



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



20.10.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Техническая термодинамика

Закреплена за кафедрой **энергетики**  
Учебный план 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 56  
самостоятельная работа 79  
часов на контроль 9

Виды контроля в семестрах:  
зачеты 4

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя 13 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	28	28	28	28
Итого ауд.	56	56	56	56
Контактная работа	56	56	56	56
Сам. работа	79	79	79	79
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Разработчик программы:

*канд. техн. наук, зав. кафедрой, Федорова Светлана Владимировна; ст. преподаватель, Старцев Иван Михайлович*

---

Рабочая программа дисциплины

**Техническая термодинамика**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

утвержденного учёным советом вуза от 20.10.2021 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**энергетики**

Протокол методического совета университета от 29.06.2021 г. № 7

Зав. кафедрой Федорова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
Цель дисциплины состоит в вооружении студентов знаниями фундаментальных законов, являющихся основой функционирования тепловых машин и аппаратов, представлениями о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах и их эффективности, о свойствах рабочих тел и теплоносителей.								
<b>1.1 Задачи</b>								
Задачи изучения дисциплины: - овладение студентами основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах, - освоение методов расчета процессов, методов расчета свойств рабочих тел и теплоносителей; - получение навыков экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.								
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>								
Цикл (раздел) ОП:		Б1.О						
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>							
2.1.1	Химия							
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>							
2.2.1	Государственная итоговая аттестация							
2.2.2	Преддипломная практика							
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
<b>ОПК-5: Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</b>								
ИОПК-5.3: Выполняет расчеты на прочность простых конструкций								
ИОПК-5.1: Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности								
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>								
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>							
3.1.1	Области применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности .							
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>							
3.2.1	Выполнять расчеты на прочность простых конструкций.							
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>							
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение. Основные понятия термодинамики</b>							
1.1	Уравнение состояния идеального газа /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.2	Теплоемкость. Расчет количества теплоты по средним теплоемкостям /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.3	Объект исследования, математический аппарат и задачи технической термодинамики. Основные способы получения энергии. Классификация термодинамических систем. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Первый (основной) постулат термодинамики. /Лек/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

1.4	Уравнение состояния. Пространство состояний. Понятие о термодинамическом процессе. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Циклы. Общий критерий обратимости термодинамических процессов. /Лек/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.5	Определение и свойства внутренней энергии. Работа и внешняя работа. Работа цикла. Теплота. Энтропия как обобщенная координата. Теплота цикла. Полная и удельные теплоемкости. Факторы, влияющие на теплоемкость. Понятие о классической и квантовой теориях теплоемкости. Расчет количества теплоты при переменной теплоемкости (табличный и аналитический способы). Теплоемкость газовых смесей. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.6	Объект исследования, математический аппарат и задачи технической термодинамики. Основные способы получения энергии. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.7	Уравнение состояния. Пространство состояний. Понятие о термодинамическом процессе. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Циклы. Общий критерий обратимости термодинамических процессов. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
1.8	Определение и свойства внутренней энергии. Работа и внешняя работа. Работа цикла. Теплота. Энтропия как обобщенная координата. Теплота цикла. Полная и удельные теплоемкости. Факторы, влияющие на теплоемкость. Понятие о классической и квантовой теориях теплоемкости. Расчет количества теплоты при переменной теплоемкости (табличный и аналитический способы). Теплоемкость газовых смесей. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Основные законы термодинамики</b>							
2.1	Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики. первого закона термодинамики. Понятие о вечном двигателе первого рода. Энтальпия термодинамической системы и внешняя работа. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

2.2	<p>Качественное различие между работой и теплотой. Принципиальная схема теплового двигателя. Различные формулировки второго закона термодинамики (Томсона, Клаузиуса, Каратеодори). Понятие о вечном двигателе второго рода.</p> <p>Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов, принцип возрастания энтропии. Основы термодинамики необратимых процессов.</p> <p>Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Формулировка Планка.</p> <p>/Лек/</p>	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
2.3	<p>Уравнения для первого закона термодинамики, внутренней энергии и энтальпии, энтропии и теплоемкости. Закон Джоуля. Формула Майера. Вычисление термодинамических функций. /Лек/</p>	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
2.4	I закон термодинамики /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
2.5	II закон термодинамики /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
2.6	<p>Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики. первого закона термодинамики. Понятие о вечном двигателе первого рода.</p> <p>Энтальпия термодинамической системы и внешняя работа. Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики. первого закона термодинамики. Понятие о вечном двигателе первого рода.</p> <p>Энтальпия термодинамической системы и внешняя работа.</p> <p>/Ср/</p>	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
2.7	<p>Качественное различие между работой и теплотой. Принципиальная схема теплового двигателя. Различные формулировки второго закона термодинамики (Томсона, Клаузиуса, Каратеодори). Понятие о вечном двигателе второго рода.</p> <p>Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов, принцип возрастания энтропии. Основы термодинамики необратимых процессов.</p> <p>Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Формулировка Планка.</p> <p>/Ср/</p>	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

