**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Самарский государственный технический университет»**
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Б1.О.03.01 «Техническая термодинамика»

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника |
| **Направленность (профиль)** | Технологический надзор, эксплуатация и диагностика промышленных и энергетических объектов |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2022 |
| **Институт / факультет** | Теплоэнергетический факультет (ТЭФ) |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 288 / 8 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

Самара 2022

**Б1.О.03.01 «Техническая термодинамика»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

| | |
|---|---|
| Доцент, кандидат технических наук, доцент | Е.В Котова |
| (должность, степень, ученое звание) | (ФИО) |
| Заведующий кафедрой | В.А. Кудинов, доктор физико-математических наук, профессор |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

СОГЛАСОВАНО:

| | |
|---|---|
| Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии) | Ю.Н Горбунова, кандидат экономических наук |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Руководитель образовательной программы | Е.В. Стефанюк, доктор технических наук, профессор |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы ..... 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий ..... 5
4.1 Содержание лекционных занятий ..... 6
4.2 Содержание лабораторных занятий ..... 9
4.3 Содержание практических занятий ..... 11
4.4. Содержание самостоятельной работы ..... 14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) ..... 15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения ..... 16
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем ..... 16
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) ..... 17
9. Методические материалы ..... 17
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) ..... 19

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ОПК-4.1 Знать основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках системах | |
| | | ОПК-4.2 Уметь выполнять расчёты теплотехнических установок и систем | |
| | | ОПК-4.3 Владеть навыками применения основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины | Параллельно осваиваемые дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---|---|---|
| ОПК-4 | Производство и распределение энергии | | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Тепломассообмен; Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике |

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с

**преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы | Всего часов / часов в электронной форме | 3 семестр часов / часов в электронной форме | 4 семестр часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|
| **Аудиторная контактная работа (всего),** в том числе: | 128 | 64 | 64 |
| Лабораторные работы | 32 | 16 | 16 |
| Лекции | 32 | 16 | 16 |
| Практические занятия | 64 | 32 | 32 |
| **Внеаудиторная контактная работа, КСР** | 8 | 4 | 4 |
| **Самостоятельная работа (всего),** в том числе: | 80 | 40 | 40 |
| написание рефератов | 10 | 0 | 10 |
| подготовка к коллоквиуму | 10 | 10 | 0 |
| подготовка к лабораторным работам | 30 | 10 | 20 |
| подготовка к практическим занятиям | 10 | 10 | 0 |
| составление конспектов | 20 | 10 | 10 |
| **Контроль** | 72 | 36 | 36 |
| **Итого: час** | 288 | 144 | 144 |
| **Итого: з.е.** | 8 | 4 | 4 |

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ЛЗ | ЛР | ПЗ | СРС | Всего часов |
| 1 | Основные понятия и законы технической термодинамики | 16 | 28 | 36 | 50 | 130 |
| 2 | Циклы газотурбинных установок и реак-тивных двигателей. | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 3 | Паросиловые установки | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 4 | Холодильные установки и термотрансформаторы | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 5 | Атомные станции, парогазовые и магнито-гидродинамические установки | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 6 | Химическая термодинамика | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 7 | Реальные газы | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 8 | Течение газов и паров | 2 | 4 | 4 | 20 | 30 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Циклы поршневых компрессоров | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 |
| 10 | Циклы двигателей внутреннего сгорания | 2 | 0 | 6 | 10 | 18 |
| | **КСР** | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | **Контроль** | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 |
| | **Итого** | 32 | 32 | 64 | 80 | 288 |

