



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, ИНФОРМАЦИОННЫХ**  
**ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

**Хасанова М. Л., Руднев В. В.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ**  
**САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по  
отраслям)

Направленность (профиль) Транспорт

Дисциплина Термодинамика и рабочие процессы двигателей

Челябинск  
2022

УДК 536.7(076)(021)

ББК 22.317.1я73

X 24

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов** очной формы обучения по направлению подготовки бакалавриата 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) направленность (профиль) Транспорт по дисциплине «Термодинамика и рабочие процессы двигателей» / под общей ред. Хасановой М. Л. - Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2022. – 17 с.

**Составитель:** Хасанова М. Л., к.т.н., доцент кафедры Автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам;

Руднев В. В., к.т.н., заведующий кафедрой Автомобильного транспорта, информационных технологий и методики обучения техническим дисциплинам.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Термодинамика и рабочие процессы двигателей» предназначены для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) направленность (профиль) Транспорт.

В методические рекомендации включены пояснительная записка, трудоемкость самостоятельной работы, содержание, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Термодинамика и рабочие процессы двигателей», предусмотренных рабочей программой.

© М. Л. Хасанова, В. В. Руднев

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
2. ТРУДОЕМКОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	6
3. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМАМ И ИХ ОЦЕНКА .....	11
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Одной из важных и актуальных проблем высшего образования в настоящее время является организация самостоятельной работы студентов. Закон Российской Федерации «Об образовании» определяет следующие задачи содержания образования: формирование у студента адекватной современному уровню знаний картины мира; формирование человека-гражданина, интегрированного в современное общество и нацеленного на его совершенствование; обеспечение и развитие кадрового потенциала экономики, культуры, науки и техники.

Успешное решение этих задач возможно лишь в том случае, когда само образование способствует созданию этих компетенций, а не передает их в готовом виде. При этом самостоятельная работа студентов играет немаловажную роль в системе подготовки будущего педагога.

Стандарт задает объем самостоятельной работы, на выполнение которой отводиться не менее 60 % учебного времени для дневной и 80% - для заочной форм обучения. Проводится самостоятельная работа как на аудиторных, так и внеаудиторных занятиях.

Студент, являясь активным участником образовательного процесса, не только прослушивает лекцию и конспектирует основные положения, но и анализирует, сопоставляет, делает выводы. Поэтому одним из условий эффективного проведения аудиторных занятий является самостоятельная работа студента. К ней можно отнести следующие виды деятельности: написание реферата, выполнение контрольной работы, контрольных заданий, подготовка к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам, выполнение домашних контрольных работ, участие в олимпиадах, подбор и изучение литературных источников по заданной теме, составление таблиц и др.

Кроме того, самостоятельная работа может проводиться в различных организационных формах: индивидуально, в парах, в группах или целой

аудиторией. Все эти формы способствуют развитию познавательных, организационных и коммуникативных умений, направленных на формирование определенных компетенций.

По формам отчетности могут быть использованы: контрольные работы, тестирование, составление схем, таблиц, конспектирование основных положений и т. д. Для оценивания может быть использована рейтинговая система контроля, учитывающая индивидуальную самостоятельную работу студентов в ходе всего обучения.

Данные методические рекомендации являются приложением к рабочей программе дисциплины «Термодинамика и рабочие процессы двигателей».

## 2. ТРУДОЕМКОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование раздела дисциплины и тем	Трудоемкость (в часах)
	СРС
Основы термодинамики. Термодинамические процессы.	18
Основные параметры состояния	6
Энергия рабочего тела. Формы передачи энергии. Первый закон термодинамики.	6
Термодинамические процессы	6
Термодинамические циклы автомобильных двигателей	22
Термодинамические циклы. Второй закон термодинамики	6
Термодинамические циклы двигателей с принудительным воспламенением топлива	6
Термодинамические циклы компрессорных дизелей.	6
Термодинамические циклы бескомпрессорных дизелей	4
Рабочие процессы автомобильных двигателей	60
Основы теории поршневых ДВС 2 8 10	8
Процессы газообмена	8
Исследование впускного тракта поршневого ДВС	8
Процесс сжатия	8
Исследование процесса сжатия поршневого ДВС	8
Процесс сгорания в двигателях с принудительным воспламенением топлива. Детонационное сгорание.	8
Процесс сгорания в дизелях	4
Экологическая безопасность поршневых ДВС	8
Итого по дисциплине	100

### 3. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Тема 1. Основы термодинамики. Термодинамические процессы (18 часов).**

1.1 Основные параметры состояния.

1. Предмет «Термодинамика и рабочие процессы двигателей». Цель, задачи и содержание предмета.

2. Основные параметры состояния.

3. Идеальный газ.

4. Основные законы идеальных газов.

1.2. Энергия рабочего тела. Формы передачи энергии. Первый закон термодинамики.

1. Энергия рабочего тела (термодинамической системы).

2. Энтальпия.

3. Формы передачи энергии.

4. Расчет и графическое изображение энергии, передаваемой в форме работы.

5. Расчет и графическое изображение энергии, передаваемой в форме теплоты.

6. Физический смысл и уравнения первого закона термодинамики.

1.3. Термодинамические процессы.

1. Понятие о термодинамических процессах.

2. Алгоритм исследования термодинамических процессов.

3. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.

4. Графическое изображение термодинамических процессов в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .

5. Анализ термодинамических процессов.

**Форма отчетности:** задача, тест.

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3, 4, 5.

**Тема 2. Термодинамические циклы автомобильных двигателей (22 часа).**

2.1. Термодинамические циклы. Второй закон термодинамики.

1. Термодинамические циклы.
2. Оценка эффективности термодинамических циклов.
3. Физический смысл и математическая интерпретация второго закона термодинамики.

4. Цикл Карно.

2.2. Термодинамические циклы двигателей с принудительным воспламенением топлива.

1. Основные допущения, принимаемые при рассмотрении термодинамических циклов тепловых двигателей.

2. Цикл поршневых ДВС с подводом теплоты при неизменном объеме.

2.3. Термодинамические циклы компрессорных дизелей.

1. Цикл поршневых ДВС с подводом теплоты при неизменном давлении.

2. Влияние степени сжатия и степени предварительного расширения на теплоиспользование в компрессорных дизелях.

2.4. Термодинамические циклы бескомпрессорных дизелей.

1. Цикл поршневых ДВС с комбинированным подводом теплоты.

2. Сравнение термодинамических циклов поршневых ДВС.

**Форма отчетности:** задача, мультимедийная презентация.

**Учебно-методическое обеспечение:** 2, 3, 4, 6.

**Тема 3. Рабочие процессы автомобильных двигателей (60 часов).**

3.1. Основы теории поршневых ДВС.

1. Отличие действительных циклов поршневых ДВС от термодинамических.

2. Классификация поршневых ДВС с точки зрения протекания рабочего процесса.

3.2. Процессы газообмена.

1. Процессы газообмена в четырехтактных и двухтактных двигателях.

2. Параметры оценки процессов газообмена.

3. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на качество процессов газообмена.

3.3. Исследование впускного тракта поршневого ДВС.

1. Определение давления разрежения в контрольных сечениях впускного тракта ДВС.

2. Определение коэффициента наполнения.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение впускного тракта?

2. Из каких приборов и деталей состоит впускной тракт ДВС?

3. Как изменяется давление в зависимости от скорости движения воздуха во впускном тракте двигателя?

4. Как влияет прикрытие воздушной и дроссельной заслонок на характер давления во впускном тракте ДВС?

5. Как влияет величина давления во впускном тракте на качество процесса наполнения?

3.4. Процесс сжатия.

1. Физическая и энергетическая природа процесса сжатия.

2. Влияние различных факторов на характер процесса сжатия.

3.5. Исследование процесса сжатия поршневого ДВС.

1. Определение параметров процесса сжатия.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение процесса сжатия в поршневых ДВС.

2. Сформулируйте назначение процесса сжатия в поршневых ДВС.

3. Что такое степень сжатия?
4. Проведите энергетический анализ процесса сжатия в поршневых ДВС.
5. Опишите физические особенности процесса сжатия в поршневых ДВС с принудительным воспламенением топлива.
6. Опишите физические особенности процесса сжатия в дизелях.
7. Приведите численные значения степени сжатия, характерные для дизелей и двигателей с принудительным воспламенением топлива.

3.6. Процесс сгорания в двигателях с принудительным воспламенением топлива. Детонационное сгорание.

1. Фазы процесса сгорания в двигателях с принудительным воспламенением топлива и его параметры.
2. Влияние различных факторов на характер процесса сгорания.
3. Природа детонационного сгорания.
4. Влияние различных факторов на вероятность возникновения детонации.
5. Другие нарушения нормального протекания процесса сгорания в двигателях с принудительным воспламенением топлива.

3.7. Процесс сгорания в дизелях

1. Фазы процесса сгорания в дизелях и его параметры.
2. Влияние различных факторов на характер процесса сгорания в дизелях.

3.8. Экологическая безопасность поршневых ДВС.

1. Токсичность поршневых ДВС.
2. Нормирование вредных выбросов с отработавшими газами автомобильных двигателей.

**Форма отчетности:** задача, тест.

**Учебно-методическое обеспечение:** 1, 2, 3, 4, 5, 6.

#### 4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМАМ И ИХ ОЦЕНКА

**Раздел 1. «Основы термодинамики. Термодинамические процессы»:**

**1. Задача.**

1. Какой знак имеет теплоемкость газа в политропном процессе, для которого уравнение первого закона термодинамики имеет вид

$$-q = -u - \ell$$

2. Укажите примерное расположение данного процесса в координатах p-v.

3. Укажите примерное расположение данного процесса в координатах T-s.

4. Изобразите схему энергетического баланса, соответствующую данному процессу.

5. Что происходило с энергией, передающейся на микроуровне в данном процессе.

**Количество баллов: 30**

**2. Тест**

1. Назовите разделы предмета «Теплотехника»:

1. Термодинамика, теплопередача, тепловые двигатели.

2. Техническая термодинамика, теплообменные аппараты, тепловые машины.

3. Техническая термодинамика, тепломассообмен, тепловые машины.

2. В каких отраслях знаний не используются законы и закономерности, рассматриваемые в теплотехнике?

1. В медицине.

2. В юриспруденции.

3. В аэрокосмической отрасли.

3. Что такое теплоемкость?

1. Количество теплоты, которое необходимо подвести к 1 кг вещества, чтобы нагреть его на один градус.

2. Количество теплоты, которое необходимо передать 1 кг вещества, чтобы изменить его температуру на один градус.

3. Соотношение между количеством переданной теплоты и произошедшим изменением температуры.

4. Что такое «энергия»?

1. Это совершенная работа.

2. Это способность тела совершать работу.

3. Это единая мера различных форм движения.

5. Что такое «работа»?

1. Это одна из форм передачи энергии;

2. Это энергия, содержащаяся в теле;

3. Это способность тела совершать работу.

6. Что такое «внутренняя энергия»?"?

1. Это энергия движения и взаимодействия частиц, составляющих тело;

2. Это энергия движения частиц, составляющих тело;

3. Это энергия взаимодействия частиц, составляющих тело.

7. Укажите основные параметры состояния, принятые в технической термодинамике.

1. Абсолютная температура, объем, абсолютное давление;

2. Удельный объем, абсолютное давление; абсолютная температура,

3. Абсолютная температура, удельный объем, избыточное давление.

**Количество баллов: 10**

**Раздел 2. «Термодинамические циклы автомобильных двигателей»:**

**1. Задача.**

1. В начале процесса сжатия температура рабочего тела  $t_a=80^\circ\text{C}$ , давление  $p_a=0,085\text{ МПа}$ , показатель политропы сжатия  $n_1=1,34$ , литраж двигателя  $V_l=5,488\text{ л}$ , количество цилиндров  $i=8$ , объем камеры сгорания  $V_c=0,114\cdot 10^{-3}\text{ м}^3$ , степень повышения давления  $\lambda=3,4$ . Определить максимальную температуру цикла  $T_z$  двигателя с принудительным воспламенением топлива.

2. Повести анализ термодинамического цикла с подводом теплоты при  $V=\text{idem}$ , при условии, что  $p_a=0,085\text{ МПа}$ ,  $t_a=90^\circ\text{C}$ , степень сжатия  $7,5$ ,  $t_z=2077^\circ\text{C}$ . Рабочее тело – воздух.  $n_1=1,36$ .

**Количество баллов: 20**

## **2. Мультимедийная презентация**

Примерные темы презентаций:

1. Концепции необратимости и термодинамика.
2. Революция в термодинамике.
3. Расчет состава и термодинамических характеристик рабочего тела.
4. Выдающиеся русские химики - Владимир Александрович Кистяковский.
5. Энтропия и ее роль в построении современной картины мира.
6. Второй Закон Термодинамики.
7. «Вечные» двигатели.
8. Два типа фазовых переходов, и третье начало термодинамики.
9. Двигатели Стирлинга. Области применения.
10. Законы термодинамики и термодинамические параметры систем.
11. Исследование политропического процесса.
12. Прямой цикл Карно.
13. Расчет рекуперативного теплообменника газотурбинного двигателя.
14. Реактивные двигатели и основы работы тепловой машины.

15. Решение обратных задач теплопроводности для элементов конструкций простой геометрической формы.

16. Теплопроводность через сферическую оболочку.

17. Тепловидение.

18. Термопара.

19. Термодинамика и синергетика.

20. Энтропия термодинамическая и информационная.

**Количество баллов: 10**

### **Раздел 3. «Рабочие процессы автомобильных двигателей»:**

#### **1. Задача.**

1. Определить полный объем цилиндра, если рабочий объем равен 30 см<sup>3</sup>, а объем камеры сгорания - 4 см<sup>3</sup>.

2. Параметры рабочего тела на впуске: температура  $t_a=80^\circ\text{C}$ , подогрев свежего заряда  $T=15^\circ\text{C}$ , показатель политропы сжатия  $n_1=1,32$ , степень сжатия  $\epsilon=14$ . Определить температуру в конце процесса сжатия  $T_c$ .

**Количество баллов: 20**

#### **2. Тест**

1. Перечислите классификационные (с точки зрения организации рабочего процесса) признаки дизеля.

Дизель это: - тактный двигатель, использующий топлива, с..... степенью сжатия, с .....смесеобразованием, с воспламенением топлива от ....., с..... способом регулирования мощности.

2. Напишите, что происходит в двигателях с принудительным воспламенением топлива в моменты, которые на индикаторной диаграмме обозначаются буквами: a- z- b"- d'.

3. Что такое степень сжатия?

1) Отношение рабочего объема к объему камеры сгорания.

2) Отношение объема камеры сгорания к полному объему.

- 3) Отношение полного объема к рабочему объему.
- 4) Отношение полного объема к объему камеры сгорания.
4. Что такое коэффициент избытка воздуха? (напишите определение).
5. Какой участок индикаторной диаграммы соответствует периоду «дозарядки»?
  - 1) а-с;
  - 2) а'-а;
  - 3) а'-а'';
  - 4) а-а''.
6. В каких двигателях в ходе протекания рабочего процесса есть период диффузионного сгорания?
  - 1) В двигателях с внешним смесеобразованием.
  - 2) В двигателях с принудительным воспламенением топлива.
  - 3) В двигателях с самовоспламенением топлива от сжатия.
  - 4) В двигателях с количественным регулированием мощности.
7. Какой термодинамический цикл реализуется в бескомпрессорных дизелях?
  - 1) Цикл Отто.
  - 2) Цикл с комбинированным подводом теплоты.
  - 3) Цикл Дизеля.
  - 4) Цикл подводом теплоты при неизменном объеме.

**Количество баллов: 10**

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение:

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1.	Корчагин В.А. Тепловой расчет автомобильных двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, В.А. Коновалова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 82 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/64873.html">http://www.iprbookshop.ru/64873.html</a>
2.	Журавец И.Б. Конспект лекций по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Б. Журавец, С.З. Манойлина, А.В. Ворохобин. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 281 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/72679.html">http://www.iprbookshop.ru/72679.html</a>
3.	Термодинамика и рабочие процессы двигателей: основные понятия, термины, определения, области применения справочное пособие / М.Л. Хасанова, В.А. Белевитин, В.В. Руднев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2019. – 73 с.	<a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/6971">http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/6971</a>
4.	Руднев, В.В. Моделирование ресурсов повышения экологической безопасности крупных городов [Текст]: монография / В.В. Руднев, М.Л. Хасанова, В.А. Белевитин. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2017. – 88с.: ил.	<a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1941">http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1941</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
5.	Клещин Э.В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.В. Клещин, В.П. Гилета. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 256 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/44689.html">http://www.iprbookshop.ru/44689.html</a>
6.	Хасанова, М.Л. Рекомендации по выполнению практических работ дисциплины «Термодинамика и рабочие процессы двигателей» / М.Л. Хасанова, В.В. Руднев, М.С. Дмитриев. Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2021. – 66 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>

### 5.2. Информационное обеспечение дисциплины

Лицензионное программное обеспечение:

- Операционная система Windows 10 - Microsoft Office Professional Plus;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint

Security для бизнеса;

- Стандартный Russian Edition;
- Справочная правовая система Консультант плюс;
- 7-zip;
- Adobe Acrobat Reader DC.

*Учебное издание*

*Хасанова Марина Леонидовна*

*Руднев Валерий Валентинович*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по  
отраслям)

Направленность (профиль) Транспорт

Дисциплина Термодинамика и рабочие процессы двигателей

*Методические рекомендации*

Формат 60×84 1/16. Объем 0,05 уч.-изд. л. (1,06 п.л.)

Тираж 100 экз. Бумага типографская

Заказ № 256