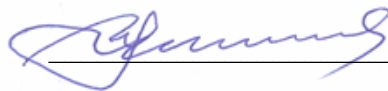


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Минервин И.Г.

" 14 " _____ мая _____ 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.В.01.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки
Водородная энергетика

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2026 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программу составил (и):

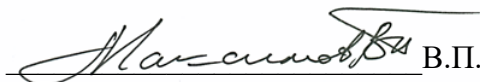
Уткин Е.Д., старший преподаватель кафедры
электроэнергетики и физики

Handwritten signature in blue ink, reading "Уткин / Е.Д. Уткин /".

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 11 от 14 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор кафедры
электроэнергетики и физики

Handwritten signature in blue ink, reading "Максимов".
В.П. Максимов

© ФГБОУ ВО «СарГУ»

1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

- получение знаний фундаментальных законов, являющихся основой функционирования тепловых машин и аппаратов;
- представлений о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах и их эффективности;
- о свойствах рабочих тел и теплоносителей.

Задачи дисциплины:

- овладение основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами;
- основными процессами, протекающими в тепловых машинах;
- методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) Водородная энергетика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Техническая термодинамика» являются «Математика» и «Физика».

Постреквизиты дисциплины: «Производственная и преддипломная практика», ВКР.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКС-1.1 Знать: Знать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем ПКС-1.2 Уметь проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений ПКС-1.3 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей Владеть основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Количество часов по учебному плану: всего **180**; зачетных единиц **5**.

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	6 сем.	всего
Общая трудоемкость	180	180
Контактная работа:	76	76
Лекции (Лек)	32	32
Практические занятия (ПР)	32	32
Лабораторные работы (Лаб)		
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)	5	5
Конт ПА	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	26	26
Самостоятельная работа:	84	84
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР);		
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);		
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);		
- написание реферата (Р);		
- написание эссе (Э);		
- самостоятельное изучение разделов (перечислить);		
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	20	20
- подготовка к лабораторным занятиям;		
- подготовка к практическим занятиям;	20	20
- подготовка к коллоквиумам;	20	20
- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	28	28

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
1	Введение	6	2		2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Основные понятия термодинамики	6	2		4	1	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Первый закон термодинамики	6	4		2	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Основные процессы идеальных газов	6	2		2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
5	Второй закон термодинамики	6	4		2	1	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест

6	Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики	6	2		4	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Термодинамические свойства вещества	6	4		2	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Водяной пар	6	2		2	1	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
9	Термодинамика потока	6	2		4	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
10	Методы анализа эффективности циклов	6	2		2	1	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
11	Циклы энергоустановок	6	2		4	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
12	Основы химической термодинамики	6	4		2	1	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	6	0	0	0	0	0	5	26	Экзамен
	Итого	180	30	0	32	5	84	5	26	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Введение	Предмет изучения термодинамики. Краткие исторические сведения о развитии термодинамики как науки. Особенности технической термодинамики.
Основные понятия термодинамики	Основные понятия термодинамики: термодинамическая система, окружающая среда, макроскопические процессы в системах. Характер внешних воздействий. Изолированная система. Время релаксации. Внутренняя энергия системы. Состояние системы. Термодинамические параметры состояния: удельный объем, давление, температура. Уравнение состояния
Первый закон термодинамики	Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Уравнение Майера. Коэффициент Пуассона. Физический смысл газовой постоянной. Значение первого закона термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Уравнение первого закона термодинамики. Анализ уравнения первого