2.8	Уравнения для первого закона термодинамики, внутренней энергии и энтальпии, энтропии и теплоемкости. Закон Джоуля. Формула Майера. Вычисление термодинамических функций. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Основные термодинамические процессы</b>							
3.1	Уравнение политропного процесса и его анализ. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
3.2	Политропный процесс идеального газа. Аадиабатный, изотермический, изобарный, изохорный процессы. Обобщающее значение политропного процесса. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
3.3	Политропный процесс /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
3.4	Частные случаи политропного процесса /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
3.5	Уравнение политропного процесса и его анализ. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
3.6	Политропный процесс идеального газа. Аадиабатный, изотермический, изобарный, изохорный процессы. Обобщающее значение политропного процесса. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Термодинамика систем с переменным числом частиц</b>							
4.1	Свободная энергия Гельмгольца. Изобарный потенциал Гиббса. Фундаментальное уравнение Гиббса для термодинамических потенциалов. Соотношения Максвелла. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.2	Процессы с переменным числом частиц Фундаментальное уравнение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Химический потенциал и его свойства. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма р-Т. Фазовые переходы первого рода. Условия фазового равновесия на примере системы «жидкость – пар». Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

4.3	Термодинамические свойства воды и водяного пара. Анализ процессов в $p$ - $V$ , $T$ - $S$ , $h$ - $S$ диаграммах. Уравнение состояния воды и перегретого пара. Расчет параметров влажного пара. Основные термодинамические процессы воды и водяного пара. Расчет процессов при помощи таблиц и диаграмм. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.4	Термодинамические свойства, $h$ - $d$ диаграмма и расчет процессов влажного воздуха. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.5	Термодинамические свойства и процессы воды и водяного пара /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.6	Свойства и процессы влажного воздуха /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.7	Свободная энергия Гельмгольца. Изобарный потенциал Гиббса. Фундаментальное уравнение Гиббса для термодинамических потенциалов. Соотношения Максвелла. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.8	Процессы с переменным числом частиц Фундаментальное уравнение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Химический потенциал и его свойства. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма $p$ - $T$ . Фазовые переходы первого рода. Условия фазового равновесия на примере системы «жидкость – пар». Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.9	Термодинамические свойства воды и водяного пара. Анализ процессов в $p$ - $V$ , $T$ - $S$ , $h$ - $S$ диаграммах. Уравнение состояния воды и перегретого пара. Расчет параметров влажного пара. Основные термодинамические процессы воды и водяного пара. Расчет процессов при помощи таблиц и диаграмм. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
4.10	Термодинамические свойства, $h$ - $d$ диаграмма и расчет процессов влажного воздуха. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 5. Термодинамика потока</b>							
5.1	Методы описания и основные законы для потока вещества. Уравнение баланса механической энергии. Скорость звука. Число Маха. Режимы течения. Принцип обращения воздействия. Сопло и диффузор. Принцип работы турбины. Типы сопел. Особенности воздействия трением. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

5.2	Термодинамика геометрического сопла. Режимы работы сопла. Истечение идеального и реальных газов из суживающегося и комбинированного сопла Лавалья. Адиабатическое торможение потока. Температура адиабатического торможения. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.3	Процесс дросселирования. Дифференциальный и инте-гральный дроссель-эффекты. Особенности дросселирования воды и водяного пара. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.4	Расчет процессов истечения идеальных газов и водяного пара из сопел /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.5	Расчет процесса дросселирования /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.6	Методы описания и основные законы для потока вещества. Уравнение баланса механической энергии. Скорость звука. Число Маха. Режимы течения. Принцип обращения воздействия. Сопло и диффузор. Принцип работы турбины. Типы сопел. Особенности воздействия трением. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.7	Термодинамика геометрического сопла. Режимы работы сопла. Истечение идеального и реальных газов из суживающегося и комбинированного сопла Лавалья. Адиабатическое торможение потока. Температура адиабатического торможения. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
5.8	Процесс дросселирования. Дифференциальный и инте-гральный дроссель-эффекты. Особенности дросселирования воды и водяного пара. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетен-ции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте-ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Основы химической термодинамики</b>							
6.1	Стехиометрия химических реакций. Первый закон термодинамики применительно к химическим реакциям. Теплоты химических превращений. Закон Гесса. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
6.2	Химическое равновесие, закон действующих масс. Кон-станта равновесия. Химическое сродство. Скорости химических реакций. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
6.3	Определение теплоты химических реакций /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	