## 4.1 Содержание лекционных занятий

| **№ занятия** | **Наименование раздела** | **Тема лекции** | **Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов / часов в электронной форме** |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.1. Введение. | Предмет и метод термоди-намики. Техническая термодинамики как основа тепло-энергетики. Значение техни-ческой термодинамики в си-стеме подготовки инженера-теплоэнергетика. | 2 |
| 2 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.2. Основные поня-тия и определения. | Параметры состояния и еди-ницы их измерений. Термоди-намическое равновесие. Тер-модинамический процесс. Равновесные и неравновес-ные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Роль обратимых процессов | 2 |
| 3 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.3. Термодинамика идеального газа. | Основные законы идеальных газов. Термическое уравнение состояния. Термические ко-эффициенты. Уравнение со-стояния идеального газа. Га-зовая постоянная | 2 |
| 4 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.4. Первое начало термодинамики. | Теплота и работа-форма пе-редачи энергии. Эквивалент-ность теплоты и работы. Работа изменения объема газа. Понятие положительной и отрицательной работы. Внутренняя энергия тела и ее физический смысл. Форму-лировка и аналитическое вы-ражение первого начала тер-модинамики. Внутренняя энергия как функция состоя-ния. Различие в содержании понятий теплота, работа и энергия. Энтальпия и ее фи-зический смысл | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.5. Теплоемкость. Тема 1.6. Смеси идеальных газов. Тема 1.7. Влажный воздух | Теплоемкости ср и cv, связь между ними. Формулы для определения внутренней энергии и энтальпии идеаль-ных газов. Связь ср и cv для идеального газа. Формулы для определения количества теп-лоты, передаваемой в про-цессе. Интерполяционные формулы. Связь между сред-ней и истинной теплоемко-стями. Формулы для опреде-ления количества теплоты по табличным значениям средней теплоемкости. Эле-менты молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Спо-собы задания смеси. Теплоем-кость смеси. Уравнение со-стояния смеси идеальных газов. Смешение газов и па-ров. Абсолютная и относи-тельная влажность. Точка росы. Влагосодержание. Диа-грамма h-d влажного воздуха. Процессы в диаграмме h-d влажного воздуха. | 2 |
| 6 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.8. Основные газо-вые процессы. | Задачи и методы исследова-ния процессов. Изохорный. изобарный, изотермный и адиабатный процессы. Ис-следование политропного процесса. | 2 |
| 7 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.9. Второе начало термодинамики. | Простейшие равновесные процессы и условия их осуществления. Круговые процессы (циклы). Термический к. п. д. Энтропия. Вычисления изменения энтропии для обратимых процессов с идеальными газами. T-s диаграмма и ее использование. Изменение энтропии в необратимых процессах. Физические трактовки энтропии. Потеря работоспособности изолированной системы при протекании в ней необратимых процессов (эксергия и анергия). Термодинамическое тождество. Регенерация теплоты и необратимость. Обобщенный цикл Карно. Термодинамическая шкала температур. | 2 |
| 8 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1.10 Цикл Карно. Тема 1.11. Характеристиче-ские функции и дифферен-циальные уравнения тер-модинамики. | Цикл Карно с идеальным газом. Теоремы Карно. Обобщенный термодинамический цикл Карно. Регенерация теплоты Характеристические функции как потенциалы. Общие условия термодинамического равновесия. Вывод зависимостей калорических величин от термодинамических параметров. Составление уравнения состояния по экспериментальным данным для зависимости изобарной теплоемкости от температуры. Метод определения термодинамических величин по уравнению состояния. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| | | **4 семестр** | | |
| 9 | Циклы газотурбинных установок и реак-тивных двигателей. | Тема 6.1. Газотурбинные установки (ГТУ). Тема 6.2. Циклы реактивных двигате-лей. | Цикл ГТУ с подводом тепло-ты при постоянном давлении. Цикл ГТУ с подводом тепло-ты при постоянном давлении и с регенерацией. Цикл с под-водом теплоты при постоян-ном объеме. Методы повы-шения к. п. д. циклов газотур-бинных установок. Замкну-тый цикл ГТУ. Бескомпрес-сорные и турбокомпрессор-ные реактивные двигатели. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Холодильные установки и термотрансформаторы | Тема 7.1. Циклы холодиль-ных установок. Тема 7.2. Тепловой насос. | Трансформаторы теплоты. Коэффициент преобразования теплового насоса. Основные характеристики холодильных установок. Обратный цикл Карно. Воздушная холодиль-ная установка. Паровая ком-прессионная холодильная установка. Абсорбционная холодильная установка. Вих-ревая холодильная установка. | 2 |
| 11 | Атомные станции, парогазовые и магнито-гидродинамические установки | Тема 8.1 Циклы атомных электростанций, парогазо-вых и магнитогидродина-мических установок. | Термодинамические циклы атомных установок. Циклы парогазовых установок. Цик-лы установок с магнитогид-родинамическими генерато-рами. | 2 |
| 12 | Химическая термодинамика | Тема 9.1. Элементы химической термодинамики. | Основные понятия. Химический потенциал. Фазовое равновесие. Тепловые эффекты реакций. Закон действия масс. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. | 2 |
| 13 | Реальные газы | Тема 2.1. Реальный газ и его свойства. Тема 2.2. Водяной пар. Тема 2.3. Диаграммы T-s и h-s водяного пара. | Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критические па-раметры. Опыты Эндрюса. Термодинамическое подобие. Ассоциации и диссоциации молекул. Уравнение состоя-ния реальных газов – уравне-ние Вукаловича-Новикова. Во-дяной пар, его свойства и характеристики. Диаграмма p-v водяного пара и ее исполь-зование. Термодинамические процессы в диаграмме p-v во-дяного пара. Определение па-раметров пара по диаграмме p-v и таблицам. Основные процессы изменения состоя-ния водяного пара. Определе-ние параметров пара по диа-граммам T-s и h-s. | 2 |
| 14 | Течение газов и паров | Тема 3.1. Термодинамика газового потока. Тема 3.2. Сопла и диффу-зоры. Тема 3.3. Дросселирова-ние. | Уравнение первого начала термодинамики для газового потока. Уравнение энергии газового потока. Обобщенное уравнение Бернулли-уравнение работ. Частные случаи уравнения работ. Основные закономерности соплового и диффузорного течения газа. Температура торможения. Истечение через суживающиеся сопла. Истечение через комбинированные сопла. Необратимое истечение. Истечение реального газа. Нерасчетные режимы сопла Лаваля. Сопла с косым срезом. Процесс дросселирования. Уравнение процесса дросселирования. Дроссельный эффект. Инверсионная кривая. Вывод уравнения состояния по дроссельному эффекту. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15 | Циклы поршневых компрессоров | Тема 4.1. Одноступенчатый поршневой компрессор. Тема 4.2. Многоступенча-тое сжатие. | Циклы компрессорных машин. Индикаторная диаграмма и работа идеального односту-пенчатого поршневого ком-прессора. Объемный к. п. д. компрессора. Критическое отношение давлений. Дей-ствительная индикаторная диаграмма. Вредное про-странство. Индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора при наличии вредного простран-ства. Индикаторная диа-грамма многоступенчатого компрессора. Оптимальное распределение давлений по ступеням компрессора. Необ-ратимое сжатие. Изображе-ние процессов многоступен-чатого сжатия вT-suh-sдиаграммах. Мощность и коэффициент полезного дей-ствия компрессора. | 2 |
| 16 | Циклы двигателей внутреннего сгорания | Тема 5.1. Циклы двигателей внутреннего сгорания | Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при по-стоянном давлении. Смешан-ный цикл. Расчет парамет-ров в характерных точках циклов. К. п. д. циклов двига-телей внутреннего сгорания. Удельная работа циклов, рас-ход теплоты и топлива. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| | | | **Итого:** | **32** |

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема лабораторного занятия | Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Определение универ-сальной газовой посто-янной. | Основные законы идеальных газов. Термическое уравнение состояния. Термические коэффициенты. Уравне-ние состояния идеального газа. Газовая постоянная. | 2 |
| 2 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Определение универ-сальной газовой посто-янной. | Основные законы идеальных газов. Термическое уравнение состояния. Термические коэффициенты. Уравне-ние состояния идеального газа. Газовая постоянная. | 2 |
| 3 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давле-нии и объеме | Теплоемкость в изобарном и в изохорном процессе. Уравнение Майера. Адиабатный процесс. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давле-нии и объеме | Теплоемкость в изобарном и в изохорном процессе. Уравнение Майера. Адиабатный процесс. | 2 |
| 5 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Определение коэффи-циента вязкости воздуха капиллярным методом | Явления внтуреннего переноса в газах. | 2 |
| 6 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Определение коэффи-циента вязкости воздуха капиллярным методом | Явления внтуреннего переноса в газах. | 2 |
| 7 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Первый закон термоди-намики в приложении к решению одного из ви-дов технических задач. | Теплота и работа -форма передачи энергии. Эквивалентность теплоты и работы. Работа изменения объема га-за. | 2 |
| 8 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Первый закон термоди-намики в приложении к решению одного из ви-дов технических задач. | Теплота и работа -форма передачи энергии. Эквивалентность теплоты и работы. Работа изменения объема га-за. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| **4 семестр** | | | | |
| 9 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Графическое определе-ние параметров влажно-го воздуха. | Влажность воздуха. I-d– диаграмма, ее использование | 2 |
| 10 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Графическое определе-ние параметров влажно-го воздуха. | Влажность воздуха. I-d– диаграмма, ее использование | 2 |
| 11 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Определение параметров влажного воздуха. | Влажность воздуха. Эмпирические формулы определения параметров влажного воздуха. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Определение параметров влажного воздуха | Влажность воздуха. Эмпирические формулы определения параметров влажного воздуха. | 2 |
| 13 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении метал-ла. | Энтропия. Вычисления изменения энтропии для обратимых процессов с идеальными газами. T-s диаграмма и ее использование | 2 |
| 14 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Продолжение. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении метал-ла. | Энтропия. Вычисления изменения энтропии для обратимых процессов с идеальными газами. T-s диаграмма и ее использование. | 2 |
| 15 | Течение газов и паров | Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло. | Истечение и дросселирование газов и паров. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режи-ма. Действительный процесс истече-ния. | 2 |
| 16 | Течение газов и паров | Продолжение. Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло. | Истечение и дросселирование газов и паров. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режи-ма. Действительный процесс истече-ния. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| | | | **Итого:** | **32** |

## 4.3 Содержание практических занятий

| **№ занятия** | **Наименование раздела** | **Тема практического занятия** | **Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов / часов в электронной форме** |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 1. Уравнение со-стояния, термодинами-ческие параметры со-стояния. | Закон идеального газа; работа изменения объема газа. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 2. Первое начало термодинамики. | Расчет работы изменения объема газа. Понятие положительной и отрицательной работы. Внутрен-няя энергия тела. Аналитическое выражение первого начала термо-динамики. Внутренняя энергия как функция состояния | 2 |
| 3 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 3. Теплоемкость | Теплоемкости ср и cv, связь между ними. Расчет количества тепло-ты, передаваемой в процессе. При-менение Интерполяционных фор-мул. Связь между средней и истин-ной теплоемкостями. | 2 |
| 4 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 4. Исследование изохорного, изобарно-го термодинамических процессов. | Графики процессов в диаграммер-vдля случаев нагревания и охла-ждения. Применение формул, выра-жающих соотношение между пара-метрами в процессе. Расчет внутренней энергии, работы и теплоты процессов. | 2 |
| 5 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 5. Исследование изотермного, адиабат-ного термодинамиче-ских процессов. | Графики процессов в диаграммер-vдля случаев нагревания и охлаждения. Применение формул, выражающих соотношение между параметрами в процессе. Расчет внутренней энергии, работы и теплоты процессов. | 2 |
| 6 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 6. Исследование политропного процес-са. | График процесса в диаграммер-v. Способы определения показателей политропы. Условия перехода в изохорный, изобарный, изотерми-ческий и адиабатный процессы | 2 |
| 7 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 7. Второе начало термодинамики. | Расчет термического к. п. д. Цикла Карно. Применение теоремы Карно. Обобщенный цикл Карно. Термоди-намическая шкала температур. | 2 |
| 8 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 8. Энтропия. | Вычисления изменения энтропии для обратимых процессов с иде-альными газами. T-s диаграмма и ее использование. Изменение энтро-пии в необратимых процессах. | 2 |
| 9 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 9. Диаграммы p-v и T-s водяного пара. | Основные процессы изменения со-стояния водяного пара. Определе-ние параметров пара по диаграм-мамT-s и h-s. | 2 |
| 10 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 10. Характеристи-ческие функции и диф-ференциальные урав-нения термодинамики. | Схема применения дифференци-альных соотношений термодинами-ки применительно к решению кон-кретных задач. | 2 |
| 11 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 11. Расчет газо-вых процессов при пе-ременной теплоемко-сти | Изохорный, изобарный, изотерми-ческий, адиабатный термодинами-ческие процессы. | 2 |
| 12 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 11. Расчет газо-вых процессов при пе-ременной теплоемко-сти. | Изохорный, изобарный, изотерми-ческий, адиабатный термодинами-ческие процессы | 2 |
| 13 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 12. Графический метод решения задач по диаграмме T-s. | Изохорный, изобарный, изотерми-ческий, адиабатный термодинами-ческие процессы. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 13. Газовые сме-си. | Способы задания смеси. Теплоем-кость смеси. Уравнение состояния смеси идеальных газов. Смешение газов и паров. | 2 |
| 15 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 14. Водяной пар. Основные параметры и термодинамические величины. | Основные паровые процессы. Тео-ретический паросиловой цикл (цикл Ренкина). | 2 |
| 16 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 15. Водяной пар. Основные параметры и термодинамические величины. (продолже-ние). | Решение задач с использованием is-диаграммы. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| **4 семестр** | | | | |
| 17 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 16. Второй закон термодинамики и циклы тепловых двигателей | Работоспособность газов и паров. | 2 |
| 18 | Основные понятия и законы технической термодинамики | Тема 17. Влажный воз-дух | Гомогенная и гетерогенная смесь влажного воздуха. Расчетные формулы для определения энталь-пии влажного воздуха. Энтропия влажного воздуха. | 2 |
| 19 | Циклы газотурбинных установок и реак-тивных двигателей. | Тема 25. Прямой газо-вый изобарный цикл полного расширени | Расчет параметров в характерных точках цикла, к. п. д., удельной ра-боты, расхода теплоты и топли-ва. | 2 |
| 20 | Циклы газотурбинных установок и реак-тивных двигателей. | Тема 26. Прямой газо-вый изохорный цикл полного расширения | Расчет параметров в характерных точках цикла, к. п. д., удельной ра-боты, расхода теплоты и топли-ва. | 2 |
| 21 | Паросиловые установки | Тема 27. Паровой цикл Ренкина полного рас-ширения. | Расчет полезной работы, терми-ческого к. п. д..Оценка влияния па-раметров пара на термический к. п. д. | 2 |
| 22 | Холодильные установки и термотрансформаторы | Тема 28. Циклы холо-дильных машин | Расчет основных характеристик холодильных установок. Обратный цикл Карно. Воздушная холодильная установка. Паровая компрессион-ная холодильная установка. | 2 |
| 23 | Холодильные установки и термотрансформаторы | Тема 29. Циклы холо-дильных машин (про-должение). | Абсорбционная холодильная уста-новка. Вихревая холодильная уста-новка. Пароводяная холодильная установка. | 2 |
| 24 | Химическая термодинамика | Тема 30. Термодинами-ка химических процес-сов. | Тепловые эффекты реакций. Закон действия масс. Третье начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. | 2 |
| 25 | Химическая термодинамика | Тема 31. Аналитический расчет горения жидко-го и твердого топлива. | Определение объема кислорода для окисления горючих элементов топлива. Определение количества воздуха для сжигания 1 кг воздуха. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 26 | Течение газов и паров | Тема 18. Истечение га-зов | Основные уравнения процессов те-чения. Закономерности течения. Частные случаи движения идеаль-ного газа. Параметры торможения. Уравнение скорости адиабатного потока. | 2 |
| 27 | Течение газов и паров | Тема 19. Истечение га-зов и паров (продол-жение). | Истечение газа из резервуара не-ограниченной емкости. Основные уравнения процессов течения. Ис-течение с учетом трения. Дроссе-лирование газов и паров. | 2 |
| 28 | Циклы поршневых компрессоров | Тема 20. Одноступен-чатый поршневой ком-прессор. | Идеальный одноступенчатый поршневой компрессор. Процессы сжатия в одноступенчатом порш-невом компрессоре. Вредное про-странство. Объемный КПД ком-прессора. | 2 |
| 29 | Циклы поршневых компрессоров | Тема 21. Многоступен-чатый поршневой ком-прессор. | Многоступенчатое сжатие. Рас-чет мощности и коэффициента полезного действия компрессора | 2 |
| 30 | Циклы двигателей внутреннего сгорания | Тема 22. Прямой газо-вый изохорный цикл неполного расширения | Расчет параметров в характерных точках цикла, к. п. д., удельной ра-боты, расхода теплоты и топли-ва. | 2 |
| 31 | Циклы двигателей внутреннего сгорания | Тема 23. Прямой газо-вый изобарный цикл неполного расширения. | Расчет параметров в характерных точках цикла, к. п. д., удельной ра-боты, расхода теплоты и топли-ва. Сравнение изохорного и изобар-ного циклов неполного расширения. | 2 |
| 32 | Циклы двигателей внутреннего сгорания | Тема 24. Прямой газо-вый смешанный цикл неполного расширения. | Расчет параметров в характерных точках цикла, к. п. д., удельной ра-боты, расхода теплоты и топли-ва. Сравнение изохорного и изобар-ного циклов неполного расширения. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| | | | **Итого:** | **64** |

## 4.4. Содержание самостоятельной работы

| **Наименование раздела** | **Вид самостоятельной работы** | **Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов** |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| Основные понятия и законы технической термодинамики | подготовка к лабораторным рабо-там, выполнение соответствующих заданий | Подготовка к отчету по ла-бораторным работам № 1 – 4 | 10 |
| Основные понятия и законы технической термодинамики | самостоятельное изучение тем | Тема 1.9. Дифференциаль-ные уравнения термодина-мики | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Основные понятия и законы технической термодинамики | подготовка к устному опросу | Первый и второй законы термодинамики. Основные параметры состояния рабо-чего тела. Термодинамиче-ский процесс. Основные термодинамические про-цессы. | 10 |
| Основные понятия и законы технической термодинамики | подготовка к практическим заняти-ям, выполнение соответствующих заданий | Способы задания смеси. Теплоемкость смеси. Урав-нение состояния смеси иде-альных газов. Смешение га-зов и паров. | 10 |
| | | **Итого за семестр:** | **40** |
| **4 семестр** | | | |
| Основные понятия и законы технической термодинамики | подготовка к лабораторным рабо-там, выполнение соответствующих заданий | Подготовка к отчету по ла-бораторным работам № 1 – 3 | 10 |
| Течение газов и паров | подготовка к лабораторным рабо-там, выполнение соответствующих заданий | Подготовка к отчету по ла-бораторной работе № 4 | 10 |
| Течение газов и паров | самостоятельное изучение тем | Уравнение 1-го закона тер-модинамики для газового потока. Уравнение нераз-рывности потока. Дроссели-рование. Инверсионная кри-вая. Сопло и диффузор. Сопло Лаваля. Тепловое сопло. Расходное цилин-дрическое сопло. Макси-мальный расход и критиче-ская скорость. | 10 |
| Циклы двигателей внутреннего сгорания | написание рефератов | Циклы теплотехнических установок | 10 |
| | | **Итого за семестр:** | **40** |
| | | **Итого:** | **80** |

## 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

| **№ п/п** | **Библиографическое описание** | **Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.) |
|---|---|---|
| Основная литература | | |
| 1 | Кудинов, А.А. Строительная теплофизика : учеб.пособие / А. А. Кудинов.- М., Инфра-М, 2014.- 261 с. | Электронный ресурс |
| 2 | Кудинов, В.А. Техническая термодинамика : учеб.пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов .- 5-е изд.,стер..- М., Высш.шк., 2007.- 261 с. | Электронный ресурс |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | Кудинов, В.А. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. для бакалавров / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов , Е. В. Стефанюк .- 2-е изд., перераб. и доп..- М., Юрайт, 2013.- 566 с. | Электронный ресурс |
| Учебно-методическое обеспечение | | |
| 4 | Котова, Е.В. Исследование теплоемкости газов и твердых тел : лаборатор. практикум / Е. В. Котова, Р. Ж. Габдушев, В. А. Родионов; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика.- Самара, 2017.- 60 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|2907 | Электронный ресурс |
| 5 | Котова, Е.В. Техническая термодинамика : сборник задач / Е. В. Котова, Т. Б. Тарабрина; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика.- Самара, 2019.- 83 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|3554 | Электронный ресурс |
| 6 | Определение параметров влажного воздуха : метод.указания / Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика; сост.: Р. Ж. Габдушев, М. С. Антимонов.- Самара, 2013.- 12 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|1876 | Электронный ресурс |
| 7 | Термодинамика газового потока : лаборатор. практикум / Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика; сост.: Е. В. Котова, А. В. Еремин.- Самара, 2015.- 52 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|2908 | Электронный ресурс |
| 8 | Трубицын, К.В. Тепло- и хладотехника : лаборатор. практикум / К. В. Трубицын, Т. А. Галтеева; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретические основы теплотехники и гидромеханика.- Самара, 2015.- 99 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|1511 | Электронный ресурс |

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

| № п/п | Наименование | Производитель | Способ распространения |
|---|---|---|---|
| 1 | Microsoft office | Microsoft (Зарубежный) | Лицензионное |
| 2 | Kaspersky | kaspersky lab (Отечественный) | Лицензионное |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование | Краткое описание | Режим доступа |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/ | Ресурсы открытого доступа |
| 2 | консультационный центр Matlab и Simulink | http://matlab.exponenta.ru | Ресурсы открытого доступа |

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

**Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

**Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

**Лабораторные занятия**

Для лабораторных занятий используется аудитория № 30, оснащенная следующим оборудованием:

№4,6,7– Виртуальная лаборатория теплотехники TeploSGTU

№1 – лабораторный стенд ФПТ 1? 12. Определение универсальной газовой постоянной методом откачки.

№2 - лабораторный стенд ФПТ 1? 6. Определение отношения теплоёмкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме

№5 - Гигрометр психрометрический ВИТ-1

№8 - лабораторный стенд ФПТ 1? 8. Определение удельной теплоты кристаллизациии изменения энтропии при охлаждении металла.

**Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование

речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

## Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и

последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

# 10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03.01 «Техническая термодинамика»

**Фонд оценочных средств**
**по дисциплине**
**Б1.О.03.01 «Техническая термодинамика»**

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника |
| **Направленность (профиль)** | Технологический надзор, эксплуатация и диагностика промышленных и энергетических объектов |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2022 |
| **Институт / факультет** | Теплоэнергетический факультет (ТЭФ) |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 288 / 8 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ОПК-4.1 Знать основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках системах | |
| | | ОПК-4.2 Уметь выполнять расчёты теплотехнических установок и систем | |
| | | ОПК-4.3 Владеть навыками применения основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | |

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

| **Код и индикатор достижениякомпетенции** | | | **Разделы** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Основные понятия и законы технической термодинамики | Реальные газы | Течение газов и паров. | Циклы поршневых компрессоров. | Циклы двигателей внутреннего сгорания | Циклы газотурбинных установок и | Паросиловые установки | Холодильные установки и термотрансформато | Атомные станции, парогазовые и магнитогидродинам | Химическая термодинамика. |
| В1 ОПК-3.3. | У1 ОПК-3.2. | З1 ОПК-3.1. | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства | Наименование оценочного средства |
| Отчет по ЛР №1-3,5,6,8 | Контрольная работа по темам ПЗ | Собеседование | | | | | | | | | | |
| Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Отчет по ЛР №4,7 | Вопросы к экзамену | Конспект к теме 3.1. Вопросы к | | | | | | | | | | |
| Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | Реферат Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |
| Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | Вопросы к экзамену | | | | | | | | | | |

# 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

### 2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Текущая аттестация студента по дисциплине производится лектором в устанавливаемые учебным управлением сроки два раза в одном семестре. Учитываются посещения студентом лекций и результаты его работы на лабораторных , практических занятиях, а также выполнение студентов самостоятельной работы. Вид оценки при проведении текущей аттестации студента – зачет или незачет.

**Вопросы для проведения собеседования**

1. Первый и второй законы термодинамики. Основные параметры состояния рабочего тела.
2. Что называется термодинамическим процессом? Основные термодинамические процессы.
3. Циклы двигателей внутреннего сгорания.
4. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме.
5. Воздушная холодильная установка. Циклы холодильных установок.
6. Основной цикл ПСУ - цикл Ренкина. Полезная работа, термический к.п.д. цикла Ренкина.

**Вопросы и темы лекционного курса для самостоятельного изучения и конспектирования**

Перечень вопросов и тем лекционного курса для самостоятельного изучения и конспектирования представлен в табл.9 рабочей программы.

Конспекты студентами оформляются в рукописном виде в лекционных тетрадях с использованием основной и дополнительной учебно-методической литературы, указанной в таблице 10 рабочей программы.

**Темы рефератов**

1.Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
2. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
3. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.
4. Расчет параметров в характерных точках циклов.
5. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
6. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме.
7. Методы повышения к.п.д. циклов газотурбинных установок.
8. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении и с регенерацией.
9. Замкнутый цикл ГТУ.
10. Циклы реактивных двигателей.
11. Цикл Карно во влажном паре и его недостатки.



12. Основной цикл ПСУ - цикл Ренкина. Полезная работа, термический к.п.д. цикла Ренкина.
13. Влияние параметров пара на термический к.п.д. цикла Ренкина.

14. Паросиловые установки с вторичным перегревом пара.
15. Действительный цикл ПСУ с необратимым расширением пара. Коэффициенты полезногодействия ПСУ.
16. Термодинамические основы теплофикации.
17. Регенеративный цикл ПСУ. Основные схемы регенерации.
18. К.п.д. и удельный расход пара в регенеративном цикле ПСУ.
19. Цикл атомной электростанции.
20. Цикл магнитогидродинамической установки.
21. Цикл парогазовой установки.
22. Основные характеристики холодильных установок.
23. Обратный цикл Карно.
24. Воздушная холодильная установка.
25. Паровая компрессионная холодильная установка.
26. Абсорбционная холодильная установка.
27. Вихревая холодильная установка.
28. Пароводяная холодильная установка.

**Комплект контрольных заданий по вариантам представлен в п. 6 табл. 10 Рабочей программы.**

**2.2. Формы промежуточной аттестации**

**Вопросы к экзамену (3 семестр)**

1. Что называется рабочим телом?
2. Что называется термодинамическим параметром?
3. Назовите основные термодинамические параметры, характеризующие состояние однородного тела.
4. Что такое абсолютный нуль температуры? Как объясняется его наличие физически?
5. Что такое абсолютное, избыточное и атмосферное давление и как они связаны между собой?
6. Что называется состоянием термодинамического равновесия? Приведите примеры равновесного и неравновесного состояния.
7. Что называется термодинамическим процессом?
8. Что такое равновесный и неравновесный термодинамический процесс?
9. Что называется обратимым и необратимым процессом?
10. Что называется идеальным и реальным газом?
11. Каким основным законам подчиняются идеальные газы? Как записать эти законы в виде формул?
12. Что называется уравнением состояния? Как записывается уравнение состояния в общем виде?
13. Что такое термические коэффициенты?
14. Что такое энергия?
15. Что называется работой и теплотой?
16. По каким формулам вычисляется элементарная и полная работа изменения объема?
17. Какие наиболее распространенные устные формулировки первого начала термодинамики вы знаете?
18. На какие виды разделяется полная энергия E?
19. Что такое внутренняя энергия тела U и что входит в ее состав?
20. Как записывается аналитическое выражение первого начала термодинамики в интегральной

и дифференциальной форме?
21. Что такое теплоемкость?
22. Что такое средняя и истинная теплоемкости?
23. Какова формула, связывающая среднюю и истинную теплоемкости?
24. Что такое удельная теплоемкость? Какие удельные теплоемкости вы знаете?
25. Что называется теплоемкостью cv при постоянном объеме?
26. Что называется теплоемкостью cp при постоянном давлении?
27. Какова связь между теплоемкостями cv и cp для реального и идеального газов? Как записывается уравнение Майера для удельных теплоемкостей cv и cp?
28. Что называется энтальпией (теплосодержанием)? От каких параметров состояния зависят внутренняя энергия и энтальпия идеального газа, по каким формулам они определяются?
29. Как выглядит график изохорного процесса в диаграмме p-v для случаев нагревания и охлаждения? Каковы формулы, выражающие соотношение между параметрами в процессе, формулы для изменения внутренней энергии, работы и теплоты процесса?
30. Как выглядит график изобарного процесса в диаграмме p-v для случаев подвода и отвода теплоты? Каковы формулы, выражающие соотношение между параметрами в процессе, формулы для изменения внутренней энергии, работы и теплоты процесса?
31. Каков вид имеет уравнение изотермного процесса и как выглядит график изотермного процесса в диаграмме p-v ? Какова формула, выражающая соотношение между параметрами

процесса?
32. Как выводятся формулы для изменения внутренней энергии, работы и теплоты изотермного процесса с идеальным газом?
33. Как выводится уравнение адиабатного процесса?
34. Как выводится уравнение полшропного процесса?
35. В чем заключается обобщенное значение политропного процесса?
36. Как выглядят формулы, выражающие соотношение между параметрами в политропном процессе?
37. По каким формулам определяется работа и теплота в политропном процессе?
38. Какие наиболее распространенные устные формулировки второго начала термодинамики вы знаете?
39. Что называется тепловыми машинами?
40. Что называется тепловыми двигателями?
41. Что такое термический к.п.д. теплового двигателя? По какой формуле он определяется для любого цикла?
42. Как выглядит цикл Карно? Почему он является наивыгоднейшим при наличии двух источников теплоты?
43. Как формулируется теорема Карно о термическом к.п.д. цикла Карно?
44. Что называется энтропией?
45. По каким формулам определяется изменение энтропии для обратимых процессов с идеальными газами?
46. Какие изменения происходят с энтропией в необратимых процессах?
47. Как записывается аналитическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов?
48. Что такое регенерация теплоты и для чего она применяется?
49. Что называется обобщенным циклом Карно?
50. Что такое термодинамическая шкала температур и зачем она нужна?
51. Что называют характеристическими функциями и почему? Какие характеристические функции вы знаете?
52. Что называют термодинамическими потенциалами и почему? Какие термодинамические

потенциалы вы знаете?
53. Как формулируются общие условия термодинамического равновесия и почему?
54. Как записывается уравнение Ван-дер-Ваальса? Что физически выражают собою поправки a/v2 и b в уравнении Ван-дер Ваальса. При каких условиях это уравнение выражается в уравнение состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева?
55. Как записывается уравнение состояния водяного пара Вукаловича-Новикова и что дополнительно учитывается в этом уравнении по сравнению с уравнением Ван-дер-Ваальса?
56. Как выглядит p-v диаграмма водяного пара?
57. Что называется насыщенным паром?
58. Что называется влажным насыщенным паром?
59. Что называется перегретым паром и степенью перегрева?
60. Что такое нижняя и верхняя пограничные кривые диаграммы водяного пара?
61. Что называется степенью сухости и степенью влажности влажного пара?
62. Что такое критическая точка? Каковы параметры пара в критической точке для водяного пара?
63. По какой формуле определяется энтальпия влажного пара?
64. Как выглядит тепловая диаграмма T-s для водяного пара? Как выглядит тепловая диаграмма h-s для водяного пара?
65. В чем заключается графический метод расчета процессов с паром с помощью диаграммы hs?

**Вопросы к экзамену (4 семестр)**

1. Как вывести уравнение энергии газового потока?
2. Уравнение энергии газового потока с учетом гравитационных сил.
3. Как вывести уравнение работ для газового потока?
4. Что такое работа расширения, работа проталкивания и техническая работа?
5. Что такое располагаемая работа и как она изображается в диаграмме p-v?
6. Какие каналы называются соплами? Какие каналы называются диффузорами?
7. Что такое максимальный расход при истечении?
8. Что называется критическим отношением давлений (p2/p1)кр, критической скоростью скр?
9. Что такое комбинированное сопло Лаваля и для чего оно применяется?
10. Как с помощью диаграммы h-s ведется расчет истечения газов и паров?
11. Как рассчитывается действительный процесс истечения с помощью диаграммы h-s?
12. Что называется адиабатным дросселированием жидкости или газов и в каких случаях на практике оно имеет место?
13. Что называется дроссельным эффектом и для чего он используется на практике?
14. Какие способы задания газовой смеси вы знаете?
15. По каким формулам рассчитываются газовые смеси?
16. Какие существуют основные способы смешения газовых смесей? Как рассчитываются параметры смеси при смешении?
17. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха.
18. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы.
19.. Влагосодержание.
20. Диаграмма h-d влажного воздуха. Процессы в диаграмме h-d влажного воздуха.
21.. Индикаторная диаграмма и работа идеального одноступенчатого поршневого компрессора.
22. Объемный к.п.д. компрессора. Критическое отношение давлений.
23. Индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора при наличии вредного пространства.
24. Индикаторная диаграмма многоступенчатого поршневого компрессора.
25. Оптимальное распределение давлений по ступеням многоступенчатого компрессора.

26. Изображение процессов многоступенчатого сжатия в компрессоре в T-s и h-s диаграммах.
27. Мощность и коэффициент полезного действия компрессора.
28. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
29. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
30. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.
31. Расчет параметров в характерных точках циклов.
32. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
33. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме.
34. Методы повышения к.п.д. циклов газотурбинных установок.
35. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении и с регенерацией.
36. Замкнутый цикл ГТУ.
37. Циклы реактивных двигателей.
38. Цикл Карно во влажном паре и его недостатки.
39. Основной цикл ПСУ - цикл Ренкина. Полезная работа, термический к.п.д. цикла Ренкина.
40. Влияние параметров пара на термический к.п.д. цикла Ренкина.
41. Паросиловые установки с вторичным перегревом пара.
42. Действительный цикл ПСУ с необратимым расширением пара. Коэффициенты полезного действия ПСУ.
43. Термодинамические основы теплофикации.
44. Регенеративный цикл ПСУ. Основные схемы регенерации.
45. К.п.д. и удельный расход пара в регенеративном цикле ПСУ.
46. Цикл атомной электростанции.
47. Цикл магнитогидродинамической установки.
27
48. Цикл парогазовой установки.
49. Основные характеристики холодильных установок.
50. Обратный цикл Карно.
51. Воздушная холодильная установка.
52. Паровая компрессионная холодильная установка.
53. Абсорбционная холодильная установка.
54. Вихревая холодильная установка.
55. Пароводяная холодильная установка.
56. Тепловой насос. Трансформаторы теплоты.
57. Основные понятия химической термодинамики.
58. Химический потенциал.
59. Фазовое равновесие.
60. Тепловые эффекты реакций.
61. Закон действия масс.
62. Третье начало термодинамики.
66. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка.__

**Пример экзаменационного билета**

Министерство образования и науки РФ
«Самарский государственный технический университет»

Кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине Техническая термодинамика

направление подготовки 130301Теплоэнергетика и теплотехника, профиль _____

**Экзаменационные вопросы**

1. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния.
2. Что называется перегретым паром и степенью перегрева?

Составил : доцент каф. ТОТиГ _____ _____Е.В. Котова

Утверждаю: зав. кафедройТОТиГ _____ _____В.А. Кудинов

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 1, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуетсяпоэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – индикаторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных индикаторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточнойаттестации.

Таблица 3

**Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине**

| № | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания | Методы оценивания | Виды выставляемых оценок | Способ учета индивидуальных достижений обучающихся |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Конспекты тем лекционного курса, выделенных на самостоятельное изучение. | Один раз в семестр во внеаудиторное время, письменно. | Экспертный | Зачет/незачет | Рабочая книжка преподавателя. |
| 2. | Отчеты по лабораторным работам 1-8. | Систематически, на лабораторных занятиях, устно. | Экспертный | Зачет/незачет | Рабочая книжка преподавателя. |
| 3. | Реферат | Один раз в семестр во внеаудиторное время, письменно, устно. | Экспертный | Зачет/незачет | Рабочая книжка преподавателя. |
| | Контрольная работа по темам ПЗ 3,13 | Один раз в семестр в аудиторное время, письменно | Экспертный | Зачет/незачет | Рабочая книжка преподавателя |
| 3. | Экзамен | По окончании семестра, устно (в сессию). | Экспертный | По пятибалльной шкале | Экзаменационная ведомость, зачетные книжки, учебные карточки, портфолио |

**Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций**

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (планируемых результатов обучения) представлены в карте компетенций ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Отчеты по лабораторным работам и конспектов оцениваются: «зачет», «незачет».

Шкала оценивания

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 50% и более оценивается критериями не ниже «удовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия критериев «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций.

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно», допускается критерий «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций.

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой.

«Неудовлетворительно», «незачет» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины