

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича  
 Столетовых»  
 (ВлГУ)



по учебно-методической работе

А.А Панфилов

« 11 » 11 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**« Термодинамика »**

Направление подготовки 13.03.03 – энергетическое машиностроение

Профиль/ программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед., час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контр. (экз., час.)
3	11/396	72	54	18	216	Экз.,36, КР
Итого	11/396	72	54	18	216	Экз.,36, КР

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины «Термодинамика» являются:**

- изучение фундаментальных законов термодинамики, особенностей рабочих тел и термодинамических процессов;
- изучение параметров, позволяющих дать качественную и количественную характеристику термодинамических процессов;
- формирование навыков термодинамического анализа процессов в машинах и аппаратах, их агрегатах и узлах, в окружающей среде;
- изучение основных термодинамических закономерностей процессов, протекающих в тепловых двигателях и холодильных установках.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с параметрами, характеризующими состояние рабочих тел, указать на взаимосвязи между параметрами состояния;
- сформировать навыки использования законов преобразования энергии при проектировании и совершенствовании энергетических установок;
- дать представление о термодинамических основах рабочих циклов тепловых двигателей и холодильных установок;
- обучить студентов основам оценки эффективности энергетических машин и установок.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина относится к базовой части блока Б1 структуры программы бакалавриата.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), физики (молекулярно-кинетическая теория) и химии.

Дисциплина «Термодинамика» закладывает для успешного изучения целого ряда естественнонаучных и узкоспециальных дисциплин. Она дает студентам знания о законах превращения энергии в работу и работы в энергию. Позволяет научиться оперировать свойствами рабочих тел, проводить исследование термодинамических процессов и циклов, оценивать их энергетические параметры и эффективность.

Знания о строении вещества, полученные при изучении физики и химии, позволяют студентам составить целостную, непротиворечивую картину физических процессов и явлений, происходящих в термодинамическом рабочем теле.

Знания, полученные в курсе высшей математики позволяют существенно облегчить изучение математического аппарата, лежащего в основе описания термодинамических процессов и циклов.

Дисциплина «Термодинамика» является фундаментальной составной частью процесса подготовки современного специалиста, владеющего перспективными методами разработки и исследования энергетических установок, способного к инновационной деятельности в условиях высокотехнологичной и научной среды.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕРМОДИНАМИКА»**

В результате освоения программы «Термодинамика» у выпускника должны быть сформулированы общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции:

способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ОПК-3).

способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3);

Знать: законы термодинамики, основные закономерности термодинамических процессов в энергетических установках .

Уметь: решать отдельные тепловые задачи применительно к различным элементам энергоустановок, анализировать протекание рабочих процессов в соответствии с современными представлениями.



<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>18</b>		<b>216</b>	<b>К.Р.</b>	<b>30/ 20,8</b>	<b>Экз., к.р.</b>
---------------	-----------	-----------	-----------	--	------------	-------------	-----------------	-------------------

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках намеченной стратегической технологии принята ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (групповых дискуссий, компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, результатов работы студенческих исследовательских групп) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов предусматривается возможность встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классов экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом в учебном процессе предусмотрен в объёме не менее 20 процентов аудиторных занятий (по данной дисциплине 20,8%).

При чтении лекций по темам используется метод изложения материала с использованием интерактивной формы проведения занятия.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРС**

В процессе изучения дисциплины используют различные методы контроля. На занятиях проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал. Если требуется дополнительное изложение, то для этого используются часы консультаций.

На практических занятиях студенты под руководством преподавателя самостоятельно выполняют индивидуальные задания, связанные с выполнением курсовой работы. Изложение лекционного материала и практические занятия направлены на то, чтобы

выработать у студентов профессиональные компетенции и выполнить качественно курсовую работу.

Проводится рейтинг, который включает контроль самостоятельной работы студентов по освоению материала, прочитанного на лекциях, изученного на практических и лабораторных занятиях. Для этого детально расписывается график выполнения курсовой работы по индивидуальному заданию, которое выдается каждому студенту в начале семестра. К каждому рейтингу студенты представляют часть расчетно-пояснительной записки (в электронном виде или на листах бумаги формата А 4).

Проверка выполненной самостоятельной работы студентов проводится на консультациях по курсовой работе (из расчета 3 часа на одного студента в семестр).

### **6.1. Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

#### **Общая схема СРС**

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к выполнению лабораторных работ, работа в течение семестра над лекционным курсом, к рубежным контролям, защите лабораторных работ и к экзамену. На лекциях преподаватель излагает основной материал по теме занятия, детально объясняет вопросы, вызвавшие у студентов затруднения, указывает на разделы, которые студенты должны освоить самостоятельно и дает рекомендации по их изучению. На лабораторных занятиях студенты выполняют лабораторные работы и на примере реальных явлений и процессов закрепляют пройденный материал. Самостоятельная работа может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента. Дисциплина составлена таким образом, что студенты изучают на первых лекциях основные положения, касающиеся общих вопросов термодинамики. Основное внимание здесь должно быть уделено изучению основных законов, параметров термодинамических систем. Параллельно с чтением этого объема лекций проводятся и лабораторные работы, основные задачи которых изложены в специальном методическом указании для лабораторных работ. Поэтому дисциплина является основной базой для успешного изучения последующих предметов. Следующие разделы лекционного цикла имеет решающее значение. Здесь необходимо обратить внимание на основы расчёта процессов в термодинамических системах.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованной аудитории, где есть все необходимые установки для практического изучения всех термодинамических процессов. Для успешного их выполнения студенты изучают предварительно порядок проведения каждой лабораторной работы самостоятельно перед каждым занятием, сдают зачет и только после этого допускаются к работе.

#### **Вопросы для СРС**

1. Термодинамическая система

2. Параметры состояния газа
3. Уравнение состояния идеального газа (все формы)
4. Изображение термодинамических процессов в P-v и T-S координатах.
5. Внутренняя энергия и работа расширения газа
6. Первый закон термодинамики
7. Теплоемкость газов
8. Энтальпия
9. Второй закон термодинамики
10. Прямой и обратный цикл Карно
11. Энтропия. Основные понятия
12. Термодинамический процесс при V=Const.
13. Термодинамический процесс при P=Const.
14. Термодинамический процесс при T=Const.
15. Термодинамический процесс адиабатный

### **6.2. Работа с тестовой системой курса**

К разделу лекций прилагается необходимый набор **тестов**, в которых дано не менее трех ответов на поставленный вопрос. Студенту необходимо вначале внимательно прочитать вопрос, а затем найти правильный ответ.

#### **Тесты к рейтинг – контролю №1 по «Термодинамике»**

#### **1. Какое давление используется в формулах термодинамики?**

- А. Манометрическое
- Б. Абсолютное
- В. Барометрическое

#### **2. Какие из указанных физических величин являются параметрами состояния рабочего тела?**

- А. P;
- Б. v

В. V

Г. I, (h)

Д. s

#### **3. Укажите уравнение состояния рабочего тела для одного килограмма рабочего тела**

А.  $PV = mRT$

Б.  $pv = RT$

В.  $\frac{dT}{T} = \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p}$

#### **4. Что называется теплоёмкостью газа?**

- А. Количество теплоты, необходимое для нагрева единицы вещества на один градус

Б. Количество теплоты, необходимое для нагрева единицы массы вещества на один градус

В. Количество теплоты, необходимое для нагрева единицы объёма газа на один градус

**5. Как записывается уравнение Майера для массовой теплоёмкости?**

А.  $\mu C_p - \mu C_v = \mu R$

Б.  $C_p - C_v = R$

В.  $C_p p^{\gamma} - C_v p^{\gamma} = \rho R$

**6. Укажите закон Дальтона для газовой смеси**

А.  $g_1 + g_2 + \dots + g_n = 1$

Б.  $p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_1^n p_i$

В.  $m_1 + m_2 + \dots + m_n = m$

**7. Дать определение идеального газа**

А. Идеальным газом называется газ, полностью подчиняющийся законам Бойля-Мариотта и Гей-Люссака

