

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): **Двигатели внутреннего сгорания**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	профессор	А.А. Балашов
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

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.	Теоретическая механика, Физика, Химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Агрегаты наддува, Выпускная квалификационная работа, Механика жидкости и газа, Основы научных исследований и испытаний двигателей, Основы теории горения, Теория рабочих процессов поршневых двигателей

## 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. Введение. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,6]** Техническая термодинамика и теплообмен как теоретическая основа теплоэнергетики. Роль российских ученых в развитии теплоэнергетики. Связь термодинамики с другими дисциплинами специальности. Предмет и метод технической термодинамики. Основные параметры состояния рабочего тела термодинамической системы. Термодинамическая поверхность идеального газа. Диаграмма P-V. Работа расширения и техническая работа.
- 2. Идеальный газ. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5]** Основные законы идеального газа. Уравнения состояния идеального и реального газов. Газовая постоянная, универсальная газовая постоянная. Использование в расчетах рабочих процессов тепловых машин уравнение состояния реального газа.
- 3. Первый закон термодинамики {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4]** Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Уравнения первого закона термодинамики для закрытых и открытых систем. Расчет внутренней энергии и энтальпия рабочего тела в тепловых машинах.
- 4. Смеси идеальных газов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5]** . Расчет параметров смеси как идеального газа (плотности, кажущейся молекулярной массы, газовой постоянной в энергетических машинах и установках. Определение парциальных давлений компонентов смеси.
- 5. Теплоемкость газов. Энтропия. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3]** Массовая, объемная и мольная теплоемкости газов. Теплоемкость при постоянном давлении и постоянном объеме. Истинная и средняя теплоемкости. Уравнение Майера. Отношение теплоемкостей. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси идеальных газов. Функции термодинамического состояния и термодинамического процесса. Энтропия. Диаграмма T-S.  
Использование в расчетах рабочих процессов тепловых машин диаграммы T-S.
- 6. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5]** Изохорный и изобарный термодинамические процессы. Методика исследования термодинамических процессов в энергетических машинах и установках
- 7. Изотермический и адиабатный термодинамические процессы. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3]** Теоретические основы изотермического и адиабатного термодинамических процессов.
- 8. Политропные термодинамические процессы. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Теоретические основы политропных термодинамических процессов.
- 9. Второй закон термодинамики (1). {лекция с разбором конкретных**

**ситуаций} (2ч.)[1,5]** Теоретические основы второго закона термодинамики. Теория круговых термодинамических процессов или циклов. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент циклов. Цикл Карно. Прямой обратимый и обратный циклы Карно.

**10. Второй закон термодинамики (2).** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6] Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Свойства обратимых и необратимых циклов. Принцип существования и возрастания энтропии. Физический смысл второго закона термодинамики. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Максимальная работа и потеря полезной работы. О неправильных обобщениях Клаузиуса в вопросе о возрастании энтропии. Среднеинтегральная температура.

Использование в расчетах рабочих процессов энергетических машин второго закона термодинамики.

**11. Течение газов.** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2] Расчет потока движущегося газа с учетом первого закона термодинамики. Работа проталкивания. Дальнейшее развитие уравнения первого закона термодинамики для потока. Расчет располагаемой работы при истечении газа. Изэнтропный процесс расширения (истечения) газа.

**12. Термодинамика газового потока.** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5] Адиабатный процесс расширения рабочего тела в потоке. Использование в расчетах рабочих процессов энергетических машин методики учета газодинамических потерь в открытой адиабатной системе. Скорости потока в адиабатном процессе расширения. Изменение энтропии в открытой системе.

**13. Термодинамические основы работы компрессоров.** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4] Типы компрессоров. Теоретические основы действительных и идеализированных рабочих процессов одноступенчатого поршневого компрессора. Обоснование и рациональное распределение степени сжатия. Изображение процессов, протекающих в компрессоре в P-V и T-S координатах. Многоступенчатое сжатие.

**14. Циклы холодильных установок.** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5] Основные сведения и понятия о работе холодильных установок. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл паровой компрессорной холодильной установки. Глубокое охлаждение. Тепловой насос. Применение в расчетах рабочего процесса теплового насоса теоретических основ циклов холодильной установки.

**15. Циклы паросиловых установок (ПСУ).** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6] . Теоретические основы циклов паросиловых установок. Общие сведения об их оценке. Анализ (обратимых) теоретических и (необратимых) реальных циклов (ПСУ) с учетом основных источников необратимости. Конденсационный цикл Ренкина.

**16. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).** {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6] Термодинамические основы циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания (ПДВС). Идеальные циклы ПДВС: с подводом теплоты при  $V = \text{const}$ , с подводом теплоты при  $P = \text{const}$  и смешанном

подводе теплоты (при  $V = \text{const}$  и  $P = \text{const}$ ). Сравнение циклов по термодинамическим параметрам и термическому КПД.

