуждение".**

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

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставятся вопросы формулировки второго закона термодинамики применительно к прямым и обратным термодинамическим циклам и понятия энтропии как термодинамической функции. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 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.

**Тематика для группового обсуждения:**

Прямой цикл Карно. Обратный цикл Карно. Суть второго закона термодинамики. Формулировка Освальда - вечный двигатель II рода. Формулировка Клаузиуса. Теорема Карно. Термический К.П.Д. цикла Карно. Энтропия. Уравнение Клаузиуса.

**Тема 3. Аналитическое выражение первого и второго законов термодинамики (2 час.)**

Аналитическое выражение первого и второго законов термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия замкнутой термодинамической системы. Физический смысл энтропии

**Раздел 3. Приложение второго закона термодинамики. (10 час.)**

**Тема 1. Приложение второго закона термодинамики - (TS- диаграмма). (2 час.)**

Термодинамические процессы в системе координат - TS. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Эксергия и анергия. Эксергия идеального газа. Эксергия потока. Потери эксергии вследствие необратимости. Уравнение Гюи-Стодолы.

**Тема 2. О применении начал термодинамики в термодинамических исследованиях. (2 час.)**

Методы термодинамических исследований. Дифференциальные уравнения термодинамики. О балансах и К.П.Д. в технической термодинамике

**Тема 3. Компрессорные машины (2 час.)**

Общие сведения о компрессорных машинах. Компрессоры объемного статического сжатия. Компрессоры динамического сжатия. Поршневые компрессоры. Роторные компрессоры. Турбокомпрессоры. Задачи термодинамического анализа компрессорных машин.

**Тема 4. Процессы в компрессорах (2 час.).**

Процессы сжатия в одноступенчатом поршневом компрессоре. Процессы сжатия в многоступенчатом поршневом компрессоре. Определение механической работы, затрачиваемой на сжатие газа в компрессоре. Одноступенчатый компрессор. Многоступенчатый компрессор. Принцип работы турбокомпрессора.

### **Тема 5. Струйные эжекторы (2 час.)**

Принцип действия струйного эжектора. Области применения струйных эжекторов. Преимущества струйных эжекторов. Последовательность расчета струйного эжектора и оценка эффективности его работы.

### **Раздел 4. Термодинамические свойства воды и водяного пара. (8 час.)**

#### **Тема 1. Фазовые состояния и превращения воды. (2 час.)**

Фазовые диаграммы  $P, T$ -,  $P, V$ - и  $T, S$  для  $H_2O$ . Жидкость на линии фазового перехода. Сухой насыщенный пар. Влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Диаграмма  $T, S$  для воды и водяного пара. Диаграмма  $h, s$  для воды и водяного пара.

#### **Тема 2. Цикл Ренкина (2 час.) с использованием интерактивного метода "Групповое обсуждение"**

Групповое обсуждение какого-либо 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 реализацией цикла Ренкина в России и за рубежом. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

#### **Тематика для группового обсуждения:**

Цикл Карно с водяным паром и особенности цикла Ренкина, схема его реализации и оценка эффективности с учетом и без учета работы насоса. Величины, характеризующие эффективность работы пароэнергетических установок. Схема КЭС и пути повышения ее эффективности.

#### **Тема 3. Бинарные (двойные) циклы. (2 час.)**

Недостатки водяного пара как рабочего тела. Особенности бинарного цикла и его расчета. Циклы парогазовых установок.

#### **Тема 4. Обратные термодинамические циклы. (2 час.)**

Обратный цикл Карно. Разновидности обратных термодинамических циклов и оценка их эффективности. Холодильная машина. Схема холодильной машины и реальный цикл в  $T-S$  диаграмме. Холодопроизводительность. Холодильные установки. Обратные тепловые циклы и процессы. Циклы воздушных холодильных машин. Циклы парокompрессионных холодильных машин. Пароэжекторные холодильные машины. Абсорбционные холодильные машины. Принцип работы теплового насоса.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Практические занятия (6 час.)**

## **Занятие 1. Термодинамическое рабочее тело и параметры, его характеризующие (1 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»**

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 представления знаниями других участников.

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 примеры расчетов термодинамических параметров различных рабочих тел и их смесей.

**Основная часть** Преподаватель выполняет расчет термодинамических параметров различных рабочих тел и их смесей, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняются аналогичные задачи. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

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

Темы проведения мастер-классов

1. Выбор и определение термодинамического рабочего тела.
2. Термодинамические параметры как среднестатистические характеристики рабочего тела.
3. Уравнение состояния идеального газа и его законы.
4. Смесей газов. Способы задания смеси газов.
5. Термодинамическая система координат.

**Занятие 2. Первый закон термодинамики (0,5 час.).**

1. Тепло и теплоемкость.
2. Определение и различные способы вычисления теплоемкостей идеального газа.
3. Вычисление количества тепла с помощью различных зависимостей для теплоемкости.
4. Работа и ее свойства как термодинамической функции процесса.
5. Система координат  $P - V$  и ее свойства.
6. Работа проталкивания и техническая работа.
7. Энтальпия.
8. Первое начало термодинамики и его аналитическое выражение.
9. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .

### **Занятие 3. Термодинамические процессы и циклы (0,5 час.).**

1. Задача и последовательность анализа газовых процессов.
2. Анализ основных (изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного) процессов.
3. Особенности энерго - превращения и величин теплоемкостей в политропных процессах.
4. Определения прямого и обратного обобщенных циклов, примеры их осуществления и оценка эффективности.

### **Занятие 4. Второе начало термодинамики (1 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»**

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 представления знаниями других участников.

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 примеры расчета прямого и обратного циклов Карно, изменения энтропии рабочих тел в термодинамических процессах.

