

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.23 «Термодинамика»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.03  
Энергетическое машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	И.А. Бахтина
Согласовал	Зав. кафедрой «КиРС»	Е.Б. Жуков
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.Б. Жуков

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-4	Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.1	Демонстрирует знания теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках
		ОПК-4.2	Применяет в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Физика, Химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Паровые котлы, Реакторы и парогенераторы АЭС, Термодинамика паросиловых циклов, Технология сжигания органических топлив, Энергетические машины и теплообменные аппараты

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	16	116	76

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 4**

## **Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Основные понятия и определения. Законы идеальных газов.(4ч.)[3,4,5,6]** Техническая термодинамика как основа рабочих процессов в энергетических машинах и установках. Основные понятия и определения. Термодинамическая система, термодинамический процесс. Параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная. Идеальные газы и их смеси. Законы идеального газа.

**2. Теплоёмкость газов. Её значение при теоретических исследованиях рабочих процессов и циклов в энергетических машинах и установках.(4ч.)[3,4,5,6]** Понятие теплоёмкости. Виды удельных теплоёмкостей. Теплоёмкости при постоянных давлении и объёме. Истинная и средняя теплоёмкости. Уравнение Майера. Отношение теплоёмкостей. Зависимость теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость идеальных и реальных газов. Теплота и работа как формы передачи энергии. Значение теплоёмкости при теоретических исследованиях рабочих процессов и циклов в энергетических машинах и установках.

**2. Первый закон термодинамики, его математическое выражение и применение в расчётах рабочих процессов в энергетических машинах и установках. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,4,5,6]** Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Уравнения первого закона термодинамики для закрытых и открытых систем. Математическое выражение первого закона термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия рабочего тела. Применение первого закона термодинамики в расчётах рабочих процессов в энергетических машинах и установках.

**4. Анализ основных термодинамических процессов идеального газа и применение данных процессов в рабочих процессах в энергетических машинах и установках.(4ч.)[3,4,5,6]** Равновесные процессы. Обратимость процессов. Обобщенная методика анализа термодинамических процессов идеального газа. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Определение основных термодинамических параметров для процессов. Политропный процесс и его обобщающее значение. Характеристики политропных процессов в зависимости от показателя политропы. Применение термодинамических процессов идеального газа в рабочих процессах в энергетических машинах и установках.

**5. Второй закон термодинамики, его математическое выражение и применение в расчётах теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках.(4ч.)[3,4,5,6]** Основные положения второго закона термодинамики, его математическое выражение. Круговые термодинамические процессы или циклы. Свойства обратимых и необратимых циклов. Прямой и обратный обратимые циклы. Сущность второго закона термодинамики. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент циклов. Энтропия. Тепловая диаграмма процессов в координатах T-S. Применение

второго закона термодинамики в расчётах теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках. применение в расчётах теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках.

**6. Теоретические основы тепловых двигателей, циклы ДВС и ГТУ. Анализ и сравнение теоретических циклов поршневых ДВС и ГТУ как основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (8ч.)[3,4,5,6]** Сведения и понятия принятые при исследовании теоретических циклов ДВС и ГТУ, допущения положенные при выполнении анализа. Теоретические циклы поршневых ДВС и ГТУ. Анализ и сравнение теоретических циклов поршневых ДВС и ГТУ как основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках по параметрам и термическому КПД.

**7. Термодинамические основы работы компрессора в рабочих процессах энергетических машин и установок. Индикаторная диаграмма.(4ч.)[3,4,5,6]** Типы компрессоров и их применение в рабочих процессах энергетических машин и установок. Идеальный и действительный рабочие процессы одноступенчатого поршневого компрессора. Определение теоретической работы компрессора. Обоснование степени повышения давления. Изображение процессов в компрессоре в P-V и T-S координатах. Многоступенчатое сжатие.

#### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Применение термодинамических параметров рабочего тела и уравнения состояния идеального газа в расчётах теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках.(2ч.)[1,7]** Абсолютное, избыточное давление, разрежение - вакуум, удельный объём, абсолютная температура. Уравнение состояния и законы идеальных газов. Их применение в расчётах теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и установках.

