

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

7 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3,4

Экзамен 3,4 сем

Общая трудоемкость дисциплины 360.0 (академ. час), 10.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Хондошко, старший преподаватель,

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

7 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение законов термодинамики, ознакомление с основными термодинамическими свойствами рабочих тел и теплоносителей теплотехнических установок, методами расчета и анализа рабочих процессов и циклов теплотехнических установок, циклов различных двигателей, основами тепломассообмена.

Задачи дисциплины:

Обеспечение знаний студентов в области термодинамики, тепломассообмена, создание фундамента для усвоения профилирующих дисциплин; развитие навыков и умений творческого использования элементов термодинамического анализа при решении возникающих задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Техническая термодинамика» входит в обязательную часть Блока 1. Для освоения данной дисциплины необходимо иметь знания в области физики и химии.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-3.ОПК-4 - Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; ИД-4.ОПК-4 - Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений; ИД-5.ОПК-4 - Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10.00 зачетных единицы, 360.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основные понятия термодинамики	3	2		4							4	Входной контроль. Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
2	Идеальный газ	3	2		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
3	Теплоёмкость газов	3	2		4							4	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
4	Первый закон термодинамики	3	2		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
5	Политропные термодинамические процессы	3	2		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
6	Второй закон термодинамики	3	2		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	
7	Тепловая TS - диаграмма	3	2		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.	

	газотурбинных установок												работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
16	Циклы паросиловых установок	4	6		4							6	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
17	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки	4	6		4							8	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
18	Анализ эффективности циклов теплоэнергетических установок	4	4		2							6	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
19	Курсовая работа	4						2				28	Защита курсовой работы
20	Экзамен	3								0.3	35.7		
21	Экзамен	4								0.3	35.7		
	Итого			72.0	68.0	0.0	2.0	0.0	0.6	71.4	146.0		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия термодинамики	Введение в дисциплину. Основные понятия термодинамики. Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система и окружающая среда. Параметры состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
2	Идеальный газ	Основные законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева.

3	Теплоёмкость газов	Удельная теплоёмкость. Истинная и средняя (в диапазоне температур) теплоёмкость. Формула Майера.
4	Первый закон термодинамики	Теплота и работа как способы передачи энергии. Механическая работа. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой термодинамической системы. Располагаемая (техническая) работа. Понятие об энтальпии. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытой термодинамической системы.
5	Политропные термодинамические процессы	Порядок исследования процессов. Анализ и расчет изменения термодинамических параметров в политропных процессах. Изображение политропных процессов в PV - координатах.
6	Второй закон термодинамики	Основные положения второго закона термодинамики. Произвольные прямые и обратные циклы. Термический коэффициент полезного действия, холодильный коэффициент. Прямой и обратный обратимый цикл Карно, его значение в термодинамике. Регенеративный цикл как обобщённый цикл Карно. Энтропия. Аналитические выражения второго закона термодинамики для процессов и циклов. Расчётные соотношения для определения изменения энтропии в обратимых процессах.
7	Тепловая TS - диаграмма	Изображение политропных термодинамических процессов в Ts - диаграмме. Изображение циклов Карно в Ts - диаграмме.
8	Эксергия термодинамических систем	Определение эксергии. Эксергия теплоты термодинамического процесса, неподвижного рабочего тела и вещества в потоке. Эксергетический анализ необратимых процессов.
9	Смеси идеальных газов	Способы задания состава смеси. Расчет термодинамических свойств смеси идеальных газов по свойствам компонентов. Закон Дальтона. Определение парциального давления.
10	Влажный воздух	Термодинамические свойства, h - d диаграмма и расчет основных процессов с влажным воздухом.
11	Реальные газы (водяной пар)	Фазовые переходы. Диаграмма Эндрюса. Уравнение состояния Ван- дер- Ваальса, его геометрическая интерпретация. Параметры пара. Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара. Теплота парообразования. Расчет процессов при помощи таблиц и Pv , Ts , hs диаграмм воды и водяного пара.
12	Термодинамика потока	Режимы течения. Скорость и расход газа для дозвукового и сверхзвукового потока. Скорость звука. Число Маха. Сопла и диффузоры. Дросселирование газов и паров.

		Эффект Джоуля-Томсона.
13	Сжатие газов в компрессорах	Виды компрессоров. Теоретическая индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие. Термодинамический анализ работы поршневого компрессора
14	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Циклы ДВС с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты.
15	Циклы газотурбинных установок	Циклы ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Пути повышения эффективности циклов ГТУ.
16	Циклы паросиловых установок	Цикл Карно с насыщенным паром. Цикл Ренкина. Цикл ПСУ с повторным перегревом.
17	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки	Принципиальные схемы и расчет циклов воздушной и паровых компрессорных холодильных установок. Рабочие тела парокомпрессорных холодильных установок. Циклы тепловых насосов.
18	Анализ эффективности циклов теплоэнергетических установок	Эксергетический метод. Энтропийный метод

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основные понятия термодинамики	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Идеальный газ	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Теплоёмкость газов	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Первый закон термодинамики	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Политропные термодинамические процессы	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Второй закон термодинамики	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Тепловая TS - диаграмма	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Эксергия термодинамических систем	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Смеси идеальных газов	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Влажный воздух	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.

Реальные газы (водяной пар)	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Термодинамика потока	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Сжатие газов в компрессорах	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Циклы газотурбинных установок	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Циклы паросиловых установок	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Газовые и паровые компрессорные холодильные установки	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.
Анализ эффективности циклов теплоэнергетических установок	Решение задач. Выполнение индивидуальных заданий по теме.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основные понятия термодинамики	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	4
2	Идеальный газ	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	8
3	Теплоёмкость газов	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	4
4	Первый закон термодинамики	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	8
5	Полиτροпные термодинамические процессы	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	8

6	Второй закон термодинамики	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	8
7	Тепловая TS - диаграмма	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	8
8	Эксергия термодинамических систем	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	4
9	Смеси идеальных газов	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий.	4
10	Влажный воздух	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	10
11	Реальные газы (водяной пар)	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	10
12	Термодинамика потока	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	4
13	Сжатие газов в компрессорах	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	6
14	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	6
15	Циклы газотурбинных установок	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	6
16	Циклы паросиловых	Подготовка к контрольной работе.	6

	установок	Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	
17	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	8
18	Анализ эффективности циклов теплоэнергетических установок	Подготовка к контрольной работе. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме. Выполнение индивидуальных заданий. Курсовая работа.	6
19	Курсовая работа	Закрепление навыков практического применения основных методик термодинамического анализа для расчетов термодинамических процессов, расширение знаний об идеализированных циклах реальных машин, освоение методики энергетического анализа и расчета важнейших процессов и циклов.	28

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Техническая термодинамика» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются и компьютерные технологии, привлечение мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, выполнение курсовой работы, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

3 семестр

1. Предмет и метод термодинамики.
2. Основные понятия и определения: термодинамическая система (открытая, закрытая; адиабатная; замкнутая), равновесное и неравновесное состояние т/ д системы, гомогенная, гетерогенная т/ д система; термодинамический процесс; окружающая среда, рабочее тело.
3. Замкнутые и изолированные термодинамические системы.
4. Свойства рабочего тела. Температура, давление, плотность, объем.
5. Идеальный газ, основные параметры состояния.

6. Законы идеальных газов.
7. Энергия, ее виды. Теплота и работа как способы передачи энергии.
8. Первый закон термодинамики для неподвижного газа. Энтальпия, ее свойства.
9. Смеси идеальных газов.
10. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).
11. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.

4 семестр

1. Понятие цикла, прямой, обратный цикл.
2. Порядок исследования циклов тепловых двигателей.
3. Цикл Карно. Понятие термического КПД.
4. Основные закономерности соплового и диффузорного течений.
5. Дросселирование идеальных газов.
6. Циклы различных двигателей (ДВС, циклы воздушно- реактивных двигателей, циклы ракетных двигателей).
7. Основные понятия о работе холодильных установок. Обратный цикл Карно.
8. Циклы воздушно- реактивных двигателей (прямоточный, пульсирующий, газотурбинный).
9. Циклы ракетных двигателей.
10. Общие условия перехода от дозвукового истечения к сверхзвуковому.
11. Дросселирование газа.
12. Течение газа с ударными волнами.
13. Виды передачи тепла (теплопроводность, конвекция, излучение).
14. Основные понятия и определения теплопередачи (способы переноса тепла, тепловой поток).
15. Температурное поле. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.

Курсовая работа по дисциплине "Техническая термодинамика" выполняется студентами в 4 семестре с целью закрепления и углубления учебного материала. Выполнение курсовой работы прививает определенные навыки практического применения основных методик термодинамического анализа для расчетов термодинамических процессов, расширяет знания об идеализированных циклах реальных машин, позволяет на конкретных примерах усвоить методику энергетического анализа и расчета важнейших процессов и циклов.

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Термодинамический расчёт газового цикла.
2. Термодинамический расчёт цикла паросиловой установки.
3. Термодинамическое исследование процессов изменения параметров влажного воздуха.
4. Термодинамическое исследование цикла парокомпрессионной холодильной установки.
5. Термодинамическое исследование политропных процессов с идеальным газом.
6. Термодинамическое исследование процессов с водяным паром
7. Максимально- полезная работа неравновесной закрытой термодинамической системы.

9. УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Морозов, В. В. Техническая термодинамика : учебное пособие / В. В. Морозов, Н. М. Максимов. — Великие Луки : Великолукская ГСХА, 2022. — 172 с. — ISBN

978-5-8047-0063-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/261638](https://e.lanbook.com/book/261638) (дата обращения: 13.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / Н. М. Цирельман. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-8522-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/176665](https://e.lanbook.com/book/176665) (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Круглов, А. Б. Руководство по технической термодинамике с примерами и задачами : учебно-методическое пособие / А. Б. Круглов, В. С. Харитонов, М. И. Писаревский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-7262-2770-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/284363](https://e.lanbook.com/book/284363) (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Техническая термодинамика» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных

компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Экзамен	3,4 сем,	18.0 акад. часа
Лекции	14.0	(акад. часа)
Практические занятия	18.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	0.0	(акад. часа)
ИКР	2.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	308.0	(акад. часа)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 360.0 (акад. часа), 10.00 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Основные понятия термодинамики	3	2	2						20	Входной контроль. Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.
2	Первый закон термодинамики	3	2	2						51	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.
3	Второй закон термодинамики	3	2	2						52	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям.
4	Влажный воздух. Реальные газы (водяной пар)	4	2	6						28	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
5	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	4	2	2						32	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение

											курсовой работы
6	Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок	4	2	2						32	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
7	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки.	4	2	2						32	Контрольная работа. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы
8	Курсовая работа	4				2				61	Защита курсовой работы
9	Экзамен	3						0.3	8.7		
10	Экзамен	4						0.3	8.7		
	Итого		14.0	18.0	0.0	2.0	0.0	0.6	17.4	308.0	

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основные понятия термодинамики	Введение в дисциплину. Основные понятия термодинамики. Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система и окружающая среда. Параметры состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.	20
2	Первый закон термодинамики	Теплота и работа как способы передачи энергии. Механическая работа. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой термодинамической системы. Аналитические выражения первого закона для закрытой и открытой системы.	51
3	Второй закон термодинамики	Прямой и обратный обратимый цикл Карно, его значение в термодинамике. Регенеративный цикл как обобщённый цикл Карно. Энтропия. Аналитические выражения второго закона	52

		термодинамики для процессов и циклов. Расчётные соотношения для определения изменения энтропии в обратимых процессах.	
4	Влажный воздух. Реальные газы (водяной пар)	Термодинамические свойства, h - d диаграмма и расчет основных процессов с влажным воздухом. Фазовые переходы. Диаграмма Эндрюса. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса, его геометрическая интерпретация. Параметры пара.	28
5	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания	Циклы ДВС с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты.	32
6	Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок	Циклы ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Пути повышения эффективности циклов ГТУ. Цикл Карно с насыщенным паром. Цикл Ренкина. Цикл ПСУ с повторным перегревом.	32
7	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки.	Принципиальные схемы и расчет циклов воздушной и паровых компрессорных холодильных установок. Рабочие тела пароконпрессорных холодильных установок. Циклы тепловых насосов.	32
8	Курсовая работа	Закрепление навыков практического применения основных методик термодинамического анализа для расчетов термодинамических процессов, расширение знаний об идеализированных циклах реальных машин, освоение методики энергетического анализа и расчета важнейших процессов и циклов.	61