**Основная часть** Преподаватель выполняет расчет прямого и обратного циклов Карно, изменения энтропии рабочих тел в термодинамических процессах, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняются аналогичные задачи. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

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

#### Темы проведения мастер-классов

1. Прямой и обратный цикл Карно.
2. Предельные возможности рассмотренных циклов и вывод из их анализа.
3. Второй закон термодинамики как качественное дополнение первого начала термодинамики.
4. Теорема Карно и ее доказательство.
5. Вывод равенства Клаузиуса.
6. Энтальпия.
7. Вычисление энтропии.
8. Обратимые и необратимые процессы.
9. Аналитическое выражение первого и второго начал термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
10. Энтальпия замкнутой термодинамической системы.
11. Статическое выражение второго закона термодинамики.

#### **Занятие 5. Приложения второго закона термодинамики (0,5 час.).**

1. Система координат  $T - S$  и ее свойства.
2. Изображение и анализ обратимых и необратимых процессов в  $T - S$  координатах.
3. Среднеинтегральная температура.
4. Эквивалентный и соответствующий циклы Карно.
5. Произвольный цикл с регенерацией тепла.
6. Эксергия и анергия. Вычисление эксергии идеального газа. Потеря эксергии вследствие необратимости (формула Гюи-Стодолы).

#### **Занятие 6. Термодинамические основы анализа компрессорных машин (0,5 час.).**

1. Одноступенчатый компрессор. Идеальная и реальная диаграммы работы, определение мощности привода.
2. Многоступенчатые компрессоры, особенности их работы и расчета. Определение оптимальных промежуточных давлений.
3. Анализ работы и особенности расчета турбокомпрессоров и струйных эжекторов.

#### **Занятие 7. Термодинамические основы анализа двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (0,5 час.)**

1. Поршневые ДВС, работающие по циклу с подводом тепла при постоянном объеме.
2. Поршневые ДВС, работающие по циклу с подводом тепла при постоянном давлении.
3. Поршневые ДВС, работающие по циклу с подводом тепла при со смешанным подводом тепла.
4. Сопоставление циклов поршневых ДВС. Их общие достоинства и недостатки.
5. Газотурбинные установки, работающие с подводом тепла при постоянном давлении.
6. Газотурбинные установки, работающие с подводом тепла при постоянном и постоянном объеме.
7. Сопоставление циклов ГТУ.
8. Пути повышения эффективности ГТУ.
9. Реактивные и ракетные двигатели.
10. Рассмотрение циклов безкомпрессорных и компрессорных воздушно-реактивных двигателей.
11. Особенности работы реактивных двигателей с твердым и жидким топливом.

#### **Занятие 8. Паровые циклы (0,5 час.)**

1. Цикл Карно с водяным паром.
2. Цикл Ренкина как основной цикл теплоэнергетических установок.
3. Величины, характеризующие эффективность работы ПСУ.
4. Пути повышения эффективности ПСУ (увеличение температуры и давления свежего пара, понижение давления в конденсаторе, промежуточный перегрев, применение регенерации тепла).
5. Основы расчета регенеративной схемы ПСУ.
6. Термодинамические основы теплофикации.
7. Анализ схем с ухудшенным вакуумом, противодавлением и промежуточным отбором пара.

#### **Занятие 9. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке при стационарном режиме (0,5 час.).**

1. Температурное поле.
2. Изотермические поверхности.
3. Градиент температуры, тепловой поток.
4. Коэффициент теплопроводности.

#### **Занятие 10. Теплопередача в плоской стенке (0,5 час.).**

1. Определение коэффициента теплопередачи, плотности теплового потока и температуры поверхностей однослойной и многослойной стенок.
2. Определение количества теплоты, переданного плоской стенкой в процессе теплопередачи.

#### **Занятие 11. Теплопроводность и теплопередача в цилиндрической стенке (0,5 час.).**

1. Критический диаметр цилиндрической стенки.
2. Критический диаметр изоляции.

### **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;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Первый закон термодинамики	ПК-12	знает	Собеседование по Первому и Второму законам термодинамики УО-1.1-5	1, 2,3, 4, 5
			умеет	УО-1.6-11	6, 7, 8, 9, 10, 11
			владеет	УО-1.12-17	12, 13, 14, 15, 16, 17
		ПК-42	знает	УО-1.18-24	18, 19, 20, 23, 24
			умеет	УО-1.25-30	25, 26, 27, 28, 29, 30
			владеет	УО-1.31-36	31, 32, 33 34, 35, 36
		ПК-44	знает	УО-1.37-40	37, 38, 39, 40
			умеет	УО-1.41-44	41 42, 43, 44
			владеет	УО-1.45-47	45, 46, 47
		2	Второй закон термодинамики	ПК-12	знает
умеет	УО-1.51-52				51, 52
владеет	УО-1.53-54				53, 54
ПК-42	знает			УО-1.55-56	55, 56
	умеет			УО-1.57-58	57, 58
	владеет			УО-1.59-60	59, 60
ПК-44	знает			УО-1.61-62	61, 62,
	умеет			УО-1.63-64	63, 64
	владеет			УО-1.65	65
3	Термодинамический анализ циклов	ПК-12	знает	Собеседование по разделу 3 - Термодинамический анализ циклов УО-2.1-5	1,2,3,4,5
			умеет	УО-2.6-10	6,7,8,9,10
			владеет	УО-2.11-14	11,12,13,14
		ПК-42	знает	УО-2.15-18	15, 16, 17,18
			умеет	УО-2.19-21	19,20,21

			владеет	УО-2.22-24	22,23,24
		ПК-44	знает	УО-2.25-26	25,26
			умеет	УО-2.27-30	27,28,29,30
			владеет	ПР-1 Индивидуальное задание	Зачет