	го закона термодинамики: работа, теплота, внутренняя энергия. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Смесь идеальных газов. Способы задания смеси. Теплоемкость смеси. Газовая постоянная смеси
Основные процессы идеальных газов	Методика исследования процессов. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатический процесс. Политропный процесс. Особенности политропных процессов. Теплоемкость политропного процесса. Способы определения показателя политропы.
Второй закон термодинамики	Круговые процессы или циклы. Термический КПД. Цикл Карно. Теорема Карно. Абсолютная шкала температур. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых процессах. Регенеративный цикл. Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропия и термодинамика. Формулировки второго закона термодинамики. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики.
Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики	Общие положения о характеристических функциях. Характеристические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия и термодинамический потенциал. Значение дифференциальных уравнений термодинамики и основные методы доказательств. Основные дифференциальные уравнения объединенного закона термодинамики
Термодинамические свойства вещества	Термодинамическое уравнение состояния. Графическое представление термодинамического уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение состояния реального газа. PV - P диаграмма. Термические коэффициенты. Калорическое уравнение состояния. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов. Свойства вещества в критической точке. Методы расчета энтропии вещества.
Водяной пар	Испарение, кипение, конденсация. Основные определения. P - V -диаграмма водяного пара. Таблицы водяного пара. T - S -диаграмма водяного пара. I - S -диаграмма водяного пара. Графический метод расчета паровых процессов. Теплоемкость перегретого водяного пара. Процесс дросселирования водяного пара. Методы составления уравнения состояния перегретого пара. Влажный воздух. Основные определения. Влагосодержание. Абсолютная и относительная влажность. I - d диаграмма влажного воздуха. Процессы во влажном воздухе
Термодинамика потока	Основные уравнения процессов истечения: уравнение неразрывности, движения, Первого закона термодинамики, состояния. Скорость звука. Истечение из суживающихся сопел. Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. Адиабатные истечения с трением. Общие закономерности течения. Закон обращения воздействий. Температура торможения. Смешение газовых потоков. Дросселирование. Уравнение процесса адиабатного дросселирования. Температура инверсии. Интегральный адиабатный дроссель - эффект. Дросселирование водяного пара
Методы анализа эффективности циклов	Ограничения превратимости энергии. Эксергия и анергия. Понятие об эксергическом к.п.д. Методы сравнения термических

	к.п.д. обратимых циклов. Метод коэффициентов полезного действия в анализе необратимых циклов. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах
Циклы энергоустановок	Компрессоры. Классификация, принцип действия одноступенчатого поршневого компрессора. Цикл одноступенчатого компрессора. Анализ цикла. Объемный к.п.д. Многоступенчатый компрессор. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера. Циклы газотурбинных установок. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме. Циклы реактивных двигателей. Определение и классификация. Циклы ВРД. Цикл ЖРД. Теплосиловые паровые циклы. Цикл Карно. Цикл Ренкина. Цикл с промежуточным перегревом пара. Теплофикационные циклы. Регенеративный цикл. Бинарные циклы. Общие сведения о холодильных установках. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессорной установки.
Основы химической термодинамики	Общие положения. Первый закон термодинамики применительно к химическим реакциям. Теплоты реакций. Закон Гесса и его следствия. Закон Кирхгофа. Второй закон термодинамики и его применение к химическим процессам.

4.4. Темы и планы практических занятий

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	Первый закон термодинамики	4
2.	Основные процессы идеальных газов	4
3.	Второй закон термодинамики	4
4.	Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики	4
5.	Термодинамические свойства вещества	4
6.	Водяной пар	4
7.	Термодинамика потока	4
8.	Методы анализа эффективности циклов	4
Итого		32

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

Нет.

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Нет.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Нет.

6. Образовательные технологии

№ п.п.	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Введение	Лекция	Вводная лекция с использованием видеоматериалов

		Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
2	Основные понятия термодинамики	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
3	Первый закон термо- динамики	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
4	Основные процессы идеальных газов	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
5	Второй закон термо- динамики	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
6	Характеристические функции и дифферен- циальные уравнения термодинамики	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
7	Термодинамические свойства вещества	Лекция Практическое за- нятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних за- даний посредством прямого общения или электронной почты
8	Водяной пар	Лекция Практическое за-	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада

		нятие Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
9	Термодинамика потока	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
10	Методы анализа эффективности циклов	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
11	Циклы энергоустановок	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
12	Основы химической термодинамики	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что называют термодинамической системой?

- 1) Тело или группу макротел, обменивающихся энергией с другими телами.
- 2) Совокупность макротел, образующая нечто целое геометрически.
- 3) Совокупность макротел с одинаковой температурой.
- 4) Совокупность макротел с одинаковыми физическими свойствами.
- 5) Не знаю.

2. Сформулируйте первый закон термодинамики с точки зрения возможности создания машины-двигателя.