### **Практические занятия (16ч.)**

- 1. Параметры состояния рабочего тела. □ Идеальные газы и их смеси. {работа в малых группах} (2ч.)[2]** Методика расчета параметров состояния рабочего тела. □ Идеальные газы и их смеси.
- 2. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. {работа в малых группах} (2ч.)[6]** Использование в расчетах рабочих процессов энергетических машин и установок первого закона термодинамики. Теплоемкость.
- 3. Изохорный, изобарный и изотермический термодинамические процессы. Адиабатный термодинамический процесс в открытых и закрытых системах. {работа в малых группах} (2ч.)[6]** Изохорный, изобарный и изотермический термодинамические процессы. Методика расчета адиабатного термодинамического процесса в открытых и закрытых системах.
- 4. Политропные термодинамические процессы. Термодинамические циклы. {работа в малых группах} (2ч.)[6]** Политропные термодинамические процессы. Анализ термодинамических циклов энергетических машин.
- 5. Второй закон термодинамики. Процессы во влажном воздухе. {работа в малых группах} (2ч.)[6]** Использование в расчетах рабочих процессов энергетических машин второго закона термодинамики. Процессы во влажном воздухе.
- 6. Истечение газов и паров. Теплообменные аппараты. {работа в малых группах} (2ч.)[5]** Методика расчета истечения газов и паров в теплообменных аппаратах.
- 7. Циклы ПДВС {работа в малых группах} (2ч.)[2]** Методика расчета рабочих циклов ПДВС.
- 8. Циклы холодильных машин. {работа в малых группах} (2ч.)[6]** Методика расчета циклов холодильных машин.

### **Лабораторные работы (16ч.)**

- 1. Поверка манометров с одновитковой трубчатой пружиной {работа в малых группах} (2ч.)[1]** Поверка манометров с одновитковой трубчатой пружиной
- 2. Определение изобарной тепло-емкости воздуха. {работа в малых группах} (2ч.)[5]** Определение изобарной тепло-емкости воздуха.
- 3. Исследование процессов во влажном воздухе. {работа в малых группах} (2ч.)[2]** Исследование процессов во влажном воздухе.
- 4. Градуировка и поверка термоэлектрических термометров. {работа в малых группах} (2ч.)[3]** Градуировка и поверка термоэлектрических термометров.
- 5. Градуировка и поверка термо-метров сопротивления. {работа в малых**

группах} (2ч.)[4] Градуировка и поверка термо-метров сопротивления.

**6. Термодинамическое исследование поршневого компрессора. {работа в малых группах} (2ч.)[4]** Термодинамическое исследование поршневого компрессора.

**7. Термодинамическое исследование поршневого компрессора. {работа в малых группах} (2ч.)[4]** Термодинамическое исследование поршневого компрессора.

**8. Обработка результатов статической продувки. {работа в малых группах} (2ч.)[5]** Обработка результатов статической продувки.

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

**1. Самостоятельная работа студентов в течении семестра. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (80ч.)[5]** Самостоятельная работа студентов в течении семестра.

**2. Самостоятельная работа студентов в период сессии. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (36ч.)[6]** Самостоятельная работа студентов в период сессии.

### **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. Методические указания по выполнению лабораторных работ № 1 и № 2 по дисциплине "Тепломассообмен в ДВС". /Яковлев С.В. (ДВС),Балашов А.А.(ДВС),Кузьмин А.Г.(ДВС). Алт. гос. тех. ун-т им.И.И.Ползунова.- Барнаул:Изд-во АлтГТУ, 2014.-20с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Kuzmin-ltodvs2.pdf>

2. Кудинов,А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]/А.А.Кудинов, С.К.Зиганшина.-Электрон.дан.-Москва:Машиностроение,2011.-374.-Режим доступа:<http://e.lanbook.com/reader/book/2014/#1>.

3. Примеры и задачи по тепломассообмену[Электронный ресурс] учебное пособие/В.С.Логинов[и др.]-Электрон.дан.-Санкт-Петербург: Лань,2019.-256 с.-Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/112072>.-Загл. с экрана

4. Балашов, А. А. Термодинамическое исследование одноступенчатого компрессора : методическое указание к выполнению лабораторной работы для студентов специальности 140501 «Двигатели внутреннего сгорания» по дисциплине «Термодинамика и тепломассообмен» дневной формы обучения. Учебно-методическая разработка [Электронный ресурс] / А. А. Балашов, Г. В.

Пыжанкин. – Барнаул: изд-во Алт. гос. тех. ун-та.– 2012.– 23 с.– Режим доступа : [http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/balashov\\_issl.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/balashov_issl.pdf).

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

5. Балашов А.А. Техническая термодинамика: Часть 2. Основы термогазодинамики открытых систем(учебное пособие) / Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014 - 101 с. Режим доступа:[http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Balashov\\_termo2.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Balashov_termo2.pdf)

### **6.2. Дополнительная литература**

6. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача/В.В.Нащокин. - М.: Высшая школа, 1980. - 470 с.-300 экз.

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

7. Основы теории тепловых процессов и машин : в 2 ч. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Е. Александров [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 563 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84115>. — Загл. с экрана.

## **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

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
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> )
3	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор РФ) - требования к разрабатываемой продукции, условия эксплуатации ( <a href="http://gosnadzor.ru">gosnadzor.ru</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».