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**

*(электронные и печатные издания)*

1. Кириллин В.А. Техническая термодинамика для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 5-е издание., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI5.html>, <http://nelbook.ru/reader/?book=5>
2. Рудобашта С. П. Теплотехника. - М.: КолосС, 2010. - 599 с. <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206587-SCN0002.html>
3. Штым А.С. Учебное пособие «Техническая термодинамика» - Изд. Дом ДВФУ, 2010 – 122с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:685967&theme=FEFU>
4. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во: МЭИ, 2005. – 550 с.
5. Солодов А.П. Принципы тепломассообмена. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 96 с.
6. Теплофизика и теплотехника: Теплофизика: Курс лекций / Арутюнов В.А., Крупенников С.А., Сборщиков Г.С. – Изд-во: МИСИС, 2010 г. – 228 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2083](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2083)
7. Цыбульская О.Н., Упский М.В., Юдаков А. А. Тепломассообмен. – Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 108с.
8. Теплопередача: учеб. пособие / Балабин Д.Н., Юдаков А.А., Цыбульская О.Н. – Владивосток: Изд-во: ДВГТУ, 2008 г. – 274с.
9. Примеры и задачи по тепломассообмену / Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов Е.В., Феоктистов Д.В. – Изд-во: Лань, 2011 г. – 256с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1553](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1553)
10. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоатомиздат, 1981, - 416 с.
11. Краснощёков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М.: Энергия, 1980.

### **Дополнительная литература**

1. Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С, Техническая термодинамика и теплотехника. – М.: Academia, 2006 – 272 с.
2. В. В. Федина, А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Техническая термодинамика: учебное пособие для вузов,- Старый Оскол : ТНТ, 2015.- 161 с.

3. 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>
4. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 292 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=549343>
5. Д.В. Зеленцов Техническая термодинамика.- Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. - 140 с.  
<https://e.lanbook.com/book/73870#authors>
6. Аметистов Е.В. Основы теории теплообмена. – М.: МЭИ, 2000. - 240 с.
7. Солодов А.П., Ежов Е.В. Элементарные модели теплообмена при конденсации: Учебное пособие для студентов. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – 51 с.
8. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепломассообмен (в ядерной энергетике). – М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалёв С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 470 с.
10. Цветков Ф.Ф. Задачник по совместным процессам массо- и теплообмена – М.: МЭИ, 1997.
11. Цветков Ф.Ф., Салохин В.И. Теплообмен излучением. Задачи и упражнения. – М.: МЭИ, 1997.
12. Величко В.И., Пронин В.А. Интенсификация теплоотдачи и повышение энергетической эффективности конвективных поверхностей нагрева – М.: МЭИ, 1999.

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

1. <http://k204.ru/books/dzubenko/index.htm> Дзюбенко Б.В. Термодинамика. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва, 2006
2. <http://e.lanbook.com/view/book/5107/> Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях
4. [http://inocentr.com/educational\\_materials/energосber%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20Danilov%20O%20L%20.pdf](http://inocentr.com/educational_materials/energосber%20v%20teploteh%20i%20tehnolog%20Danilov%20O%20L%20.pdf) Электронный учебник : МЭИ под ред. Данилова О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях

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

При чтении лекций по всем темам используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения:

1. Microsoft Power Point;
2. Adobe Reader;
3. VLC media player, — бесплатный и свободный кросс-платформенный медиаплеер и медиаплатформа с открытым исходным кодом;
4. Microsoft Excel;
5. Microsoft Word;

6. Сертифицированный набор программ для вычислений свойств воды/водяного пара, газов и смесей газов "WaterSteamPro"<sup>TM</sup>;

7. Adobe Reader;

8. WinDjView.

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

## 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 прочитайте 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 экзамену 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 практических 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 практических 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.

Кафедра:

- 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 каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам 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 время экзаменационной сессии 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 курсу «Теплотехника» используются следующие средства:

- а) мультимедийные аудитории, оснащенные проектором и динамиками для проведения аудиовизуальных презентаций;
- б) специализированная аудитория (Е934), оснащенная наглядными пособиями в виде плакатов и чертежей;



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Теплотехника»  
Направление подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов»  
Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Форма подготовки заочная**

**Владивосток  
2014**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 курс	изучение учебного пособия, тема "Основы технической термодинамики"	20	Собеседование по Первому и Второму законам термодинамики УО-1.1-65
2	2 курс	изучение учебного пособия, тема "Компрессорные машины и циклы двигателей внутреннего сгорания"	20	Собеседование по разделу 3 - Термодинамический анализ циклов УО-2.1-15
3	2 курс	изучение учебного пособия, тема "Циклы ПСУ и холодильных машин"	20	Собеседование по разделу 3 - Термодинамический анализ циклов УО-2.16-30
4	2 курс	Индивидуальное задание, методические рекомендации по его выполнению студенты получают на практических занятиях	20	ПР-1- расчет цикла Ренкина
5	2 курс	Подготовка к зачету – подготовка ответов на соответствующие вопросы	14	Зачет Вопросы 1-104.

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

Задание №1-3 (п.1-3). Изучение учебного пособия [1, основная литература] на тему " Основы технической термодинамики ", "Компрессорные машины и циклы двигателей внутреннего сгорания", "Циклы ПСУ и холодильных машин".

Студенты самостоятельно изучают электронное учебное пособие по заданным тематикам. В ходе организации самостоятельного изучения учебного пособия 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 №4 (п. 4). Индивидуальное задание. Студентами самостоятельно выполняется расчет цикла Ренкина с заданными параметрами свежего пара и давлением в конденсаторе. Выполнить расчеты для случая применения промежуточного перегрева пара и регенерации тепла.

Задание №5. Подготовка к экзамену. Студенты самостоятельно готовятся к зачету по приведенным вопросам (приложение 2).

#### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Задания №1-3. Задания готовятся устно и представляются в виде ответов при проведении собеседования. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля УО-1 и УО-2 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №4. Выполняется в письменном виде. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля ПР-1 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание №5. Выполняется письменно в виде ответов на вопросы при проведении зачетов или 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.

✓ 84-76 - 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 определенно 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 ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Теплотехника»**  
**Направление подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических**  
**машин и комплексов»**  
**Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»**  
**Форма подготовки заочная**

**Владивосток**  
**2014**

**Паспорт  
фонда оценочных средств**

по дисциплине Теплотехника

(наименование дисциплины)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-12 владением знаниями направлений полезного использования природных ресурсов, энергии и материалов при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов</p>	Знает	Смысл основных законов и аналитические выражения. Последние научные достижения науки и техники в области изучения процессов переноса в теплообменных аппаратах и устройствах
	Умеет	Применять основные законы к конкретным задачам теплоэнергетики, самостоятельно и творчески использовать основные законы и методы теплопередачи
	Владеет	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов. Теорией и методами расчета основных процессов теплообмена, особенностями прикладного использования теории теплообмена в условиях практики.
<p>ПК-42 способностью использовать в практической деятельности технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики</p>	Знает	Достижения науки и техники в теплоэнергетике как на региональном так и на мировом уровне, и пути решения стоящих задач методами технической термодинамики. Основные понятия и законы процессов теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массообмена
	Умеет	Анализировать и обобщать частные задачи в общие законы. Рассчитывать процессы теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массообмена по формулам, приводимым в соответствующей учебной и справочной литературе.
	Владеет	Методами оптимизации решения задач технической термодинамики. Навыками экспериментального исследования процессов стационарной и нестационарной теплопроводности, свободной и вынужденной конвекции в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, массообмена, протекающих в конкретных технических

		системах.
ПК-44 способностью к проведению инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования	Знает	Основные термодинамические параметры, процессы и циклы тепловых двигателей. Законы термодинамики и их приложения.
	Умеет	Записывать уравнения для термодинамических величин в системе СИ. Объяснять смысл термодинамических величин, понятий, природные и техногенные явления с термодинамической точки зрения
	Владеет	Навыками использования основных термодинамических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Приемами правильной эксплуатации измерительных приборов и лабораторного оборудования.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Первый закон термодинамики	ПК-12	знает	Собеседование по Первому и Второму законам термодинамики УО-1.1-5	1, 2,3, 4, 5
			умеет	УО-1.6-11	6, 7, 8, 9, 10, 11
			владеет	УО-1.12-17	12, 13, 14, 15, 16, 17
		ПК-42	знает	УО-1.18-24	18, 19, 20, 23, 24
			умеет	УО-1.25-30	25, 26, 27, 28, 29, 30
			владеет	УО-1.31-36	31, 32, 33 34, 35, 36
		ПК-44	знает	УО-1.37-40	37, 38, 39, 40
			умеет	УО-1.41-44	41 42, 43, 44
			владеет	УО-1.45-47	45, 46, 47
2	Второй закон термодинамики	ПК-12	знает	УО-1.48-50	48, 50
			умеет	УО-1.51-52	51, 52
			владеет	УО-1.53-54	53, 54
		ПК-42	знает	УО-1.55-56	55, 56
			умеет	УО-1.57-58	57, 58
			владеет	УО-1.59-60	59, 60
		ПК-44	знает	УО-1.61-62	61, 62,
			умеет	УО-1.63-64	63, 64
			владеет	УО-1.65	65
3	Термодинамический анализ циклов	ПК-12	знает	Собеседование по разделу 3 - Термодинамический анализ циклов	1,2,3,4,5

				УО-2.1-5	
			умеет	УО-2.6-10	6,7,8,9,10
			владеет	УО-2.11-14	11,12,13,14
		ПК-42	знает	УО-2.15-18	15, 16, 17,18
			умеет	УО-2.19-21	19,20,21
			владеет	УО-2.22-24	22,23,24
		ПК-44	знает	УО-2.25-26	25,26
			умеет	УО-2.27-30	27,28,29,30
			владеет	ПР-1 Индивидуальное задание	Зачет расчет цикла Ренкина

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	Показатели
ПК-12, владение знаниями направлениями полезного использования природных ресурсов, энергии и материалов при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов	знает (пороговый уровень)	Смысл последних научных достижений науки и техники в области изучения процессов переноса в теплообменных аппаратах и устройствах	Знание последних научных достижений науки и техники в области изучения процессов переноса в теплообменных аппаратах и устройствах	Способность анализировать последние научные достижения науки и техники в области изучения процессов переноса в теплообменных аппаратах и устройствах
	умеет (продвинутый)	Применять и творчески использовать основные законы и методы теплопередачи	Умение использовать основные законы и методы теплопередачи	Способность использовать основные законы и методы теплопередачи
	Владеет (высокий)	Теорией и методами расчета основных процессов теплообмена, особенностями прикладного использования теории теплообмена в условиях практики.	Владение расчетами основных процессов теплообмена, особенностями прикладного использования теории теплообмена в условиях практики.	Способность рассчитать основных процессов теплообмена, особенностями прикладного использования теории теплообмена в условиях практики.
ПК-42 способность использовать в практической деятельности технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики	знает (пороговый уровень)	Смысл основных законов термодинамики и их аналитические выражения	Знание основных параметров состояния и законов термодинамики	Способность дать определения основных параметров состояния и законов термодинамики
	умеет (продвинутый)	Применять основные законы к конкретным задачам теплоэнергетики	Умение применения термодинамических газовых процессов, в области теплоэнергетики	Способность построить газовые процессы в термодинамических диаграммах, рассчитать их параметры.
	Владеет (высокий)	Методами анализа для определения эффективных энергетических процессов	Владение применением второго закона термодинамики, энтропии и эксэргии в области теплоэнергетики	Способность определить изменение энтропии, потери эксэргии, и выполнить анализ эффективности энергетических процессов
ПК-44 способность к проведению инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования	знает (пороговый уровень)	Достижения науки и техники в теплоэнергетике, как на региональном, так и на мировом уровне, и пути решения стоящих задач методами технической термодинамики	Владение областью применения базовых законов технической термодинамики в теплоэнергетике	Способность решения практических задач как на региональном, так и на мировом уровне в теплоэнергетике для
	умеет (продвинутый)	Анализировать и обобщать частные задачи в общие законы	Умение частные задачи выражать через общие законы технической термодинамики	Способность выполнить анализ частных задач, используя основные законы технической термодинамики
	Владеет (высокий)	Методами оптимизации решения задач технической термодинамики	Владение методами термодинамического анализа	Способен выполнить термодинамический анализ различных технических процессов.

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

*Заполняется в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

**Оценочные средства для промежуточной аттестации  
Вопросы к зачету**

1. Термодинамическое рабочее тело.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
3. Вычисление энтропии.
4. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (давление).
5. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .
6. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (температура).
7. О двух классах термодинамических функций.
8. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (удельный объем)
9. Энтальпия- функция состояния.
10. Уравнение состояния идеального газа.
11. Изохорный процесс.
12. Эксергия и анергия.
13. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
14. Изобарный процесс.
15. Определение эксергии термодинамического рабочего тела.
16. Уравнение состояния идеального газа для смеси газов
17. Изотермический процесс.
18. Потеря эксергии вследствие необратимости.
19. Смеси газов. Закон Дальтона.
20. Адиабатный процесс.
21. Вывод уравнения Гюи-Стодолы.
22. Смеси газов, заданные массовым составом.
23. Политропный процесс.
24. Смеси газов, заданные объемным составом.
25. Вычисление теплоемкости в политропном процессе.
26. Смеси газов, кажущийся молекулярный вес газовой смеси.
27. Круговые процессы или циклы.
28. Реальные газы.
29. Прямой цикл.
30. Истинная или мгновенная теплоемкость. Изменение теплоемкости от 0 до бесконечности.
31. Теплоемкость в изохорных и изобарных процессах.
32. Определение энтропии в изохорном процессе.
33. Вычисление теплоемкости.
34. Определение энтропии в изобарном процессе.
35. Вычисление теплоты.
36. Определение энтропии в изотермическом процессе.
37. Вычисление теплоты и теплоемкости для смеси газов.
38. Свойства влажного воздуха.
39. Работа.
40. Определение энтальпии влажного воздуха
41. Внутренняя энергия.

42. Энтропия – функция состояния.
43. Вычисление внутренней энергии.
44. Изменение тепловлажностного состояния влажного воздуха.
45. Процесс нагрева и охлаждения воздуха в I-d диаграмме.
46. Прямой цикл Карно и его анализ.
47. Обратный цикл Карно и его анализ.
48. Формулировки и содержание второго начала термодинамики.
49. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.
50. Вычисление энтропии идеального газа.
51. Понятие об обратимых и необратимых процессах.
52. Первое и второе начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
53. Энтропия замкнутой термодинамической системы.
54. Статистическое выражение второго начала.
55. Границы применимости первого и второго начала термодинамики.
56. Диаграмма T-S и ее свойства.
57. Процессы в координатах T-S.
58. Цикл Карно в координатах T-S.
59. Произвольный цикл с регенерацией теплоты.
60. Понятие о среднеинтегральной температуре эквивалентном и соответствующих циклах Карно.
61. Обобщенный или регенеративный цикл Карно.
62. Понятие об эксэргии и анергии.
63. Вычисление эксэргии идеального газа.
64. Два метода термодинамических исследований.
65. О балансах и КПД при термодинамических исследованиях
66. Одноступенчатые компрессорные машины.
67. Многоступенчатые компрессорные машины.
68. Принцип работы турбокомпрессора.
69. Принцип работы струйного компрессора.
70. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
71. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.
72. Понятие об обратимых и необратимых процессах.
73. Первое и второе начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
74. Энтропия замкнутой термодинамической системы.
75. Статистическое выражение второго начала.
76. Границы применимости первого и второго начала термодинамики.
77. Диаграмма T-S и ее свойства.
78. Процессы в координатах T-S.
79. Цикл Карно в координатах T-S.
80. Общие сведения об энергетических установках внутреннего сгорания.
81. Поршневые Д.В.С., работающие по циклу Отто.
82. Поршневые Д.В.С., работающие по циклу Дизеля.
83. Цикл поршневых Д.В.С. со смешанным подводом теплоты.
84. Сопоставление циклов поршневых Д.В.С.
85. Общие сведения о газо-турбинных установках и реализация цикла Брайтона.
86. Пути повышения эффективности работы ГТУ.
87. ГТУ, работающие по замкнутому процессу.
88. Общие сведения о реактивных двигателях и цикл прямого ВРД.
89. Цикл турбо-реактивного двигателя.
90. Цикл ракетного двигателя.
91. Таблицы и диаграммы водяного пара (общие сведения).
92. Диаграмма h-s и цикл Карно с водяным паром.
93. Цикл Ренкина и оценка его эффективности.

94. Пути повышения эффективности пароэнергетических установок ( $P_1$ ,  $T_1$  и  $P_2$ ).
95. Пути повышения эффективности пароэнергетических установок (промперегрев и регенерация).
96. Термодинамические основы теплофикации и понятие о тригенерации.
97. Недостатки  $H_2O$  как рабочего тела, понятие о ВКВ и НКВ и области их применения в координатах  $T-S$ .
98. Бинарный цикл  $Hq-H_2O$ .
99. Парогазовый бинарный цикл.
100. Бинарный цикл с МГДГ.
101. Обратный цикл Карно и величины, характеризующие эффективность холодильной машины и теплового насоса.
102. Воздушная холодильная машина и особенности ее работы.
103. Паровые холодильные машины.
104. Тепловой насос.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### УО-1 Собеседование

Вопросы по темам/разделам дисциплины

#### 1. Первый закон термодинамики

1. Термодинамическое рабочее тело.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
3. Вычисление энтропии.
4. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (давление).
5. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .
6. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (температура).
7. О двух классах термодинамических функций.
8. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (удельный объем)
9. Энтальпия- функция состояния.
10. Уравнение состояния идеального газа.
11. Изохорный процесс.
12. Эксэргия и анергия.
13. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
14. Изобарный процесс.
15. Определение эксэргии термодинамического рабочего тела.
16. Уравнение состояния идеального газа для смеси газов
17. Изотермический процесс.
18. Потеря эксэргии вследствие необратимости.
19. Смеси газов. Закон Дальтона.
20. Адиабатный процесс.
21. Вывод уравнения Гюи-Стодолы.
22. Смеси газов, заданные массовым составом.
23. Политропный процесс.
24. Смеси газов, заданные объемным составом.
25. Вычисление теплоемкости в политропном процессе.
26. Смеси газов, кажущийся молекулярный вес газовой смеси.
27. Круговые процессы или циклы.
28. Реальные газы.
29. Прямой цикл.
30. Истинная или мгновенная теплоемкость. Изменение теплоемкости от 0 до бесконечности.
31. Теплоемкость в изохорных и изобарных процессах.
32. Определение энтропии в изохорном процессе.
33. Вычисление теплоемкости.
34. Определение энтропии в изобарном процессе.
35. Вычисление теплоты.
36. Определение энтропии в изотермическом процессе.
37. Вычисление теплоты и теплоемкости для смеси газов.
38. Свойства влажного воздуха.
39. Работа.
40. Определение энтальпии влажного воздуха
41. Внутренняя энергия.
42. Энтропия – функция состояния.
43. Вычисление внутренней энергии.
44. Изменение тепловлажностного состояния влажного воздуха.
45. Процесс нагрева и охлаждения воздуха в I-d диаграмме.
46. Прямой цикл Карно и его анализ.
47. Обратный цикл Карно и его анализ.

## **2. Второй закон термодинамики**

48. Формулировки и содержание второго начала термодинамики.
49. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.
50. Вычисление энтропии идеального газа.
51. Понятие об обратимых и необратимых процессах.
52. Первое и второе начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
53. Энтропия замкнутой термодинамической системы.
54. Статистическое выражение второго начала.
55. Границы применимости первого и второго начала термодинамики.
56. Диаграмма T-S и ее свойства.
57. Процессы в координатах T-S.
58. Цикл Карно в координатах T-S.
59. Произвольный цикл с регенерацией теплоты.
60. Понятие о среднеинтегральной температуре эквивалентном и соответствующих циклах Карно.
61. Обобщенный или регенеративный цикл Карно.
62. Понятие об эксэргии и анергии.
63. Вычисление эксэргии идеального газа.

## **О применении начал термодинамики в термодинамических исследованиях**

64. Два метода термодинамических исследований.
65. О балансах и КПД при термодинамических исследованиях

## **УО-2 Собеседование**

Вопросы по темам/разделам дисциплины

### **3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИКЛОВ**

#### **Тема 1. Компрессорные машины**

1. Одноступенчатые компрессорные машины.
2. Многоступенчатые компрессорные машины.
3. Принцип работы турбокомпрессора.
4. Принцип работы струйного компрессора.

#### **Тема 2. Двигатели внутреннего сгорания**

5. Общие сведения об энергетических установках внутреннего сгорания.
6. Поршневые Д.В.С., работающие по циклу Отто.
7. Поршневые Д.В.С., работающие по циклу Дизеля.
8. Цикл поршневых Д.В.С. со смешанным подводом теплоты.
9. Сопоставление циклов поршневых Д.В.С.
10. Общие сведения о газо-турбинных установках и реализация цикла Брайтона.
11. Пути повышения эффективности работы ГТУ.
12. ГТУ, работающие по замкнутому процессу.
13. Общие сведения о реактивных двигателях и цикл прямоточного ВРД.
14. Цикл турбо-реактивного двигателя.
15. Цикл ракетного двигателя.

#### **Тема 3. Термодинамические свойства воды и водяного пара.**

16. Таблицы и диаграммы водяного пара (общие сведения).
17. Диаграмма h-s и цикл Карно с водяным паром.
18. Цикл Ренкина и оценка его эффективности.
19. Пути повышения эффективности пароэнергетических установок ( $P_1$ ,  $T_1$  и  $P_2$ ).
20. Пути повышения эффективности пароэнергетических установок (промперегрев и регенерация).

21. Термодинамические основы теплофикации и понятие о тригенерации.
22. Недостатки  $H_2O$  как рабочего тела, понятие о ВКВ и НКВ и области их применения в координатах T-S.
23. Бинарный цикл  $Hq-H_2O$ .
24. Парогазовый бинарный цикл.
25. Бинарный цикл с МГДГ.
26. Обратный цикл Карно и величины, характеризующие эффективность холодильной машины и теплового насоса.
27. Воздушная холодильная машина и особенности ее работы.
28. Паровые холодильные машины.
29. Тепловой насос.
30. Дросселирование и его применение в технике.

### ПР-1 Индивидуальное задание

Для паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, заданы начальные параметры пара:  $P_1, t_1$ ; давление в конденсаторе  $P_2$ , внутренний относительный КПД  $\eta_{oi}$ . Вторично пар перегревается при давлении  $P_{пп}$  до первоначальной температуры. Отбор пара на регенерацию производится при давлении  $P_{отб}$ .

Выполнить расчет цикла Ренкина с заданными параметрами. Выполнить расчеты для случая применения промежуточного перегрева пара и регенерации тепла. Представить цикл в диаграммах T-S и h-s.

Задание по вариантам (по последним двум цифрам номера зачетной книжки)

N вар	$P_1$ МПа	$t_1$ °C	$P_2$ МПа	$P_{пп}$ МПа	$P_{отб}$ МПа	$\eta_{oi}$ -
1	15	600	0,02	0,15	0,04	0,98
2	15	600	0,03	0,3	0,04	0,98
3	15	600	0,05	0,4	0,08	0,98
4	15	560	0,055	5	0,1	0,98
5	15	560	0,06	2	0,2	0,95
6	15	560	0,07	2	0,2	0,95
7	10	550	0,011	2	0,4	0,95
8	10	550	0,012	2	0,5	0,95
9	10	550	0,013	0,3	0,05	0,9
10	10	550	0,014	0,2	0,06	0,9
11	10	500	0,015	0,3	0,07	0,9
12	5	500	0,016	0,1	0,08	0,9
13	5	500	0,017	0,2	0,03	0,85
14	5	500	0,018	0,3	0,04	0,85
15	5	450	0,019	0,4	0,05	0,85
16	5	450	0,02	0,5	0,06	0,85
17	3	450	0,021	0,1	0,05	0,82
18	3	450	0,022	0,2	0,06	0,82
19	3	300	0,023	0,3	0,07	0,82
20	3	300	0,024	0,1	0,08	0,8
21	3	300	0,025	0,2	0,1	0,8
22	3	300	0,026	0,3	0,2	0,8
23	3	300	0,027	0,4	0,3	0,8

24	3	600	0,005	0,2	0,01	0,98
25	3	600	0,006	0,3	0,01	0,98
26	3	600	0,007	0,4	0,02	0,98
27	3	560	0,008	0,5	0,03	0,98
28	3	560	0,009	0,6	0,03	0,95
29	3	560	0,01	0,7	0,04	0,95
30	3	550	0,011	0,8	0,04	0,95
31	5	550	0,012	0,9	0,05	0,95
32	5	550	0,013	1	0,06	0,95
33	5	550	0,014	2	0,07	0,9
34	5	500	0,015	3	0,09	0,9
35	5	500	0,016	4	0,1	0,9
36	10	500	0,017	0,5	0,02	0,9
37	10	500	0,018	1	0,05	0,85
38	10	450	0,019	2	0,05	0,85
39	10	450	0,02	3	0,1	0,85
40	10	450	0,021	4	0,2	0,85
41	15	450	0,05	0,5	0,3	0,83
42	10	400	0,04	0,1	0,05	0,83
43	10	400	0,05	0,2	0,1	0,83
44	10	400	0,05	0,3	0,15	0,8
45	10	400	0,05	0,4	0,2	0,8
46	15	400	0,027	0,5	0,3	0,8

## Примеры тестовых заданий

### **Задание #1**

Вопрос:

Термодинамическая система без обмена с внешней средой веществом и энергией называется:

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Адиабатной
- 2) Открытой
- 3) Замкнутой

### **Задание #2**

Вопрос:

В каком процессе (исходя из первого закона термодинамики) вся теплота подведенная к системе идет на изменение внутренней энергии?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) В изотермическом
- 2) В изохорном
- 3) В адиабатном

### **Задание #3**

Вопрос:

Термодинамический процесс без теплообмена с окружающей средой называется:

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Изотермическим
- 2) Адиабатным
- 3) Изобарным

### **Задание #4**

Вопрос:

Если степень сухости пароводяной смеси равна нулю ( $x=0$ ), какому состоянию это соответствует?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Пар в состоянии насыщения
- 2) Такого состояния не бывает
- 3) Вода в состоянии насыщения

### **Задание #5**

Вопрос:

В каких единицах измеряется относительная влажность воздуха?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

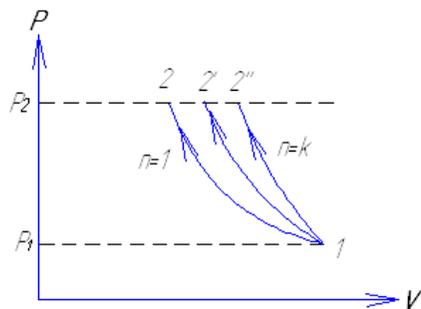
- 1) кг воды/кг воздуха
- 2) %
- 3) кг/м<sup>3</sup>

### **Задание #6**

Вопрос:

В каком процессе сжатия на диаграмме работа затрачиваемая на привод компрессора минимальна?

Изображение:



Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) 1-2
- 2) 1-2''
- 3) 1-2'

### **Задание #7**

Вопрос:

По какому уравнению рассчитывается холодильный коэффициент (эффективность работы холодильной машины)?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

1) 
$$X = \frac{Q_1}{L_{\text{ц}}} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

2) 
$$X = \frac{L}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

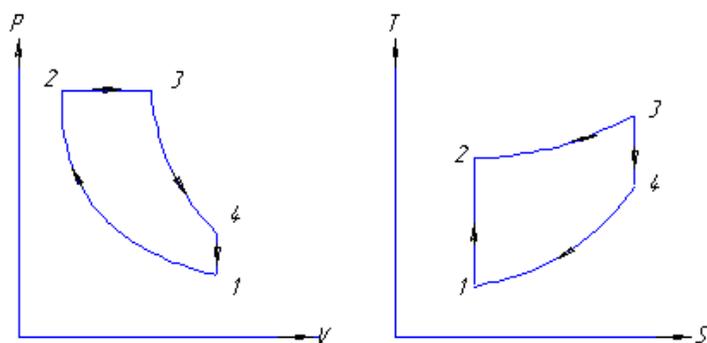
3) 
$$X = \frac{Q_2}{L_{\text{ц}}} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

### **Задание #8**

Вопрос:

Цикл ДВС изображенный на диаграмме называется:

Изображение:



Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Цикл Гринклера
- 2) Цикл Отто
- 3) Цикл Дизеля

### **Задание #9**

Вопрос:

Цикл паросиловой установки, который происходит только в области влажного пара называется:

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) циклом Отто
- 2) циклом Карно
- 3) циклом Ренкина

### **Задание #10**

Вопрос:

Эффективность работы любой компрессионной холодильной машины оценивается следующими характеристиками:

Выберите один из 3 вариантов ответа:

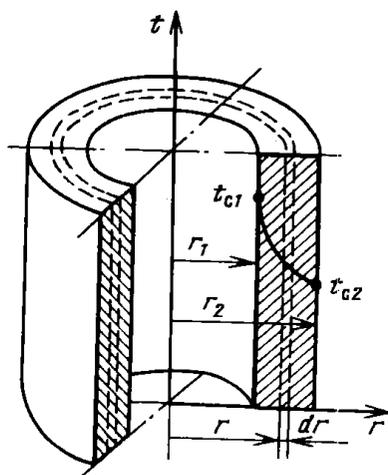
- 1) Затратами энергии в виде работы цикла, температурой охлаждаемого тела, холодильным коэффициентом
- 2) Хладопроизводительностью, температурой охлаждаемого тела, холодильным коэффициентом
- 3) Хладопроизводительностью, затратами энергии в виде работы цикла, температурой охлаждаемого тела, холодильным коэффициентом

### **Задание #11**

Вопрос:

Теплопроводность через плоскую цилиндрическую однослойную стенку рассчитывается по формуле

Изображение:



Выберите один из 3 вариантов ответа:

$$1) q_l = \frac{2 \cdot \pi \cdot (t_1 - t_2)}{R}, \text{ где } R = \sum_{i=1}^n \frac{l}{\lambda_i} \cdot \ln \left( \frac{d_{i+1}}{d_i} \right)$$

2)

$$t_r = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \cdot \ln \frac{d_r}{d_1}$$

3)

$$q = \frac{\pi \cdot (t_1 - t_2)}{\frac{l}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}$$

### **Задание #12**

Вопрос:

$$Re = \frac{\omega \cdot l}{\nu}$$

Число Рейнольдс  $\nu$  характеризует

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) характеризует интенсивность конвективного теплообмена (связывает количество теплоты, передаваемой за счет конвекции, и перенос теплоты за счет теплопроводности при одном и том же перепаде температур)
- 2) условия движения теплоносителя (связывает скоростные характеристики потока с действием сил трения)
- 3) характеризует относительную эффективность подъемной силы, вызывающей свободную конвекцию

### **Задание #13**

Вопрос:

Почему тепловое излучение интенсивно при высоких температурах поверхности тела?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Потому что зависит от абсолютной температуры в 4 степени.
- 2) Потому что зависит от абсолютной температуры в 6 степени.
- 3) Потому что зависит от абсолютной температуры во 2 степени.

### **Задание #14**

Вопрос:

Что характеризует критический диаметр изоляции?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

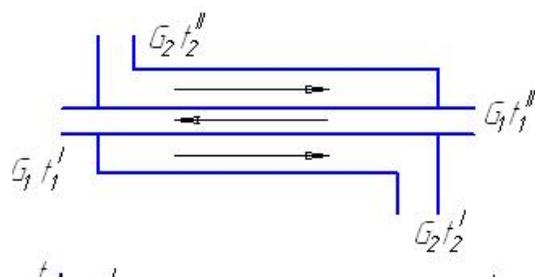
- 1) Это величина при которой тепловые потери с трубопровода максимальны (при неправильном выборе изоляции).
- 2) Это величина при которой тепловые потери с трубопровода минимальны (при неправильном выборе изоляции).
- 3) Это величина при которой тепловые потери с трубопровода минимальны.

### **Задание #15**

Вопрос:

Как называется такая схема движения теплоносителей?

Изображение:



Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) Прямоток
- 2) Противоток
- 3) Перекрестная

### 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 выставления оценки студенту на зачете/ экзамене  
по дисциплине «Теплотехника»:**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено»/ «отлично»	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. Уверенно знает фундаментальные законы существования тепловых процессов и понятия термодинамики, механизмы энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок, основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии, влияние параметров рабочего тела на технико-экономические показатели циклов энергоустановок. Свободно умеет применять фундаментальные законы существования тепловых процессов при расчетах циклов энергоустановок, производить расчеты технико-экономических показателей циклов энергоустановок. Отлично владеет принципами расчетов циклов энергоустановок с оценкой их эффективности.
85-76	«зачтено»/ «хорошо»	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. Хорошо знает фундаментальные законы существования тепловых процессов и понятия термодинамики, механизмы энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок, основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии, влияние параметров рабочего тела на технико-экономические показатели циклов энергоустановок. Умеет применять фундаментальные законы существования тепловых процессов при расчетах циклов энергоустановок, производить расчеты технико-экономических показателей циклов энергоустановок. Владеет принципами расчетов циклов энергоустановок с оценкой их эффективности.
75-61	«зачтено»/ «удовлетвори тельно»	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. Поверхностно знает фундаментальные законы существования тепловых процессов и понятия термодинамики, механизмы энергопревращений и реализации их в циклах

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
		<p>энергоустановок, основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии, влияние параметров рабочего тела на технико-экономические показатели циклов энергоустановок. Немного умеет применять фундаментальные законы существования тепловых процессов при расчетах циклов энергоустановок, производить расчеты технико-экономических показателей циклов энергоустановок. Частично владеет принципами расчетов циклов энергоустановок с оценкой их эффективности.</p>
60-50	<p><i>«не зачтено»/ «неудовлетво рительно»</i></p>	<p>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. Не знает фундаментальные законы существования тепловых процессов и понятия термодинамики, механизмы энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок, основные уравнения, описывающие процесс преобразования энергии, влияние параметров рабочего тела на технико-экономические показатели циклов энергоустановок. Не умеет применять фундаментальные законы существования тепловых процессов при расчетах циклов энергоустановок, производить расчеты технико-экономических показателей циклов энергоустановок. Не владеет принципами расчетов циклов энергоустановок с оценкой их эффективности.</p>