- 1) Невозможен тепловой двигатель без источника и приемника теплоты.
- 2) Невозможен тепловой двигатель, работающий только за счет внутренней энергии рабочего тела.
- 3) Невозможен тепловой двигатель с термическим КПД, равным 1.
- 4) Невозможен тепловой двигатель, если в нем не осуществляется расширение рабочего тела.
- 5) Не знаю.

3. Как протекают равновесные процессы?

- 1) Бесконечно долго по времени.

- 2) Весьма интенсивно. 3) Необратимым способом.
- 4) Обратимым способом.
- 5) Не знаю.
4. Какая из приведенных формулировок представляет собой второй закон термодинамики?
 - 1) Неравновесные необратимые процессы можно показывать лишь условно, их практически невозможно рассчитать.
 - 2) Энтропия системы при любых взаимодействиях с окружающей средой возрастает.
 - 3) Энтропия теплоизолированной системы при неравновесных процессах в ней всегда возрастает.
 - 4) Все термодинамические процессы, если их изолировать от среды, стремятся к однородному и равновесному состоянию.
 - 5) Не знаю.
5. Зависит ли теплоемкость газов и паров от вида процесса?
 - 1) Зависит.
 - 2) Не зависит.
 - 3) Зависит только от паров.
 - 4) Зависит только для идеального газа.
 - 5) Не знаю.
6. Что называют термодинамическим циклом?
 - 1) Ряд последовательных термодинамических процессов, протекающих в тепловых и холодильных машинах.
 - 2) Ряд последовательных термодинамических процессов, в результате которых система обменивается со средой теплом и работой.
 - 3) Ряд последовательных термодинамических процессов, в результате которых термодинамическая система приходит к исходному состоянию.
 - 4) Ряд повторяющихся друг за другом процессов.
 - 5) Не знаю.
7. Из каких последовательных термодинамических процессов составлен цикл Карно?
 - 1) Изотерма, изохора, изотерма, изобара.
 - 2) Изотерма, адиабата, изотерма, изохора.
 - 3) Изотерма, адиабата, изобара, адиабата.
 - 4) Изотерма, адиабата, изотерма, адиабата.
 - 5) Не знаю.
8. Какой пар называют насыщенным?
 - 1) Пар, образующийся при испарении с поверхности жидкости.
 - 2) Пар, температура которого выше температуры насыщения.
 - 3) Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.
 - 4) Пар, находящийся внутри пузырьков в кипящей жидкости.
 - 5) Не знаю.
9. В каком случае кипение будет сопровождаться повышением температуры жидкости и пара?
 - 1) Никогда.
 - 2) При изобарном подводе тепла.
 - 3) При изохорном подводе тепла в процессе кипения.
 - 4) Если в процессе подвода тепла увеличивать и давление пара.
 - 5) Не знаю.
10. В каком случае конденсация пара сопровождается уменьшением температуры?
 - 1) При изохорном охлаждении влажного или перегретого пара.
 - 2) При изобарном охлаждении влажного пара.
 - 3) При адиабатном расширении влажного пара.
 - 4) Никогда.
 - 5) Не знаю.

7.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду показывает разрежение $p = 56$ кПа (420 мм рт. ст.) при температуре ртути в вакуумметре $t = 20$ оС. Давление атмосферы по ртутному барометру $B = 102,4$ кПа (768 мм рт. ст.) при температуре ртути $t = 18$ оС. Определить абсолютное давление в сосуде.

Задача 2. Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200 до 250 оС. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление газов в начале и в конце газопроводов одинаково?

Задача 3. Во сколько раз больше воздуха (по массе) вмещает резервуар при 10 оС, чем при 50 оС, если давление остается неизменным?

Задача 4. Определить среднюю массовую теплоемкость при постоянном объеме для азота в пределах 200-800 оС, считая зависимость теплоемкости от температуры нелинейной.

Задача 5. К газу, заключенному в цилиндре с подвижным поршнем, подводится извне 100 кДж теплоты. Величина произведенной работы при этом составляет 115 кДж. Определить изменение внутренней энергии газа, если количество его равно 0,8 кг.

Задача 6. Определить массу кислорода, содержащегося в баллоне емкостью 60 л, если давление кислорода по манометру равно 1,08 МПа, а показание ртутного барометра 99 325 Па при температуре 25 оС.