**2. Теплоёмкость, энтальпия, энтропия. Их расчёт в зависимости от типа рабочего процесса в энергетических машинах и установках.(4ч.)[1,7]** Способы пересчёта удельной теплоёмкости с одного вида на другой. Вычисление средней теплоёмкости в произвольном интервале температур с помощью таблиц удельных теплоёмкостей. Расчёт теплоёмкости, теплоты, энтальпии и энтропии в зависимости от типа рабочего процесса в энергетических машинах и установках.

**3. Первый закон термодинамики и термодинамические процессы идеального газа. Расчёт основных параметров процессов идеальных газов в энергетических машинах и установках.(4ч.)[1,7]** Применение первого закона термодинамики для расчёта количества теплоты и работы в рабочих процессах энергетических машин и установок. Расчёт основных параметров изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов в энергетических машинах и установках.

**4. Расчёт основных процессов и циклов ДВС в энергетических машинах и установках.(6ч.)[1,7]** Расчёт основных параметров для точек и основных

процессов циклов ДВС в энергетических машинах и установках. Определение КПД цикла ДВС и сравнение его с КПД цикла Карно.

### **Лабораторные работы (16ч.)**

**1. Определение отношения теплоёмкостей газов при постоянном давлении и постоянном объёме. {работа в малых группах} (4ч.)[2]** Ознакомление с методикой измерения теплоёмкости. Определение отношения теплоёмкостей газов по методу Клемона-Дезорма, определение коэффициента Пуассона.

**2. Исследование процессов во влажном воздухе в рабочих процессах энергетических машин и установок. {работа в малых группах} (6ч.)[2]** Изучение теплофизических свойств воздуха и их изменения в рабочих процессах энергетических машин и установок. Экспериментальное исследование закономерностей поведения газовых смесей. Ознакомление с методикой измерения теплофизических параметров сухого воздуха и его смеси с водяным паром.

**3. Изохорное нагревание воды и водяного пара. {работа в малых группах} (6ч.)[2]** В ходе лабораторной работы необходимо: провести экспериментальное исследование кривой насыщения водяного пара, усвоить особенности фазового перехода в системе вода-пар при различных исходных значениях величины удельного объёма, расчётные и экспериментальные методы определения теплоты парообразования в рабочих процессах энергетических машин и установок.

### **Самостоятельная работа (116ч.)**

**1. Проработка теоретического материала.(16ч.)[3,4,5,6,7]** Работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями и другими источниками.

**2. Подготовка к практическим занятиям.(16ч.)[1,3,4,5,6]** Оформление необходимых схем, графиков. Самостоятельное решение задач.

**3. Подготовка и защита лабораторных работ.(32ч.)[2,3,4,5,6]** Подготовка к лабораторным работам, оформление отчётов по лабораторным работам, подготовка и защита лабораторных работ.

**4. Контрольный опрос.(16ч.)[2,3,4,5,6]** Подготовка и сдача контрольных опросов.

**5. Экзамен.(36ч.)[1,3,4,5,6,7]** Подготовка и сдача экзамена.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Бахтина И.А., Троян Е.Н., Николаев А.М. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие. – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Доступ из «Электронная библиотека АлтГТ» [http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan\\_teplotechnic.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/tgivv/Trojan_teplotechnic.pdf)

2. Лихачева Г.Н., Троян Е.Н., Меняев К.В. Техническая термодинамика. Метод. указания к лаб. работам. [Электронный ресурс]: Методические указания. - Электрон. дан.- Барнаул: АлтГТУ, 2014.- Доступ из «Электронная библиотека АлтГТ» <http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/lix-texterm.pdf>

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Шаров, Ю. И. Техническая термодинамика : учебно-методическое пособие : [16+] / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 40 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575627> (дата обращения: 08.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3761-2. – Текст : электронный

4. Зеленцов, Д. В. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д. В. Зеленцов. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 140 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/20525.html> (дата обращения: 27.11.2020).

### **6.2. Дополнительная литература**

5. Кудинов, И. В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика : учебное пособие / И. В. Кудинов, Е. В. Стефанюк. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 172 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html> (дата обращения: 27.11.2020).

6. Островская, А. В. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. В. Островская, В. Н. Королёв ; науч. ред. Б. Г. Сапожников ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 242 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699090> (дата обращения: 08.04.2023). – Библиогр.: с. 207-208. – ISBN 978-5-7996-3089-8. – Текст : электронный.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. Профессиональные справочные системы «Техэксперт»

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов

и лиц с ограниченными возможностями здоровья».