6.4	Расчет равновесного состава продуктов сгорания /Пр/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
6.5	Стехиометрия химических реакций. Первый закон термодинамики применительно к химическим реакциям. Теплоты химических превращений. Закон Гесса. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
6.6	Химическое равновесие, закон действующих масс. Кон-станта равновесия. Химическое сродство. Скорости химических реакций. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 7. Термодинамика циклов</b>							
7.1	Прямые и обратные циклы. Первый и второй закон термодинамики для циклов тепловых двигателей. Термический КПД цикла. Выражение для термического КПД и его анализ. Цикл Карно. Теоремы Карно. Регенерация тепла. Обобщенный цикл Карно. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.2	Циклы двигателей внутреннего сгорания с изохорным, изобарным и смешанным подводом тепла и их сравнение. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термодинамический анализ работы компрессора. Термический КПД идеального цикла ГТУ и способы его повышения. Циклы прямоточного турбореактивного и ракетного двигателей. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.3	Цикл Карно в области влажного пара. Цикл Ренкина – цикл паротурбинной установки (ПТУ). Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Промежуточный перегрев пара, регенерация теплоты и теплофикация в циклах ПТУ. Термодинамический расчет с учетом потерь. КПД реальных циклов. Внутренний относительный и эффективный КПД. Особенности циклов АЭС. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.4	Влияние свойств рабочего тела на КПД цикла Ренкина. Расчет бинарного цикла и парогазового циклов. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

7.5	Обратный цикл Карно. Принципиальные схемы и расчет воздушной и парокomppressorной холодильных установок. Рабочие тела парокomppressorных холодильных установок. Эжекторные и адсорбционные холодильные установки. схема, принцип действия и эффективность установок. Циклы тепловых насосов и трансформаторов тепла. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.6	Расчет циклов двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок /Пр/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.7	Расчет паротурбинных циклов /Пр/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.8	Расчет парогазового цикла /Пр/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.9	Прямые и обратные циклы. Первый и второй закон термодинамики для циклов тепловых двигателей. Термический КПД цикла. Выражение для термического КПД и его анализ. Цикл Карно. Теоремы Карно. Регенерация тепла. Обобщенный цикл Карно. /Ср/	4	3	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.10	Циклы двигателей внутреннего сгорания с изохорным, изобарным и смешанным подводом тепла и их сравнение. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термодинамический анализ работы компрессора. Термический КПД идеального цикла ГТУ и способы его повышения. Циклы прямоточного турбореактивного и ракетного двигателей. /Ср/	4	4	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.11	Цикл Карно в области влажного пара. Цикл Ренкина – цикл паротурбинной установки (ПТУ). Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Промежуточный перегрев пара, регенерация теплоты и теплофикация в циклах ПТУ. Термодинамический расчет с учетом потерь. КПД реальных циклов. Внутренний относительный и эффективный КПД. Особенности циклов АЭС. /Ср/	4	4	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
7.12	Влияние свойств рабочего тела на КПД цикла Ренкина. Расчет бинарного цикла и парогазового циклов. /Ср/	4	4	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

7.13	Обратный цикл Карно. Принципиальные схемы и расчет воздушной и парокomppressorной холодильных установок. Рабочие тела парокomppressorных холодильных установок. Эжекторные и адсорбционные холодильные установки. схема, принцип действия и эффективность установок. Циклы тепловых насосов и трансформаторов тепла. /Ср/	4	4	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 8. Методы анализа термодинамической эффективности теплоэнергетических установок</b>							
8.1	Определение эксергии. Эксергия тепла термодинамического процесса, неподвижного рабочего тела и вещества в потоке. Эксергетический анализ необратимых процессов. /Лек/	4	2	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
8.2	Циклы прямого преобразования теплоты в электрическую энергию. Топливные элементы. Термоэлектрические и термомагнитные установки. Термоэлектронные преобразователи. /Лек/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
8.3	Расчет парогазового цикла /Пр/	4	1	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
8.4	Определение эксергии. Эксергия тепла термодинамического процесса, неподвижного рабочего тела и вещества в потоке. Эксергетический анализ необратимых процессов. /Ср/	4	4	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	
8.5	Циклы прямого преобразования теплоты в электрическую энергию. Топливные элементы. Термоэлектрические и термомагнитные установки. Термоэлектронные преобразователи. /Ср/	4	5	ИОПК-5.1 ИОПК-5.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2		0	

**4.1 Образовательные технологии****5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****5.1. Комплект оценочных средств**

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Зеленцов Д. В.	Техническая термодинамика: учебное пособие	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143845">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143845</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.2	Амирханов Д. Г., Амирханов Р. Д., Шевченко Е. И.	Техническая термодинамика: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428258">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428258</a>
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Стоянов Н. И., Смирнов С. С., Смирнова А. В.	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен: учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750</a>
Л2.2	Шаров Ю. И., Григорьева О. К.	Техническая термодинамика: учебно-методическое пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575627">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575627</a>
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Windows			
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)			
6.3.1.3	Google Chrome			
6.3.1.4	Mozilla Firefox			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам			
6.3.2.2	Консультант-плюс			
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<p>Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Изучение рабочей программы дисциплины.</li> <li>Посещение и конспектирование лекций.</li> <li>Обязательная подготовка к практическим занятиям.</li> <li>Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.</li> <li>Выполнение всех видов самостоятельной работы.</li> </ol> <p>Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождения аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.</p> <p>Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.</p> <p>Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы.</p> <p>Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и представлены в УМК дисциплины.</p> <p>Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и направлены на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков.</p> <p>При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.</p> <p>Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и представлены в УМК дисциплины.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий.</p> <p>Задания и методические указания к выполнению контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины в УМК дисциплины.</p> <p>Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными</p>				

возможностями здоровья.

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.