Задача 7. Определить, какая часть теплоты, подводимой к газу в изобарном процессе, расходуется на работу и какая – на изменение внутренней энергии.

Задача 8. Воздух в количестве 0,5 кг при давлении 0,5 МПа и температуре 30 оС расширяется изотермически до пятикратного объема. Определить работу, совершаемую газом, конечное давление и количество теплоты, сообщаемой газу.

Задача 9. 1 кг воздуха при температуре 15 оС и начальном давлении 0,1 МПа адиабатно сжимается до 0,8 МПа. Найти работу, конечный объем и конечную температуру.

Задача 10. В цилиндрическом сосуде, имеющем внутренний диаметр 0,6 м и высоту 2,4 м, находится воздух при температуре 18 оС. Давление воздуха составляет 0,765 МПа. Барометрическое давление (приведенное к нулю) равно 101 858 Па. Определить массу воздуха в сосуде.

7.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. Давление в паровом котле 0,04 МПа при барометрическом давлении 96660 Па (725 мм рт. ст.). Чему будет равно избыточное давление в котле, если показания барометра повысятся до 104 660 Па (785 мм рт. ст.), а состояния пара в котле останется прежним?

Задача 2. Компрессор подает сжатый воздух в резервуар, причем за время работы компрессора давление в резервуаре повышается от атмосферного до 0,7 МПа, а температура – от 20 до 25 оС. Объем резервуара 56 м³. Барометрическое давление, приведенное к 0 оС, 100 кПа. Определить массу воздуха, поданного компрессором в резервуар.

Задача 3. В калориметр, содержащий 0,6 кг воды при 20 оС, опускают стальной образец массой в 0,4 кг, нагретый до 200 оС. Найти теплоемкость стали, если повышение температуры воды составило 12,5о. Массой собственно калориметра пренебречь.

Задача 4. В машине вследствие плохой смазки происходит нагревание 200 кг стали на 40 оС в течение 20 минут. Определить вызванную этим потерю мощности машины. Теплоемкость стали принять равной 0,46 кДж/(кг•К).

Задача 5. В установке воздушного отопления внешний воздух при -15 оС нагревается в калорифере при постоянном давлении до 60 оС. Какое количество теплоты надо затратить для нагревания 1000 м³ наружного воздуха? Теплоемкость воздуха считать постоянной. Давление воздуха принять равным 101 325 Па.

Задача 6. В газовом двигателе смесь газа и воздуха адиабатно сжимается так, что к концу сжатия ее температура оказывается на 200 оС ниже температуры самовоспламенения газа. В начале сжатия давление 0,09 МПа и температура 70 оС. Показатель адиабаты $k = 1,36$, $R = 314$ Дж/(кг•К), температура самовоспламенения равна 650 оС. Определить величину работы сжатия и степень сжатия.

Задача 7. Адиабатным сжатием повысили температуру воздуха в двигателе так, что она стала равной температуре воспламенения нефти; объем при этом уменьшился в 14 раз. Определить конечную температуру и конечное давление воздуха, если начальное давление 0,1 МПа и начальная температура 100 оС.

Задача 8. Определить максимальную полезную работу, которая может быть произведена 1 кг кислорода, если его начальное состояние характеризуется параметрами 400 оС и 0,1 МПа, а состояние среды – параметрами 20 о С и 0,1 МПа. Представить процесс в диаграммах p и T_s .

Задача 9. Манометр парового котла показывает давление 0,2 МПа. Показания барометра 0,103 МПа (776 мм рт. ст.). Считая пар сухим насыщенным, определить его температуру, удельный объем и энтальпию.

Задача 10. Найти диаметр паропровода, по которому протекает пар при давлении 1,2 МПа и температуре 260 оС. Расход пара 350 кг/ч, скорость пара 50 м/с.