Б. Идеальным газом называется газ, в котором молекулы взаимодействуют друг с другом

В. Идеальным газом называется газ, в котором учитываются объёмы молекул

**8. Что понимают под «Внутренней энергией» идеального газа в термодинамике?**

А. Кинетическую энергию молекул

Б. Потенциальную энергию молекул

В. Сумму кинетической и потенциальной энергии молекул

**9. Укажите универсальную газовую постоянную**

А.  $\mu R = 8314$  (Дж/моль·К)

Б.  $R = 287$  (Дж/кг·К)

В.  $C_0 = 5,77$  (Вт/м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>)

**10. Укажите математическое выражение первого закона термодинамики**

А.  $\delta q = dU + PdV$

Б.  $\delta q = dh - vdp$

В.  $dQ_{\tau} = -\lambda dF dt (dT/dn)$

**11. Укажите размерность массовой теплоёмкости.**

А. Дж/(кг·К)

В. Дж/(моль·К)

Б. Дж/(м<sup>3</sup>·К)

Г. Дж/(кг)

**12. Укажите уравнение изохорного процесса**

А.  $P_1/T_1 = P_2/T_2$

В.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$

Б.  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Г.  $P_1 V_1^{\kappa} = P_2 V_2^{\kappa}$

**13. Укажите уравнение адиабатного процесса**

А.  $P V^{\kappa} = \text{const}$

В.  $T/P = \text{const}$

Б.  $PV = \text{const}$

Г.  $T/V = \text{const}$



14. Укажите уравнение энтальпии

A.  $ms = pfs_1$

B.  $dh = \delta q + vdp$

Б.  $ms = pv$

Г.  $\delta q = dh - vdp$

15. Укажите уравнение Майера

A.  $C_p - C_v = R$

В.  $\mu C_p - \mu C_v = \mu R$

Б.  $C_p / C_v = K$

Г.  $C = C^{\gamma} / \rho_0$

16. Укажите уравнение первого закона термодинамики для изохорного процесса

A.  $\delta q = du - pdv$

Б.  $\delta q = dh - vdp$

В.  $\delta q = du$

Г.  $\delta q = dh$

17. Чему равно изменение энтропии в изобарном процессе?

A.  $S_2 - S_1 = C_p \ln(T_2/T_1)$

В.  $S_2 - S_1 = C_v \ln(T_2/T_1)$

Б.  $S_2 - S_1 = C_p \ln(V_2/V_1)$

Г.  $S_2 - S_1 = C_v \ln(P_2/P_1)$

18. Чему равно изменение энтропии в адиабатном процессе?

A.  $ds = 0$

Б.  $S_2 - S_1 = C_v \ln(T_2/T_1) + R \ln(V_2/V_1)$

В.  $S_2 - S_1 = R \ln(P_1/P_2)$

19. Чему равно значение показателя политропы в изотермическом процессе?

A. 0

Б. 1

В. К

20. Укажите уравнение энтальпии

A.  $h = u + pv$

Б.  $\oint dh = 0$

В.  $\delta q = dh - vdp$

Тесты к рейтинг – контролю №2 по «Термодинамике»

1. Что называется термическим КПД полезного действия прямого цикла?

A. Отношение удельного количества теплоты подведенного к циклу к удельному количеству теплоты, отведенного от цикла

Б. Отношение удельного количества теплоты, превращенного в положительную удельную работу за один цикл, ко всему удельному количеству теплоты, подведенному к рабочему телу

2. Чем оценивается степень совершенства обратного цикла?

A. Коэффициентом полезного действия

Б. Холодильным коэффициентом

В. Термическим КПД

3. Из каких термодинамических процессов состоит цикл Карно?

A. Из двух изохор и двух изотерм

Б. Из двух изобар и двух политроп

В. Из двух изотерм и двух адиабат

4. Указать уравнение для реального газа Ван-дер-Ваальса

А.  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$

Б.  $pV = mRT$

В. )

5. Укажите уравнение Дальтона для влажного воздуха.

А.  $d = m_p/m_{cm}$

Б.  $\phi = (P_n / P_{max})100\%$

В.  $P = P_{cm} + P_n$

6. Как называется процесс непосредственного перехода твердого вещества в пар?

А. десублимацией

Б. конденсацией

В. сублимацией

7. Укажите первый интеграл Клаузиуса

А.  $\oint ds = 0$

Б.  $\oint ds > 0$

В.  $\oint ds < 0$

Г.  $\oint ds \leq 0$

8. Укажите математическое выражение второго закона термодинамики

А. .

Б.  $\oint ds \leq 0$

В.  $\oint ds \geq 0$

С.  $\oint ds < 0$

9. Что называется степенью сухости пара?

А. Отношение массы сухого насыщенного пара во влажном к массе влажного пара

Б. Отношение массы пара во влажном воздухе к массе сухого воздуха

С. Отношение действительной абсолютной влажности ненасыщенного воздуха к максимально возможной абсолютной влажности воздуха при той же температуре

**10. Укажите первый закон термодинамики для потока газа**

А.  $\delta q = dh - v dp$

Б.  $\delta q = du + df + \frac{dw^2}{2}$

В.  $\delta q = dU + PdV$

**11. Какой канал называется соплом?**

А. При перемещении газа в канале происходит сначала сжатие, а потом его расширение

Б. При перемещении газа в канале происходит сжатие с увеличением давления и уменьшением скорости

В. При перемещении газа в канале происходит его расширение с уменьшением давления и увеличением скорости

**12. Какой канал называется диффузором?**

А. При перемещении газа в канале происходит сжатие с увеличением давления и уменьшением скорости

Б. При перемещении газа в канале происходит его расширение с уменьшением давления и увеличением скорости

В. При перемещении газа в канале происходит сначала сжатие, а потом его расширение

**13. По какой формуле определяют конечную скорость истечения при адиабатном процессе**

А.

Б.  $w = \sqrt{2v(p_1 - p_2)}$

В.  $w = \sqrt{2(h_1 - h_2)}$

**14. Чему равно критическое давление в выходном сечении суживающегося сопла?**

А.  $p_k = \beta_k p_1$

Б.  $p_k = \frac{p_1}{\left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k+1}}}$

В.  $p_k = \frac{w_k^2}{k v_k}$

**15. Чему равен угол конусности расширяющейся части сопла Лаваля?**

А. 16 - 20 градусов

Б. 8 - 12 градусов

В. 21 - 25 градусов

**16. По какой формуле определяется скорость истечения водяного пара из комбинированного сопла?**

А.  $w = 44.72 \sqrt{h_1 - h_2}$

Б.

$$w_{\text{в}} = \sqrt{2 \left[ \frac{k}{k-1} \right] p_1 v_1 \left( \left[ \frac{p_2}{p_1} \right] \right)^{\frac{k-1}{k}}}$$

В.

**17. Что называется дросселированием газа?**

- А. процесс, в котором давление при прохождении газа через суживающееся отверстие увеличивается с совершением внешней работы
- Б. процесс, в котором давление при прохождении газа через суживающееся отверстие не изменяется. При этом работа внешняя не совершается
- В. процесс, в котором давление при прохождении газа через суживающееся отверстие уменьшается без совершения внешней работы

**18. На каком расстоянии от отверстия справедливо уравнение дросселирования  $h_1 = h_2$  ?**

- А. непосредственно в отверстии
- Б. вблизи отверстия
- В. вдали от отверстия

**19. Как изменяется работоспособность водяного пара при его мятии?**

- А. Не изменяется
- Б. Увеличивается
- В. Уменьшается

**20. Чем сопровождаются процессы дросселирования реального газа, начинающиеся внутри инверсионной кривой?**

- А. Нагреванием вещества
- Б. Охлаждением вещества
- В. Температура вещества остается неизменной

#### Тесты к рейтинг – контролю №3 по «Термодинамике»

**1. Укажите термический КПД идеального цикла ДВС с подводом тепла при  $P = \text{const}$**

- А.  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{k-1}$
- Б.  $\eta_t = 1 - (p^k - 1)/\varepsilon^{k-1} k(p-1)$
- В.  $\eta_t = 1 - (\lambda p - 1)/\varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + k\lambda(p-1)]$

**2. Укажите уравнение КПД цикла Ренкина**

- А.  $\eta_t = (q_1 - q_2) / q_1$
- Б.  $\eta_t = (h_1 - h_2) / (h_1 - h_2')$
- В.  $\eta_t = (h_1 - h_2) / h_1$

**3. В каком процессе сжатия газа в одноступенчатом компрессоре затрачивается наименьшая работа ?**

- А. адиабатном
- Б. политропном
- В. изотермическом

**4. Как влияет на КПД увеличение давления пара на входе в турбину цикла Ренкина?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**5. Как влияет на КПД уменьшение температуры пара на входе в турбину цикла Ренкина?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**6. Как влияет на КПД уменьшение давления пара на выходе из турбину цикла Ренкина?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**7. Как влияет на КПД увеличение давления пара на выходе из турбину цикла Ренкина?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**8. Укажите термический КПД идеального цикла ДВС с подводом тепла при  $v = \text{const}$**

- А.  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{\kappa-1}$
- Б.  $\eta_t = 1 - (\rho^{\kappa} - 1)/\varepsilon^{\kappa-1} \kappa(\rho-1)$
- В.  $\eta_t = 1 - (\lambda\rho-1)/\varepsilon^{\kappa-1} [(\lambda-1) + \kappa\lambda(\rho-1)]$

**9. Укажите термический КПД идеального цикла ДВС со смешанным подводом тепла:**

**частично при  $v = \text{const}$  и частично при  $P = \text{const}$**

- А.  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{\kappa-1}$
- Б.  $\eta_t = 1 - (\rho^{\kappa} - 1)/\varepsilon^{\kappa-1} \kappa(\rho-1)$
- В.  $\eta_t = 1 - (\lambda\rho-1)/\varepsilon^{\kappa-1} [(\lambda-1) + \kappa\lambda(\rho-1)]$

**10. Как влияет на КПД цикла ДВС увеличение степени повышения давления?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**11. Как влияет на КПД цикла ДВС увеличение степени предварительного расширения рабочего тела?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**12. Как влияет на КПД цикла ДВС увеличение степени сжатия рабочего тела?**

- А. КПД возрастает
- Б. КПД уменьшается
- В. КПД не изменяется

**13. Чему равна работа на привод компрессора адиабатного сжатия?**

А.  $-\frac{k}{(k-1)(p_2 v_2 - p_1 v_1)}$

Б.  $-\frac{1}{(k-1)(p_2 v_2 - p_1 v_1)}$

В.  $-\frac{n}{(n-1)(p_2 v_2 - p_1 v_1)}$

14. По какому изотермическому процессу сжимают газ в многоступенчатом компрессоре?

А. По адиабатному

Б. По изотермическому

В. По политропному

15. Чему равен холодильный коэффициент холодильной абсорбционной установки?

А.  $\varepsilon = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$

Б.  $\varepsilon = \frac{q_2}{q_1}$

В.  $\varepsilon = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$

16. Чему был бы равен коэффициент преобразования теплового насоса, если бы он работал по обратному циклу Карно?

А.  $\xi = \frac{h_2 - h_5}{h_2 - h_1}$

Б.  $\xi = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$

В.  $\xi = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

17. Как изменяется КПД газотурбинной установки с подводом тепла по изохоре при увеличении  $\kappa$ ,  $\beta$  и  $\lambda$  ?

А. уменьшается

Б. увеличивается

В. не изменяется

18. Как изменяется КПД газотурбинной установки с подводом тепла по изобаре при увеличении  $\kappa$  и  $\beta$  ?

А. увеличивается

Б. уменьшается

В. не изменяется

19. Какой КПД циклов ДВС больше при одинаковых начальных условиях и одинаковых степенях сжатия?

А. Цикла с изобарным подводом теплоты

Б. Цикла с изохорным подводом теплоты

В. Цикла со смешанным подводом теплоты

20. Чему равно отношение давлений в ступенях многоступенчатого компрессора?

А. в первой ступени больше, чем во второй

Б. в последней ступени больше, чем в первой

В. одинаковое во всех ступенях

№ п/п	Наименование мероприятий	Баллы (не более)
1	Посещение занятий (за все время обучения)	5
2	Рейтинг-контроль 1	10
3	Рейтинг-контроль 2	10
4	Рейтинг-контроль 3	15
4	Равномерность выполнения курсового проекта и лабораторных работ в течение семестра (не более 5 баллов на каждый рейтинг), срс.	15
5	Дополнительные баллы (в случае защиты курсовой работы в срок)	5
	Итого	60

### 6.3. Рекомендации по подготовке к экзамену

Успешная сдача экзамена возможна лишь только в том случае, если студент регулярно посещает лекции, ведет конспект по ним, активно участвует в обсуждениях вопросов и проблем, возникающих в ходе работы, задает вопросы по непонятным ему разделам, своевременно выполняет все контрольные и лабораторные работы, находит рекомендованную литературу и использует ее при подготовке к защите лабораторных работ. Все это позволяет накопить ему необходимый объем знаний, понять сущность изучаемой дисциплины и в конечном итоге хорошо подготовиться к предстоящему зачету. Немаловажное значение имеет успешное прохождение студентами рейтинг - контроля, который является своеобразным тренингом для подготовки к экзамену.

#### Контрольные вопросы к экзамену

1. Термодинамическая система
2. Параметры состояния газа
3. Уравнение состояния идеального газа (все формы)
4. Изображение термодинамических процессов в P-v и T-S координатах.
5. Внутренняя энергия и работа расширения газа
6. Первый закон термодинамики
7. Теплоемкость газов
8. Энтальпия
9. Второй закон термодинамики
10. Прямой и обратный цикл Карно

11. Энтропия. Основные понятия
12. Термодинамический процесс при  $V = \text{Const}$ .
13. Термодинамический процесс при  $P = \text{Const}$ .
14. Термодинамический процесс при  $T = \text{Const}$ .
15. Термодинамический процесс адиабатный
16. Термодинамический политропный процесс
17. Первый закон термодинамики для движущего газа
18. Теоретические циклы поршневых ДВС
19. Компрессоры и циклы компрессорных установок.
20. Цикл Ренкина. его КПД и изображение в  $P-v$  и  $h-S$  координатах.
21. Способы повышения КПД цикла Ренкина.
22. Цикл ГТД с подводом теплоты при постоянном давлении.
23. Цикл ГТД с подводом теплоты при постоянном объёме
24. Термодинамические процессы водяного пара Основные понятия
  
25.                    диаграмма водяного пара
  
  
26.  $T - S$  диаграмма водяного пара
27.  $h-s$  диаграмма водяного пара
28. Основные параметры жидкости, влажного и перегретого пара
29. Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара
30. Изохорный процесс для водяного пара.
31. Адиабатный процесс для водяного пара
32. Изобарный процесс для водяного пара
33. Изотермический процесс для водяного пара
34. Циклы реактивных двигателей
35. Ракетные двигатели
36. Тяга реактивных двигателей
37. Работа проталкивания. Развитие уравнения первого закона термодинамики для потока
38. Располагаемая работа при истечении газа.
39. Адиабатный процесс истечения газа.
40. Истечение капельной жидкости.
41. Скорость истечения и массовый расход идеального газа из суживающегося сопла.
42. Анализ уравнения массового расхода идеального газа и критическое давление.



43. Критическая скорость и максимальный расход идеального газа.
44. Основные условия течения идеального газа по каналам переменного сечения.
45. Случаи истечения идеального газа из суживающегося сопла.
46. Истечение идеального газа из комбинированного сопла Лавалья.

#### **6.4. Курсовая работа**

Для лучшего освоения материала студенты выполняют курсовую работу на тему «Исследование циклов двигателей внутреннего сгорания». **Каждому студенту предлагается индивидуальное задание, изложенное в методических указаниях** «В.М. Басуров, В. Ф. Гуськов. Техническая термодинамика и теория теплообмена: Методические, указания к выполнению контрольных работ / Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2012. 28 с. (Электронная версия)».

Курсовая работа должна содержать следующие обязательные разделы:

- анализ исходных данных, вычисление или приведение к системе единиц СИ параметров, характеризующих цикл ДВС;
- расчет параметров состояния рабочего тела в характерных точках цикла;
- анализ термодинамической эффективности рассчитанного идеального цикла ДВС;
- анализ влияния параметров цикла на его эффективность.

#### **6.5. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**

Лабораторные работы по Термодинамике проводятся в объёме 18 часов в специализированной лаборатории, оснащённой всеми необходимыми установками, включая современные с замером необходимых параметров с использованием электронных средств (ноутбуков). Подготовка к лабораторным работам, их оформление, порядок работы и защита выполненных работ подробно изложены в Практикуме: В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов. Теплотехника: Практикум/ Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2013. 72 с. (Электронная версия).

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература

1. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, Теплотехника [Электронный ресурс] Учебное пособие  
Абрис. 2012 г. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html>
  2. В. И. Ляшков, Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс], Учебное пособие для ВУЗов  
Абрис, 2012 г. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.html>
  3. Теплотехника: учебник для студ. Высш.учеб. заведений /М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др.; под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. – Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. – (Сер. Бакалавриат). «Библиотех»<http://vlsu.bibliotech.ru/>
- б) дополнительная литература

1. Рыжков С.В. "Основы теплообмена: Учеб. пособие по курсу "Теория теплообмена" [Электронный ресурс] / Рыжков С.В. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703829431.html>

2. В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов.Техническая термодинамика и теория теплообмена: Методические, указания к выполнению контрольных работ / Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2012. 28 с. (Электронная версия). ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/>
3. В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов.Теплотехника: Практикум/ Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2013. 72 с. (Электронная версия). <http://e.lib.vlsu.ru/>
4. В.М.Басуров, Абаляев А.Ю.Б27 Сборник задач по технической термодинамике и тепломассообмену / Владим. гос.ун-т; Владимир, 2014. 45 с, ISBN 5-89368-488-5. (Электронная версия). <http://e.lib.vlsu.ru/>

в) периодические издания

1. Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика»

г) интернет – ресурсы

1. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com).
2. [kodges.ru](http://kodges.ru) 3. [book-gu.ru](http://book-gu.ru)>energetika/termodinamika

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе, оснащенном проектором и в лаборатории, оборудованной экспериментальными установками для проведения всех запланированных лабораторных работ, описание которых приведено в Практикуме: В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов. Теплотехника: Практикум/ Владим. гос. ун-т; сост.: Владимир, 2013. 72 с. (Электронная версия).

Имеются в наличии все необходимые теплотехнические диаграммы.

Технические средства включают:

1. Установка для исследования изохорного процесса
2. Установка для исследования политропного процесса
3. Установка для исследования теплоемкости воздуха.
4. Установка для исследования влажности воздуха.
5. Установка для определения коэффициента теплопроводности материалов с использованием компьютерных технологий.
6. Установка для определения коэффициента теплоотдачи
7. Установка по изучению степени черноты реального тела методом сравнения с эталоном с использованием компьютерных технологий.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 13.03.13 «Энергетическое машиностроение», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1083 от 01. 10. 2015 года, применительно к учебному плану направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования бакалавриат), утвержденному ректором ВлГУ 03.11.2015 г.

Рабочую программу составил доцент кафедры ТД и ЭУ, к.т.н.  В.М. Басуров

Рецензент

(представитель работодателя) главный специалист ООО «ЗИП «КТЗ» г. Владимир

д.т.н. 

А.Р. Кульчицкий

(место работы, должность, ФИО, подпись)

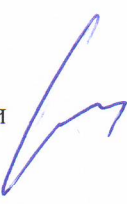
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки»

«10»11 2015г, протокол № 9

Зав. кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация бакалавр).

«11»11.2015г, протокол № 6

Председатель комиссии  В.Ф. Гуськов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 2 от 06.09.16 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Ф. Гуськов