7.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к текущему контролю

1. Параметры состояния: название параметра, определение, обозначение, размерность.
2. Виды давления. Приборы для измерения давления.
3. Идеальные и реальные газы. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Ван дер Ваальса.
4. Законы Шарля, Бойля-Мариотта, Гей-Люссака.
5. Характеристическое уравнение идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
6. Определение теплоемкости. Понятие средней и истинной теплоемкости. Массовая, объемная и мольная теплоемкости.
7. Теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме. Уравнение Майера. Виды зависимости теплоемкости от температуры.
8. 1-й закон термодинамики: определение и аналитическое выражение. Теплота и работа.
9. Внутренняя энергия идеальных и реальных газов. Формула для определения изменения внутренней энергии, единицы измерения.
10. Физический смысл энтальпии, формула для определения, единицы измерения.
11. Изохорный процесс: уравнение процесса, изображение процесса в p - v и T - S диаграммах, формулы для определения изменения внутренней энергии и количества теплоты в процессе.
12. Изобарный процесс: уравнение процесса, изображение процесса в p - v и T - S диаграммах, формулы для определения изменения внутренней энергии, количества теплоты и совершаемой работы в процессе.
13. Изотермический процесс: уравнение процесса, изображение процесса в p - v и T - S диаграммах, формулы для определения количества теплоты и совершаемой работы в процессе.
14. Адиабатный процесс: уравнение процесса, зависимости между начальными и конечными параметрами процесса, изображение процесса в p - v и T - S диаграммах, формулы для определения изменения внутренней энергии и совершаемой работы в процессе.
15. Политропный процесс: уравнение процесса, зависимости между начальными и конечными параметрами процесса, изображение процесса в p - v и T - S диаграммах, формулы для определения изменения внутренней энергии, количества теплоты и совершаемой работы в процессе. Определение показателя политропы.
16. Определение и аналитическое выражение 2-го закона термодинамики.
17. Физический смысл энтропии. Формулы для определения энтропии при переменной и постоянной теплоемкости, изменения энтропии между двумя произвольными состояниями газа при переменной теплоемкости.
18. Уравнения кривых различных термодинамических процессов в T - S диаграммах.
19. Понятие максимальной полезной работы. Формулы для определения.
20. p - v диаграмма водяного пара.
21. Определение параметров сухого насыщенного пара.
22. Определение параметров влажного насыщенного пара.

23. Определение параметров перегретого пара.
24. Испарение, кипение, конденсация. Плавление и сублимация. pT -диаграмма водяного пара. Понятие теплоты жидкости, теплоты парообразования, теплоты перегрева.
25. Формулы для определения энтропии пара.

7.5. Примерный перечень заданий для экзамена

1. Основные понятия и определения термодинамики.
2. Термодинамические параметры состояния. 3. Понятие термодинамического процесса.
4. Законы для идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
5. Универсальная газовая постоянная. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Газовые смеси. Законы Дальтона, Амага. Способы задания газовых смесей.
8. Определение параметров газовой смеси при задании ее массовыми долями.
9. Определение параметров газовой смеси при задании ее объемными долями.
10. Понятия теплоты, работы. Принцип эквивалентности. Понятие внутренней энергии. Закон Джоуля.
11. Формулировки 1 закона термодинамики. Виды работ.
12. Работа деформации.
13. Работа вытеснения.
15. Понятие теплоемкости. Массовая, объемная, мольная теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости.
16. Зависимость теплоемкости от температуры. Изохорная и изобарная теплоемкости.
17. Формула Майера. Коэффициент Пуассона. Теплоемкость смеси.
18. Изохорный процесс изменения состояния идеального газа.
19. Изобарный процесс изменения состояния идеального газа.
20. Изотермический процесс изменения состояния идеального газа.
21. Адиабатный процесс изменения состояния идеального газа.
22. Политропные процессы.
23. Группы политропных процессов. Способы определения показателей политропы.
24. Формулировки 2 закона термодинамики.
25. Прямой и обратный циклы. Термический коэффициент полезного действия.
26. Цикл Карно.
27. Математическое выражение 2 закона термодинамики для обратимых циклов.
28. Математическое выражение 2 закона термодинамики для необратимых циклов.
29. Энтропия. Основное термодинамическое тождество.
30. Физический смысл энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность.
31. Изменение энтропии идеального газа между двумя состояниями.
32. Водяной пар. Основные понятия и определения.
33. Термодинамическая фазовая pT -диаграмма.
34. pV -диаграмма водяного пара.
35. Ts -диаграмма водяного пара.
36. is -диаграмма водяного пара.
37. Определение основных параметров воды и влажного насыщенного пара.
38. Определение основных параметров сухого насыщенного и перегретого пара.
39. Изобарный процесс изменения состояния водяного пара в pV -, Ts -, is -диаграммах.
40. Изохорный процесс изменения состояния водяного пара в pV -, Ts -, is -диаграммах.
41. Изотермический процесс изменения состояния водяного пара в pV -, Ts -, is -диаграммах.
42. Адиабатный процесс изменения состояния водяного пара в pV -, Ts -, is -диаграммах.
43. Влажный воздух. Абсолютная влажность.
44. Влагосодержание и относительная влажность воздуха.
45. Теплоемкость и энтальпия влажного воздуха.
46. id -диаграмма влажного воздуха.

47. Компрессор. Основные процессы в одноступенчатом компрессоре.
48. Работа и мощность на привод компрессора.
49. Многоступенчатый компрессор.
50. Детандеры.
51. Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто).
52. Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении (цикл Дизеля).
53. Циклы ДВС со смешанным подводом теплоты (цикл Тринклера).
54. Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
55. Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме.
56. Цикл ГТУ с регенерацией теплоты.
57. Циклы ЖРД.
58. Пульсирующий ВРД.
59. Компрессорный ВРД.
60. Цикл Карно во влажном паре и его недостатки.
61. Цикл Ренкина.
62. Полезная работа и термический КПД цикла Ренкина.
63. Влияние параметров пара на термический КПД цикла Ренкина.
64. Промежуточный перегрев пара в цикле Ренкина.
65. Циклы парогазовых установок.
66. Циклы атомных электростанций.
67. Циклы холодильных машин.
68. Цикл воздушной холодильной установки.
69. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.
70. Цикл холодильной установки абсорбционного типа.
71. Основные уравнения процессов истечения. Скорость звука. Истечение из суживающихся сопел.
72. Сопло Лаваля.
73. Дросселирование. Интегральный адиабатный дроссель-эффект. Дросселирование водяного пара.
74. Закон Гесса и его следствия. Закон Кирхгофа.
75. Второй закон термодинамики и его применение к химическим процессам.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учетом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачет по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу)

Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Решение долгосрочного задания контрольной работы	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	18	36
Составление таблиц расчетных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачет	Проверка знаний, умений	Аудиторная	15	20
Итого минимум			47	84
Дополнительная часть				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде	Проверка знаний, умений	Аудиторная	5	16
Итого			52	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Основная литература:

Кузеванов, В. С. Техническая термодинамика : учебник для вузов / В. С. Кузеванов, Г. С. Закожурникова, С. С. Закожурников ; под редакцией В. С. Кузеванова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19658-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/580815>

Белов, Г. В. Техническая термодинамика : учебник для вузов / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05091-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561468>

Белов, Г. В. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21392-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569893>

9.2. Дополнительная литература

Белов, Г. В. Термодинамика : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 524 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20064-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557515>

Нефедкин, С. И. Физико-химические методы исследований в технологиях электрохимической энергетики : учебник / С. И. Нефедкин. — Москва : НИУ МЭИ, 2024. — 460 с. — ISBN 978-5-7046-2965-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/461048>

Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 533 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19758-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559749>

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.

2. Силовая электроника. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.

3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.

4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.

9.4. Программное обеспечение

1) Программное обеспечение «interTESS»

2) Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»

3) ПО Kaspersky Endpoint Security

4) «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия)

5) «Антиплагиат- интернет»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://lk.sakhgu.ru/>

2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета. <http://www.sakhgu.ru/>

3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/download/>

4) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>

5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>

6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>

7) Единое окно доступа к информационным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource/771/40771>

8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>

9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>

10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>

11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>

12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции» Договор №985/11-ЛВ-25015.

13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор № 095/04/0173 от 22.06.2015 г.

14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru>; ООО «НексМедиа» Договор № 132-06/15 от 23.06.2015.

15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бес-срочный контент

16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники»; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Бесплатный контент.

17) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;

- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 210, каб. 101, 103, 112, 113, 128	Лекционная аудитория: Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Классная доска; Переносной экран; Ноутбук; Мультимедийный проектор; Лаборатория электрических систем и электрооборудования Доступ к сети Интернет
--	---

УТВЕРЖДЕНО
Протокол заседания кафедры
№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями).

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель
дата

подпись

расшифровка подписи

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи