

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 19.05.2026

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Техническая термодинамика и тепломассообмен*

**Направление подготовки**

*08.03.01 Строительство*

**Профиль подготовки**

*Теплогазоснабжение и вентиляция*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>3</b>	<b>144 / 4</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>3,2</b>	<b>0,25</b>	<b>67,45</b>	<b>76,55</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>144 / 4</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>3,2</b>	<b>0,25</b>	<b>67,45</b>	<b>76,55</b>	

Муром, 2026 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: Основной целью образования по дисциплине «Техническая термодинамика и тепломассообмен» является формирование теоретических знаний, а также практических умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности при проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем и теплообменных аппаратов, а также оценки их эффективности.

Основной задачей освоения дисциплины является приобретение знаний теплотехнической терминологии, законов получения и преобразования энергии, методов анализа эффективности использования теплоты; умение производить расчеты термодинамических процессов, циклов двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, а также анализа процессов теплообмена в технологическом оборудовании.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами в процессе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Химия». К базирующимся дисциплинам относятся "Строительная теплофизика и микроклимат зданий", "Отопление", "Вентиляция", а также выполнение ВКР.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-2.1 Рассчитывает теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания	уметь рассчитывать теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания (ПК-2.1)	задачи, вопросы к устному опросу
	ПК-2.3 Рассчитывает теплотехнические и гидравлические параметры системы теплоснабжения (газоснабжения)	знать естественнонаучную сущность проблем теплотехники, основные законы термодинамики (ПК-2.3) уметь решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, рассчитывать теплотехнические параметры системы теплоснабжения (ПК-2.3)	

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация			Контроль
1	Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения	3	20	16					24	Текущий контроль	
2	Основные циклы силовых установок.	3	4	2					30	Текущий контроль	
3	Теплообмен.	3	8	14					22,55	Текущий контроль	
Всего за семестр		144	32	32				3,2	0,25	76,55	Зач.
Итого		144	32	32				3,2	0,25	76,55	

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 3

*Раздел 1. Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения*

###### Лекция 1.

Введение в термодинамику. Предмет термодинамики и теории теплообмена. Основные этапы развития теплотехники. История развития термодинамики (2 часа).

###### Лекция 2.

Основные понятия термодинамики. Виды энергии и формы обмена энергией. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения. Уравнение состояния и термодинамические процессы (2 часа).

###### Лекция 3.

Первое начало термодинамики. Энергетическая характеристика состояния изолированной системы. Работа и тепло как формы обмена энергии. Свойства и процессы в идеальных газах. Уравнение состояния идеального газа. Исследование термодинамических процессов на основе первого начала. Изохорный и изобарный процессы. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс как обобщающий рассмотренные процессы (2 часа).

###### Лекция 4.

Первое начало термодинамики. Смеси идеальных газов. Описание состава газовых смесей. Свойства идеальных газовых смесей. Закон Дальтона. Термодинамические параметры

газовых смесей. Первое начало термодинамики для открытых систем. Особенности открытых систем. Энтальпия расширенной системы. Уравнение первого начала для открытых систем. Замкнутые термодинамические процессы (2 часа).

#### **Лекция 5.**

Первое начало термодинамики. Прямые циклы. Обратные циклы. Цикл и теорема Карно. Способ осуществления цикла Карно. КПД цикла Карно. Термодинамическая шкала температур. Термодинамические циклы тепловых машин. Цикл газовой турбины. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты (2 часа).

#### **Лекция 6.**

Второе начало термодинамики для равновесных систем. Энтропия. Второе начало как принцип существования энтропии. Основное уравнение термодинамики. T-S диаграмма состояний системы. Второе начало термодинамики для неравновесных систем. Аналитическое выражение второго начала. Интеграл Клаузиуса. Физический смысл энтропии. Уравнение Гиббса. Формулировки второго начала термодинамики (2 часа).

#### **Лекция 7.**

Приложение второго начала термодинамики к анализу термодинамических процессов. Средняя термодинамическая температура процесса. Термодинамические потенциалы. Процесс смешения. Смещение в объеме. Смещение в потоке. Эксергия теплоты и потока, эксергический КПД (2 часа).

#### **Лекция 8.**

Реальные газы. Качественные особенности реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Изотермы реального газа. Опыты Эндрюса. Пары. Характерные состояния воды и водяного пара. Получение пара (2 часа).

#### **Лекция 9.**

Реальные газы. Термодинамические свойства воды и водяного пара. T-S диаграмма состояний воды и водяного пара. S-H диаграмма состояний воды и водяного пара. S-H диаграмма состояний воды и водяного пара. Термодинамические свойства жидкостей. Термодинамические свойства паров (2 часа).

#### **Лекция 10.**

Реальные газы. Основные процессы водяного пара. Паровые циклы. Основные термодинамические процессы. Цикл Карно. Цикл Ренкина. Термодинамические свойства влажного воздуха. Параметры влажного воздуха. Температура мокрого термометра. d-h диаграмма влажного воздуха (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

#### **Лекция 11.**

Циклы паросиловых установок. Цикл с промежуточным перегревом пара. Бинарные циклы. Регенеративный цикл паротурбинной установки. Обратные циклы тепловых машин. Обратный цикл Карно. Показатели эффективности обратных циклов. Цикл газовой холодильной установки. Цикл парокомпрессионной холодильной машины. Цикл абсорбционной холодильной машины (2 часа).

#### **Лекция 12.**

Термодинамическое равновесие. Общее условие термодинамического равновесия. Основное уравнение термодинамики неоднородных систем. Условия фазового равновесия. Фазовая T-p диаграмма (2 часа).

*Раздел 3. Теплообмен.*

#### **Лекция 13.**

Теплопроводность. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку (2 часа).

#### **Лекция 14.**

Конвективный теплообмен. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Краткие сведения из теории подобия (2 часа).

### **Лекция 15.**

Тепловое излучение. Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между параллельными стенками. Экраны (2 часа).

### **Лекция 16.**

Теплопередача. Теплопередача через плоскую стенку. Тепло-передача через цилиндрическую стенку. Типы теплообменных аппаратов. Расчет тепло-обменных аппаратов (2 часа).

## **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

### **Семестр 3**

*Раздел 1. Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения*

#### **Практическое занятие 1**

Параметры состояния рабочего тела (2 часа).

#### **Практическое занятие 2**

Основные газовые законы (2 часа).

#### **Практическое занятие 3**

Смеси идеальных газов (2 часа).

#### **Практическое занятие 4**

Теплоемкость газов (2 часа).

#### **Практическое занятие 5**

Первый закон термодинамики (2 часа).

#### **Практическое занятие 6**

Основные термодинамические процессы (2 часа).

#### **Практическое занятие 7**

Второй закон термодинамики (2 часа).

#### **Практическое занятие 8**

Круговые процессы (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

#### **Практическое занятие 9**

Теплопроводность (2 часа).

*Раздел 3. Теплообмен.*

#### **Практическое занятие 10**

Теплопроводность материалов (2 часа).

#### **Практическое занятие 11**

Теплопроводность многослойных материалов (2 часа).

#### **Практическое занятие 12**

Конвективный теплообмен (2 часа).

#### **Практическое занятие 13**

Конвективный теплообмен плоских поверхностей (2 часа).

#### **Практическое занятие 14**

Конвективный теплообмен цилиндрических поверхностей (2 часа).

#### **Практическое занятие 15**

Лучистый теплообмен простых поверхностей (2 часа).

#### **Практическое занятие 16**

Лучистый теплообмен развитых поверхностей (2 часа).

## **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

## **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения.
2. Работа и тепло как формы обмена энергии. Свойства и процессы в идеальных газах. Изохорный, изобарный и изотермический процессы. Адиабатный процесс. Смеси идеальных газов. Описание состава газовых смесей. Свойства идеальных газовых смесей. Закон Дальтона. Термодинамические параметры газовых смесей. Первое начало термодинамики для открытых систем. Особенности открытых систем.
3. Второе начало термодинамики для неравновесных систем. Физический смысл энтропии. Уравнение Ги-Стодолы. Формулировки второго начала термодинамики. Приложение второго начала термодинамики к анализу термодинамических процессов. Средняя термодинамическая температура процесса. Термодинамические потенциалы. Процесс смешения. Смешение в объеме. Смешение в потоке. Эксергия теплоты и потока, эксергический КПД.
4. Цикл и теорема Карно. Способ осуществления цикла Карно. КПД цикла Карно. Термодинамическая шкала температур. Термодинамические циклы тепловых машин. Цикл газовой турбины. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты.
5. Аналитическое решение дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях 3-го рода. Графическая интерпретация данного решения. Стационарный режим теплопроводности и теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки. Интенсификация процессов теплопередачи.
6. Основы теории подобия. Числа подобия и критерии подобия. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Основные критериальные уравнения. Теплообмен при фазовых превращениях. Теплообмен при конденсации и кипении. Основные расчетные зависимости для теплоотдачи при фазовых превращениях.
7. Основные законы излучения АЧТ. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел, разделенных лучепрозрачной средой. Лучистый теплообмен при наличии экранов. Излучение газов. Коэффициент теплоотдачи излучением.
8. Виды расчетов теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса рекуператора. Уравнение теплопередачи.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

**4.2 Форма обучения: очно-заочная**  
 Уровень базового образования: среднее общее.  
 Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоемкость, час./ зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс., зач., зач. с оц.)
<b>3</b>	<b>144 / 4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>15,5</b>	<b>124,75</b>	<b>Зач.(3,75)</b>
<b>Итого</b>	<b>144 / 4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>15,5</b>	<b>124,75</b>	<b>3,75</b>

**4.2.1. Структура дисциплины**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация			Контроль
1	Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения	3	6	6					43	Текущий контроль	
2	Основные циклы силовых установок.	3							21	Текущий контроль	
3	Теплообмен.	3							60,75	Текущий контроль	
Всего за семестр		144	6	6		+		3	0,5	124,75	Зач.(3,75)
Итого		144	6	6				3	0,5	124,75	3,75

**4.2.2. Содержание дисциплины**

**4.2.2.1. Перечень лекций**

**Семестр 3**

*Раздел 1. Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения*

**Лекция 1.**

Введение в термодинамику. Предмет термодинамики и теории теплообмена. Основные этапы развития теплотехники. История развития термодинамики (2 часа).

**Лекция 2.**

Основные понятия термодинамики. Виды энергии и формы обмена энергией. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения. Уравнение состояния и термодинамические процессы (2 часа).

**Лекция 3.**

Первое начало термодинамики. Энергетическая характеристика состояния изолированной системы. Работа и тепло как формы обмена энергии. Свойства и процессы в

идеальных газах. Уравнение состояния идеального газа. Исследование термодинамических процессов на основе первого начала. Изохорный и изобарный процессы. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс как обобщающий рассмотренные процессы (2 часа).

#### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

##### **Семестр 3**

*Раздел 1. Введение в теплофизику. Основные законы, понятия и определения*

##### **Практическое занятие 1.**

Параметры состояния рабочего тела (2 часа).

##### **Практическое занятие 2.**

Основные газовые законы (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Смеси идеальных газов (2 часа).

#### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

#### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения.
  2. Работа и тепло как формы обмена энергии. Свойства и процессы в идеальных газах. Изо-хорный, изобарный и изотермический процессы. Адиабатный процесс. Смеси идеальных газов. Описание состава газовых смесей. Свойства идеальных газовых смесей. Закон Дальтона. Термодинамические параметры газовых смесей. Первое начало термодинамики для открытых систем. Особенности открытых систем.
  3. Второе начало термодинамики для неравновесных систем. Физический смысл энтропии. Уравнение Ги-Стодолы. Формулировки второго начала термодинамики. Приложение второго начала термодинамики к анализу термодинамических процессов. Средняя термодинамическая температура процесса. Термодинамические потенциалы. Процесс смешения. Смешение в объеме. Смешение в потоке. Эксергия теплоты и потока, эксергический КПД.
  4. Цикл и теорема Карно. Способ осуществления цикла Карно. КПД цикла Карно. Термодинамическая шкала температур. Термодинамические циклы тепловых машин. Цикл газовой турбины. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты.
  5. Аналитическое решение дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях 3-го рода. Графическая интерпретация данного решения. Стационар-ный режим теплопроводности и теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки. Интенсификация процессов теплопередачи.
  6. Основы теории подобия. Числа подобия и критерии подобия. Теплоотдача при свободном и вынужден-ном движении жидкости. Основные критериальные уравнения. Теплообмен при фазовых превращениях. Теплообмен при конденсации и кипении. Основные расчетные зависимости для теплоотдачи при фазовых превращениях.
  7. Основные законы излучения АЧТ. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел, разделенных лучепрозрачной средой. Лучистый теплообмен при наличии экранов. Излучение газов. Коэффициент теплоотдачи излучением.
  8. Виды расчетов теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса рекуператора. Уравнение теплопередачи.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### 4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними.
2. Термодинамические параметры и единицы их измерения.
3. Работа и тепло как формы обмена энергии.
4. Свойства и процессы в идеальных газах.
5. Изохорный, изобарный и изотермический процессы.
6. Адиабатный процесс.
7. Смеси идеальных газов.
8. Описание состава газовых смесей.
9. Свойства идеальных газовых смесей.
10. Закон Дальтона.
11. Термодинамические параметры газовых смесей.
12. Первое начало термодинамики для открытых систем. Особенности открытых систем.
13. Второе начало термодинамики для неравновесных систем.
14. Физический смысл энтропии.
15. Уравнение Ги-Стодолы.
16. Формулировки второго начала термодинамики.
17. Приложение второго начала термодинамики к анализу термодинамических процессов.
18. Средняя термодинамическая температура процесса.
19. Термодинамические потенциалы.
20. Процесс смешения.
21. Смешение в объеме.
22. Смешение в потоке. Эксергия теплоты и потока, эксергический КПД.
23. Цикл и теорема Карно. Способ осуществления цикла Карно. КПД цикла Карно.
24. Термодинамическая шкала температур.
25. Термодинамические циклы тепловых машин.
26. Цикл газовой турбины.
27. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты.
28. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты.
29. Аналитическое решение дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях 3-го рода.
30. Графическая интерпретация данного решения.
31. Стационарный режим теплопроводности и теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки.
32. Интенсификация процессов теплопередачи.
33. Основы теории подобия.
34. Числа подобия и критерии подобия.
35. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.
36. Основные критериальные уравнения.
37. Теплообмен при фазовых превращениях.
38. Теплообмен при конденсации и кипении.
39. Основные расчетные зависимости для теплоотдачи при фазовых превращениях.
40. Основные законы излучения АЧТ.
41. Угловые коэффициенты излучения.
42. Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел, разделенных лучепрозрачной средой.
43. Лучистый теплообмен при наличии экранов.
44. Излучение газов. Коэффициент теплоотдачи излучением.
45. Виды расчетов теплообменных аппаратов.
46. Уравнение теплового баланса рекуператора.
47. Уравнение теплопередачи.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

При проведении аудиторных занятий предполагается использование различных форм обучения:

- пассивная форма (классическая лекция);
- интерактивная форма (использование механизмов взаимодействия с учащимися и контроля усвоения знаний, например, в виде либо “лекции-беседы”, либо “лекции-дискуссии”).

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Техническая термодинамика и теплотехника / составители А. А. Хашенко, М. Ю. Калиниченко, А. Н. Вислогузов. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с. - <http://www.iprbookshop.ru/75606>
2. Журавец, И. Б. Конспект лекций по теплотехнике : учебное пособие / И. Б. Журавец, С. З. Манойлина. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 286 с. - <http://www.iprbookshop.ru/72678>
3. Андреев, В. В. Теплотехника : учебник / В. В. Андреев, В. А. Лебедев, Б. И. Спесивцев ; под редакцией В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. — 288 с. - <http://www.iprbookshop.ru/71706>

#### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Козлов, Н. А., Техническая термодинамика и теплотехника : учеб. пособие / Н. А. Козлов ; Владим. гос. ун-т. — Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. — 180 с., ISBN 978-5-9984-0006-3 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/1376/3/00775.pdf>
2. Христофоров, А. И., Техническая термодинамика и теплотехника: практ. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Термодинамика в примерах и задачах /А. И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т. — Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. — 96 с. ISBN 978-5-89368-972-3 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/1271/3/00902.pdf>
3. Техническая термодинамика и теория теплообмена: Метод, указания к выполнению контрольных работ / Владим. гос. ун-т; сост.: В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов. Владимир, 2012. 28 с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2681>
4. Арутюнов, В. А. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика : курс лекций / В. А. Арутюнов, С. А. Крупенников, Г. С. Сборщиков. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2010. — 228 с. - <http://www.iprbookshop.ru/56120>
5. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика : практикум / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 104 с. - <http://www.iprbookshop.ru/56201>

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

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Журнал «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» <https://www.c-o-k.ru/>

Информационный портал «РосТепло. Нормативно-правовые документы по теплоснабжению». <http://www.rosteplo.ru/npb.php>

Некоммерческое Партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике" <https://www.abok.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

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

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[dspace.www1.vlsu.ru](http://dspace.www1.vlsu.ru)

[c-o-k.ru](http://c-o-k.ru)

[rosteplo.ru](http://rosteplo.ru)

[abok.ru](http://abok.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

Проектор Acer Projector X1285; Персональный компьютер GA, подключенный к сети МИВЛГУ.

Лаборатория теплофизики, термодинамики и теплотехники

Комплект учебного оборудования «Автономная автоматизированная система отопления»; стенд лабораторный Исследование эффективности радиаторов отопления различного типа»; стенд лабораторный «Исследование эффективности водяных теплых полов»; стенд лабораторный «Электрический тёплый пол»; инфракрасный термометр FLUKE 62 max; тепловизор Testo 875-1i.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в лаборатории "Теплофизика, термодинамика и теплотехника". Каждому студенту преподаватель выдает индивидуальные задания, связанную с основными темами дисциплины. В конце занятия

обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *08.03.01 Строительство* и профилю подготовки *Теплогаснабжение и вентиляция*  
Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Первушин Р.В.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 28 от 07.05.2026 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2026 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*  
(Подпись) (Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
Техническая термодинамика и тепломассообмен

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

1. Закон Бойля – Мариотта утверждает, что:

- 1) при  $p = \text{const}$ ,  $v_i / T_i = \text{const}$ ;      2) при  $T = \text{const}$ ,  $v_i \cdot p_i = \text{const}$ ;  
3) при  $V = \text{const}$ ,  $p_i / T_i = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

2. Закон Гей – Люсака утверждает, что:

- 1) при  $p = \text{const}$ ,  $\frac{V_i}{T_i} = \text{const}$ ;      2) при  $T = \text{const}$ ,  $p_i \cdot v_i = \text{const}$ ;  
3) при  $V = \text{const}$ ,  $\frac{p_i}{T_i} = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

3. Закон Шарля утверждает, что:

- 1) при  $T = \text{const}$ ,  $p_i \cdot v_i = \text{const}$ ;      2) при  $V = \text{const}$ ,  $\frac{p_i}{T_i} = \text{const}$ ;  
3) при  $p = \text{const}$ ,  $\frac{V_i}{T_i} = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

4. Уравнение Клапейрона I вида имеет вид:

- 1)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;  
3)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot v = R \cdot T$ .

5. Уравнение Менделеева представлено выражением:

- 1)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V_\mu \cdot n = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ ;  
3)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ .

6. Уравнение Менделеева – Клапейрона представлено выражением:

- 1)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;  
3)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ .

7. Уравнение состояние идеального газа записывается в виде:

- 1)  $p \cdot m = V \cdot R \cdot T$ ;      2)  $m \cdot R = p \cdot V \cdot T$ ;  
3)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;      4)  $T \cdot R = m \cdot p \cdot V$ .

8. Удельная массовая теплоемкость определяется по формуле:

- 1)  $\mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}$ ;      2)  $C = \frac{\partial Q}{dt}$ ;  
3)  $c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}$ ;      4)  $c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}$ .

9. Удельная объёмная теплоёмкость определяется по формуле:

- 1)  $c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}$ ;      2)  $c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}$ ;

$$3) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

10. Удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) c' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)};$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

11. Средняя удельная массовая теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \bar{c}' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)}; \quad 2) \bar{\mu c} = \frac{\partial Q}{n \cdot (t_2 - t_1)};$$

$$3) \bar{c} = \frac{\partial Q}{m \cdot (t_2 - t_1)}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

12. Истинная удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \bar{c} = \frac{\partial Q}{m \cdot (t_2 - t_1)_0}; \quad 2) \bar{c}' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)_0};$$

$$3) \bar{\mu c} = \frac{\partial Q}{n \cdot (t_2 - t_1)_0}; \quad 4) \bar{C} = \frac{\partial Q}{dt}.$$

13. Закон Майера утверждает, что:

$$1) \mu c_V = 4.115 \cdot z; \quad 2) \mu c_P = \mu c_V + \mu R;$$

$$3) c_P + c_V = R; \quad 4) k = \frac{\mu c_P}{\mu c_V} = \frac{C_P}{C_V}.$$

14. Уравнение для расчета удельной молярной изохорной теплоёмкости имеет вид:

$$1) \mu c_P = k \cdot \mu c_V; \quad 2) \mu c_P = \mu c_V + \mu R;$$

$$3) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 4) \mu c_V = 4.115 \cdot z.$$

15. Выражение для определения удельной массовой теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) c'_{CM} = \sum_1^n \Gamma_i \cdot c'_i; \quad 2) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i;$$

$$3) \mu c_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu c_i; \quad 4) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}.$$

16. Выражение для определения удельной объёмной теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) c'_{CM} = \sum_1^n \Gamma_i \cdot c'_i; \quad 2) \mu c_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu c_i;$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}; \quad 4) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i.$$

17. Выражение для определения удельной молярной теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i;$$

$$3) \mu_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu_{c_i}; \quad 4) c'_{CM} = \sum_1^n f_i \cdot c'_i.$$

18. Математическое выражение первого закона термодинамики для изолированных систем имеет вид:

$$1) \frac{\delta Q}{T} = dS; \quad 2) dh = \delta q + v \cdot dp;$$

$$3) dh = c_p \cdot dT; \quad 4) \delta Q = dU + \delta l.$$

19. Уравнение первого закона термодинамики через энтальпию рассчитывается по формуле:

$$1) \frac{\delta Q}{T} = dS; \quad 2) dh = \delta u + v \cdot dp;$$

$$3) dh = c_p \cdot dT; \quad 4) \delta Q = dU + \delta l.$$

20. Связь между параметрами для изохорного процесса имеет вид:

$$1) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 v_2; \quad 4) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1}.$$

21. Уравнение для расчёта работы расширения газа в изохорном процессе имеет вид:

$$1) L = 0; \quad 2) L = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2);$$

$$3) L = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) L = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2).$$

22. Изменение энтальпии газа в изохорном процессе представлено:

$$1) \Delta h = 0; \quad 2) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = c_p \cdot (T_1 - T_2); \quad 4) \Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

23. Уравнение для изменения энтропии в изохорном процессе имеет вид:

$$1) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 2) \Delta S = 0;$$

$$3) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; \quad 4) \Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}.$$

24. Уравнение для расчета теплоты в изохорном процессе имеет вид:

$$1) Q = m \cdot c_v \cdot \Delta t; \quad 2) Q = m \cdot (c_v + R) \cdot \Delta t;$$

$$3) Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) Q = m \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}.$$

25. Уравнение для расчета подведенной теплоты в изобарном процессе имеет вид:

$$1) Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) Q = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2);$$

$$3) Q = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}.$$

26. Связь между параметрами изобарного процесса представлено выражением:

$$1) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2; \quad 4) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

27. Уравнение для изменения внутренней энергии газа в изобарном процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2); \quad 2) \Delta U = \ell;$$

$$3) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta U = 0.$$

28. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для изменения энтальпии газа в изобарном процессе имеет вид:

$$1) \Delta h = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2); \quad 2) \Delta h = m \cdot c_{II} \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta h = 0.$$

29. Основываясь на основных законах термодинамики связь между параметрами изотермического процесса представлено выражением:

$$1) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2; \quad 4) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

30. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение работы для изотермического процесса имеет вид:

$$1) \ell = p \cdot (v_2 - v_1); \quad 2) \ell = 0;$$

$$3) \ell = q; \quad 4) \ell = \frac{1}{k-1} \cdot (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2).$$

31. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для расчета изменения внутренней энергии газа в изотермическом процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = Q; \quad 2) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta U = U_2 - U_1; \quad 4) \Delta U = 0.$$

32. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для расчета изменения энтальпии газа в изотермическом процессе представлено выражением:

$$1) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) \Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = h'' - h'; \quad 4) \Delta h = 0.$$

33. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:

$$1) p \cdot v^k = const; \quad 2) p \cdot v^n = const;$$

$$3) p \cdot v = R \cdot T; \quad 4) p \cdot v = const.$$

34. Основываясь на основных законах термодинамики показатель адиабаты  $k$  определяется по формуле:

$$1) k = \frac{c_p}{c_v}; \quad 2) k = \frac{c_v}{c_p};$$

$$3) k = \frac{c_v}{c_p}; \quad 4) k = \frac{c_p}{c_v}.$$

35. Уравнение для расчета подведенной к газу теплоты в адиабатном процессе имеет вид:

$$1) q = \Delta U + \ell; \quad 2) q = \Delta U;$$

$$3) q = 0; \quad 4) q = c_v \cdot (T_2 - T_1).$$

36. Отведенная теплота от газа в адиабатном процессе определяется по формуле:

$$1) q = c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) q = \Delta U;$$

$$3) q = 0; \quad 4) q = c_p \cdot (T_1 - T_2).$$

37. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в адиабатном процессе имеет вид:

$$1) \Delta h = 0 \quad 2) \Delta h = C_p \cdot (T_1 - T_2);$$

$$3) \Delta h = h' \cdot (1 - x) + h'' \cdot x; \quad 4) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1).$$

38. Уравнение для расчета изменения энтропии в адиабатном процессе имеет вид:

$$1) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 2) \Delta S = 0;$$

$$3) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; \quad 4) \Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}.$$

39. Уравнение для изменения внутренней энергии газа в адиабатном процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2); \quad 2) \Delta U = 0;$$

$$3) \Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta U = Q - \ell.$$

40. Уравнение политропного процесса выглядит как:

$$1) p \cdot v^k = const; \quad 2) p \cdot v = R \cdot T;$$

$$3) p \cdot v^n = const; \quad 4) p \cdot v = const.$$

41. Уравнение для расчета показателя политропы имеет вид:

$$1) n = \frac{p \cdot V}{\mu \cdot R \cdot T}; \quad 2) k = \frac{1}{\alpha};$$

$$3) n = \frac{c_{II} - c_p}{c_{II} - c_v}; \quad 4) \varepsilon = \varepsilon_0 \cdot C.$$

42. Уравнение для расчета изменения внутренней энергии в политропном процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = 0; \quad 2) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta U = \ell; \quad 4) \Delta U = Q_1.$$

43. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в политропном процессе имеет вид:

$$1) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) \Delta h = 0$$

$$3) \Delta h = c_p \cdot (T_1 - T_2); \quad 4) \Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

44. Уравнение для расчета энтропии газа в политропном процессе имеет вид:

$$\begin{array}{ll} 1) \Delta S = 0; & 2) \Delta S = m \cdot c_{II} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; \\ 3) \Delta S = m \cdot c_V \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; & 4) \Delta S = m \cdot c_P \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}. \end{array}$$

45. Математическое выражение первого закона термодинамики в дифференциальной форме для закрытых систем дается:

$$\begin{array}{ll} 1) Q = U + A; & 2) Q = \Delta U + A; \\ 3) \delta Q = dU + dA; & 4) \delta Q = dU + \delta A. \end{array}$$

46. Уравнение для расчета термического КПД прямого цикла Карно имеет вид:

$$\begin{array}{ll} 1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; & 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \\ 3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; & 4) \eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \end{array}$$

47. Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением:

$$\begin{array}{ll} 1) \varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_2} = \frac{q_1 - q_2}{q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2}; & 2) \varepsilon_{\kappa} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}; \\ 3) \varepsilon_{\kappa} = \frac{q_2}{\ell_{\text{цикла}}} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}; & 4) \varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}. \end{array}$$

48. Уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты ( $V = \text{const}$ ) выглядит как:

$$\begin{array}{ll} 1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; & 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \\ 3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; & 4) \eta_t = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_K}. \end{array}$$

49. Уравнение для расчета подводимой теплоты в цикле ДВС при  $V = \text{const}$  имеет вид:

$$\begin{array}{ll} 1) q_1 = q_1' + q_1''; & 2) q_1 = 0; \\ 3) q_1 = c_V \cdot (T_3 - T_2); & 4) q_1 = c_P \cdot (T_3 - T_2). \end{array}$$

50. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета отводимой теплоты в цикле ДВС при  $V = \text{const}$  имеет вид:

$$\begin{array}{ll} 1) q_2 = c_V \cdot (T_4 - T_1); & 2) q_2 = m \cdot c_V \cdot (T_5 - T_1); \\ 3) q_2 = 0; & 4) q_2 = m \cdot c_V \cdot (T_3 - T_2). \end{array}$$

51. При тепловом анализе проектируемой системы тепловой системы степень сжатия двигателя внутреннего сгорания определяется выражением:

$$1) \lambda = \frac{p_3}{p_2}; \quad 2) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2};$$

$$3) \rho = \frac{v_4}{v_3}; \quad 4) \varepsilon = \frac{C}{C_0}.$$

52 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы степень повышения давления в цикле ДВС определяется как:

$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2}; \quad 2) \rho = \frac{v_4}{v_3};$$

$$3) \lambda = \frac{p_3}{p_2}; \quad 4) \rho = \frac{T_4}{T_3}.$$

53 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета подводимой теплоты при постоянном давлении в цикле ДВС имеет вид:

$$1) q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2); \quad 2) q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2);$$

$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}; \quad 4) q_1 = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

54 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета отводимой теплоты для цикла Дизеля имеет вид:

$$1) q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1); \quad 2) q_1 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_0 = P \cdot (v'' - v'); \quad 4) q_{ne} = h_{ne} - h''.$$

55 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы степень предварительного расширения в цикле ДВС определяется по формуле:

$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2}; \quad 2) \lambda = \frac{p_3}{p_2};$$

$$3) \rho = \frac{T_3}{T_2}; \quad 4) C = C_0 \cdot \varepsilon.$$

56 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета КПД цикла Ренкина представлено выражением:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad 4) \eta_t = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_K}.$$

57 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты ( $p = \text{const}$  и  $V = \text{const}$ ) имеет вид:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad 4) \eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

58. При тепловом анализе проектируемой подводимая теплота в цикле со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

$$1) q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2); \quad 2) q_1 = q_1' + q_1'';$$

$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2).$$

59. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы отводимая теплота в цикле ДВС со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

$$1) q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1); \quad 2) q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_2 = 0; \quad 4) q_2 = \ell.$$

60. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение Руша имеет вид:

$$1) t_k = 100 \cdot \sqrt[4]{P}; \quad 2) R_e = \frac{\omega \cdot d}{v};$$

$$3) \varphi_0 = \tau_0 \cdot T^4; \quad 4) q = \alpha \cdot (t_{CT} - t_{Ж}).$$

61. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы термодинамические параметры воды и водяного пара в области сухого насыщенного пара обозначаются:

$$1) P', v', h', S', U'; \quad 2) P_0, v_0, h_0, S_0, U_0;$$

$$3) P_x, v_x, h_x, S_x, U_x; \quad 4) P'', v'', h'', S'', U''.$$

62. При тепловом анализе проектируемой системы удельную теплоту парообразования находят по выражению:

$$1) r = h'' + h'; \quad 2) r = h'' - h';$$

$$3) r = 2h'' - h'; \quad 4) r = h' - h''.$$

63. При тепловом анализе проектируемой системы теплота, затраченная на нагрев воды до кипения, определяется по формуле:

$$1) q_1 = q_1' + q_1''; \quad 2) q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0); \quad 4) q_{не} = h_{не} - h''.$$

64. При тепловом анализе проектируемой системы теплота, затраченная на перегрев пара, определяется по формуле:

$$1) q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0); \quad 2) q_{не} = h_{не} - h'';$$

$$3) q = \Delta U + \ell; \quad 4) q_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1).$$

65. При тепловом анализе проектируемой системы удельный объем влажного насыщенного пара находят по выражению:

$$1) v_1 = \frac{P_2 \cdot v_2}{P_1}; \quad 2) v_x = v' \cdot (1 - x) + v'' \cdot x;$$

$$3) v_x = x \cdot v''; \quad 4) v = \frac{R \cdot T}{P}.$$

66. При тепловом анализе проектируемой системы энтальпию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

$$1) h_x = h' \cdot (1-x) + h'' \cdot x; \quad 2) h = U + p \cdot v;$$

$$3) h = c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta h = c_p \cdot (T_1 - T_2).$$

67. При тепловом анализе проектируемой системы энтропию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

$$1) \Delta S = \frac{dU}{T} + R \cdot \frac{dv}{v}; \quad 2) S_x = S' \cdot (1-x) + S'' \cdot x;$$

$$3) \Delta S = S_2 - S_1; \quad 4) \Delta S = c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

68. При тепловом анализе проектируемой системы абсолютная влажность воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$

$$3) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}}; \quad 4) \varphi = \frac{P_{в.н.}}{P_{\max \text{ в.н.}}}.$$

69. При тепловом анализе проектируемой системы относительная влажность воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$

$$3) \varphi = \frac{A}{A_{\max}}; \quad 4) C = C_0 \cdot \varepsilon.$$

70. При тепловом анализе проектируемой системы влагосодержание воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$

$$3) \varphi = \frac{A}{A_{\max}}; \quad 4) k = \frac{1}{R}.$$

### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос	25 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос	25 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос	25 баллов
Посещение занятий студентом		5 баллов

Дополнительные баллы (бонусы)		5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Устный опрос	15 баллов

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-2

Блок 1 (знать).

1. Закон Бойля – Мариотта утверждает, что:

- 1) при  $p = \text{const}$ ,  $v_i / T_i = \text{const}$ ;      2) при  $T = \text{const}$ ,  $v_i \cdot p_i = \text{const}$ ;  
 3) при  $V = \text{const}$ ,  $p_i / T_i = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

2. Закон Гей – Люсака утверждает, что:

- 1) при  $p = \text{const}$ ,  $\frac{v_i}{T_i} = \text{const}$ ;      2) при  $T = \text{const}$ ,  $p_i \cdot v_i = \text{const}$ ;  
 3) при  $V = \text{const}$ ,  $\frac{p_i}{T_i} = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

3. Закон Шарля утверждает, что:

- 1) при  $T = \text{const}$ ,  $p_i \cdot v_i = \text{const}$ ;      2) при  $V = \text{const}$ ,  $\frac{p_i}{T_i} = \text{const}$ ;  
 3) при  $p = \text{const}$ ,  $\frac{v_i}{T_i} = \text{const}$ ;      4)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ .

4. Уравнение Клапейрона I вида имеет вид:

- 1)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot v = R \cdot T$ .

5. Уравнение Менделеева представлено выражением:

- 1)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V_\mu \cdot n = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ .

6. Уравнение Менделеева – Клапейрона представлено выражением:

- 1)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;      2)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot V_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ ;      4)  $p \cdot V = n \cdot \mu \cdot R \cdot T$ .

7. Уравнение состояние идеального газа записывается в виде:

- 1)  $p \cdot m = V \cdot R \cdot T$ ;      2)  $m \cdot R = p \cdot V \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ ;      4)  $T \cdot R = m \cdot p \cdot V$ .

8. Удельная массовая теплоемкость определяется по формуле:

$$1) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) C = \frac{\partial Q}{dt};$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}; \quad 4) c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}.$$

9. Удельная объёмная теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}; \quad 2) c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt};$$

$$3) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

10. Удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) c' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)};$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

11. Средняя удельная массовая теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \bar{c}' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)}; \quad 2) \bar{\mu c} = \frac{\partial Q}{n \cdot (t_2 - t_1)};$$

$$3) \bar{c} = \frac{\partial Q}{m \cdot (t_2 - t_1)}; \quad 4) C = \frac{\partial Q}{dt}.$$

12. Истинная удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

$$1) \bar{c} = \frac{\partial Q}{m \cdot (t_2 - t_1)_0}; \quad 2) \bar{c}' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)_0};$$

$$3) \bar{\mu c} = \frac{\partial Q}{n \cdot (t_2 - t_1)_0}; \quad 4) \bar{C} = \frac{\partial Q}{dt}.$$

13. Закон Майера утверждает, что:

$$1) \mu c_V = 4.115 \cdot z; \quad 2) \mu c_P = \mu c_V + \mu R;$$

$$3) c_P + c_V = R; \quad 4) k = \frac{\mu C_P}{\mu C_V} = \frac{C_P}{C_V}.$$

14. Уравнение для расчета удельной молярной изохорной теплоёмкости имеет вид:

$$1) \mu c_P = k \cdot \mu c_V; \quad 2) \mu c_P = \mu c_V + \mu R;$$

$$3) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 4) \mu c_V = 4.115 \cdot z.$$

15. Выражение для определения удельной массовой теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) c'_{CM} = \sum_1^n \Gamma_i \cdot c'_i; \quad 2) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i;$$

$$3) \mu c_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu c_i; \quad 4) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}.$$

16. Выражение для определения удельной объёмной теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) c'_{CM} = \sum_1^n \Gamma_i \cdot c'_i; \quad 2) \mu c_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu c_i;$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}; \quad 4) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i.$$

17. Выражение для определения удельной молярной теплоёмкости смеси имеет вид:

$$1) \mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) c_{CM} = \sum_1^n g_i \cdot c_i;$$

$$3) \mu c_{CM} = \sum_1^n \chi_i \cdot \mu c_i; \quad 4) c'_{CM} = \sum_1^n f_i \cdot c'_i.$$

18. Математическое выражение первого закона термодинамики для изолированных систем имеет вид:

$$1) \frac{\delta Q}{T} = dS; \quad 2) dh = \delta q + v \cdot dp;$$

$$3) dh = c_p \cdot dT; \quad 4) \delta Q = dU + \delta l.$$

19. Уравнение первого закона термодинамики через энтальпию рассчитывается по формуле:

$$1) \frac{\delta Q}{T} = dS; \quad 2) dh = \delta u + v \cdot dp;$$

$$3) dh = c_p \cdot dT; \quad 4) \delta Q = dU + \delta l.$$

20. Связь между параметрами для изохорного процесса имеет вид:

$$1) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 v_2; \quad 4) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1}.$$

21. Уравнение для расчёта работы расширения газа в изохорном процессе имеет вид:

$$1) L = 0; \quad 2) L = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2);$$

$$3) L = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) L = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2).$$

22. Изменение энтальпии газа в изохорном процессе представлено:

$$1) \Delta h = 0; \quad 2) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = c_p \cdot (T_1 - T_2); \quad 4) \Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

23. Уравнение для изменения энтропии в изохорном процессе имеет вид:

$$1) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 2) \Delta S = 0;$$

$$3) \Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; \quad 4) \Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}.$$

24. Уравнение для расчета теплоты в изохорном процессе имеет вид:

$$1) Q = m \cdot c_v \cdot \Delta t; \quad 2) Q = m \cdot (c_v + R) \cdot \Delta t;$$

$$3) Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) Q = m \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}.$$

25. Уравнение для расчета подведенной теплоты в изобарном процессе имеет вид:

$$1) Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) Q = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2);$$

$$3) Q = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}; \quad 4) Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}.$$

26. Связь между параметрами изобарного процесса представлено выражением:

$$1) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2; \quad 4) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

27. Уравнение для изменения внутренней энергии газа в изобарном процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2); \quad 2) \Delta U = \ell;$$

$$3) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta U = 0.$$

28. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для изменения энтальпии газа в изобарном процессе имеет вид:

$$1) \Delta h = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2); \quad 2) \Delta h = m \cdot c_{II} \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta h = 0.$$

29. Основываясь на основных законах термодинамики связь между параметрами изотермического процесса представлено выражением:

$$1) \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1};$$

$$3) p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2; \quad 4) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

30. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение работы для изотермического процесса имеет вид:

$$1) \ell = p \cdot (v_2 - v_1); \quad 2) \ell = 0;$$

$$3) \ell = q; \quad 4) \ell = \frac{1}{k-1} \cdot (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2).$$

31. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для расчета изменения внутренней энергии газа в изотермическом процессе имеет вид:

$$1) \Delta U = Q; \quad 2) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta U = U_2 - U_1; \quad 4) \Delta U = 0.$$

32. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение для расчета изменения энтальпии газа в изотермическом процессе представлено выражением:

$$1) \Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) \Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1);$$

$$3) \Delta h = h'' - h'; \quad 4) \Delta h = 0.$$

33. Основываясь на основных законах термодинамики уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:

$$1) p \cdot v^k = const; \quad 2) p \cdot v^n = const;$$



43. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в политропном процессе имеет вид:

- 1)  $\Delta h = c_{II} \cdot (T_2 - T_1)$ ;                      2)  $\Delta h = 0$   
3)  $\Delta h = c_P \cdot (T_1 - T_2)$ ;                      4)  $\Delta h = c_P \cdot (T_2 - T_1)$ .

44. Уравнение для расчета энтропии газа в политропном процессе имеет вид:

- 1)  $\Delta S = 0$ ;    2)  $\Delta S = m \cdot c_{II} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ ;  
3)  $\Delta S = m \cdot c_V \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ ;                      4)  $\Delta S = m \cdot c_P \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ .

45. Математическое выражение первого закона термодинамики в дифференциальной форме для закрытых систем дается:

- 1)  $Q = U + A$ ;                                      2)  $Q = \Delta U + A$ ;  
3)  $\delta Q = dU + dA$ ;                              4)  $\delta Q = dU + \delta A$ .

46. Уравнение для расчета термического КПД прямого цикла Карно имеет вид:

- 1)  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$ ;                      2)  $\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$ ;  
3)  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$ ;                                      4)  $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ .

47. Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением:

- 1)  $\varepsilon_\kappa = \frac{\ell_{цикла}}{q_2} = \frac{q_1 - q_2}{q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$ ;                      2)  $\varepsilon_\kappa = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$ ;  
3)  $\varepsilon_\kappa = \frac{q_2}{\ell_{цикла}} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$ ;                      4)  $\varepsilon_\kappa = \frac{\ell_{цикла}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ .

48. Уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты ( $V = \text{const}$ ) выглядит как:

- 1)  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$ ;                      2)  $\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$ ;  
3)  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$ ;                                      4)  $\eta_t = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_K}$ .

49. Уравнение для расчета подводимой теплоты в цикле ДВС при  $V = \text{const}$  имеет вид:

- 1)  $q_1 = q_1' + q_1''$ ;                                      2)  $q_1 = 0$ ;  
3)  $q_1 = c_V \cdot (T_3 - T_2)$ ;                              4)  $q_1 = c_P \cdot (T_3 - T_2)$ .

50. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета отводимой теплоты в цикле ДВС при  $V = \text{const}$  имеет вид:

- 1)  $q_2 = c_V \cdot (T_4 - T_1)$ ;                              2)  $q_2 = m \cdot c_V \cdot (T_5 - T_1)$ ;  
3)  $q_2 = 0$ ;    4)  $q_2 = m \cdot c_V \cdot (T_3 - T_2)$ .

51 . При тепловом анализе проектируемой системы тепловой системы степень сжатия двигателя внутреннего сгорания определяется выражением:

$$1) \lambda = \frac{p_3}{p_2}; \quad 2) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2};$$

$$3) \rho = \frac{v_4}{v_3}; \quad 4) \varepsilon = \frac{C}{C_0}.$$

52 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы степень повышения давления в цикле ДВС определяется как:

$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2}; \quad 2) \rho = \frac{v_4}{v_3};$$

$$3) \lambda = \frac{p_3}{p_2}; \quad 4) \rho = \frac{T_4}{T_3}.$$

53 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета подводимой теплоты при постоянном давлении в цикле ДВС имеет вид:

$$1) q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2); \quad 2) q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2);$$

$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}; \quad 4) q_1 = c_p \cdot (T_2 - T_1).$$

54 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета отводимой теплоты для цикла Дизеля имеет вид:

$$1) q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1); \quad 2) q_1 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_0 = P \cdot (v'' - v'); \quad 4) q_{ne} = h_{ne} - h''.$$

55 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы степень предварительного расширения в цикле ДВС определяется по формуле:

$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2}; \quad 2) \lambda = \frac{p_3}{p_2};$$

$$3) \rho = \frac{T_3}{T_2}; \quad 4) C = C_0 \cdot \varepsilon.$$

56 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета КПД цикла Ренкина представлено выражением:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad 4) \eta_t = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_K}.$$

57 . При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты ( $p = \text{const}$  и  $V = \text{const}$ ) имеет вид:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$3) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$4) \eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

58. При тепловом анализе проектируемой подводимая теплота в цикле со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

$$1) q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2);$$

$$2) q_1 = q_1' + q_1'';$$

$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1};$$

$$4) q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2).$$

59. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы отводимая теплота в цикле ДВС со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

$$1) q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1); \quad 2) q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_2 = 0;$$

$$4) q_2 = \ell.$$

60. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы уравнение Руша имеет вид:

$$1) t_k = 100 \cdot \sqrt[4]{P}; \quad 2) R_e = \frac{\omega \cdot d}{v};$$

$$3) \varphi_0 = \tau_0 \cdot T^4; \quad 4) q = \alpha \cdot (t_{CT} - t_{Ж}).$$

61. При тепловом анализе проектируемой тепловой системы термодинамические параметры воды и водяного пара в области сухого насыщенного пара обозначаются:

$$1) P', v', h', S', U'; \quad 2) P_0, v_0, h_0, S_0, U_0;$$

$$3) P_x, v_x, h_x, S_x, U_x; \quad 4) P'', v'', h'', S'', U''.$$

62. При тепловом анализе проектируемой системы удельную теплоту парообразования находят по выражению:

$$1) r = h'' + h'; \quad 2) r = h'' - h';$$

$$3) r = 2h'' - h'; \quad 4) r = h' - h''.$$

63. При тепловом анализе проектируемой системы теплота, затраченная на нагрев воды до кипения, определяется по формуле:

$$1) q_1 = q_1' + q_1''; \quad 2) q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0); \quad 4) q_{ne} = h_{ne} - h''.$$

64. При тепловом анализе проектируемой системы теплота, затраченная на перегрев пара, определяется по формуле:

$$1) q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0); \quad 2) q_{ne} = h_{ne} - h'';$$

$$3) q = \Delta U + \ell; \quad 4) q_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1).$$

65. При тепловом анализе проектируемой системы удельный объем влажного насыщенного пара находят по выражению:

$$1) v_1 = \frac{P_2 \cdot v_2}{P_1}; \quad 2) v_x = v' \cdot (1 - x) + v'' \cdot x;$$

$$3) v_x = x \cdot v''; \quad 4) v = \frac{R \cdot T}{P}.$$

66. При тепловом анализе проектируемой системы энтальпию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

$$1) h_x = h' \cdot (1 - x) + h'' \cdot x; \quad 2) h = U + p \cdot v;$$
$$3) h = c_p \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta h = c_p \cdot (T_1 - T_2).$$

67. При тепловом анализе проектируемой системы энтропию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

$$1) \Delta S = \frac{dU}{T} + R \cdot \frac{dv}{v}; \quad 2) S_x = S' \cdot (1 - x) + S'' \cdot x;$$
$$3) \Delta S = S_2 - S_1; \quad 4) \Delta S = c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

68. При тепловом анализе проектируемой системы абсолютная влажность воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$
$$3) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}}; \quad 4) \varphi = \frac{P_{в.н.}}{P_{\max \text{ в.н.}}}.$$

69. При тепловом анализе проектируемой системы относительная влажность воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$
$$3) \varphi = \frac{A}{A_{\max}}; \quad 4) C = C_0 \cdot \varepsilon.$$

70. При тепловом анализе проектируемой системы влагосодержание воздуха определяется по формуле:

$$1) A = \frac{m_{в.н.}}{V_{в.в.}}; \quad 2) d = \frac{m_{в.н.}}{m_{с.в.}};$$
$$3) \varphi = \frac{A}{A_{\max}}; \quad 4) k = \frac{1}{R}.$$

Блок 2 (уметь).

1. Исходя из основных законов термодинамики система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:

- 1) открытой;
- 2) закрытой;
- 3) изолированной;
- 4) адиабатной.

2. Исходя из основных законов термодинамики система, не обменивающаяся с окружающей средой веществом, называется:

- 1) закрытой;
- 2) замкнутой;
- 3) теплоизолированной;
- 4) изолированной.

3. Исходя из основных законов термодинамики система, не обменивающаяся с окружающей средой ни энергией, ни веществом, называется:

- 1) адиабатной;
- 2) закрытой;
- 3) замкнутой;
- 4) теплоизолированной.

4. Исходя из основных законов термодинамики процесс, протекающий как в прямом, так и в обратном направлении называется:

- 1) равновесным;
- 2) обратимым;
- 3) неравновесным;
- 4) необратимым.

5. Исходя из основных законов термодинамики процесс, в котором рабочее тело, пройдя ряд состояний, возвращается в начальное состояние, называется:

- 1) необратимым;
- 2) равновесным;
- 3) обратимым;
- 4) неравновесным.

6. Величина  $\mu R$  называется:

- 1) удельная газовая постоянная;
- 2) термический коэффициент полезного действия;
- 3) универсальная газовая постоянная;
- 4) холодильный коэффициент.

7. Закон Авогадро утверждает, что все идеальные газы при одинаковых  $p$  и  $T$  в равных объёмах содержат одинаковое число:

- 1) атомов;
- 2) молекул;
- 3) степеней свободы;
- 4) молей.

8. Теплоёмкость, определенная при постоянном давлении, называется:

- 1) изохорной;
- 2) изобарной;
- 3) истинной;
- 4) средней.

9. Значение показателя адиабаты зависит от:

- 1) температуры;
- 2) давления;
- 3) числа атомности газа;
- 4) удельного объема.

10. По обратному циклу Карно работают:

- 1) тепловые двигатели;
- 2) паровые турбины;
- 3) двигатели внутреннего сгорания;
- 4) холодильные установки.

11. По прямому циклу Карно работают:

- 1) тепловые двигатели;
- 2) тепловые насосы;
- 3) паровые турбины;
- 4) холодильные установки.

12. По циклу Отто работают:

- 1) дизельные двигатели;
- 2) карбюраторные двигатели;
- 3) паровые турбины;
- 4) тепловые насосы.

13. Масса  $1 \text{ м}^3$  метана при определенных условиях составляет  $0,7 \text{ кг}$ . Определить плотность и удельный объем метана при этих условиях.

14. Плотность воздуха при определенных условиях равна  $1,293 \text{ кг/м}^3$ . Определить удельный объем воздуха при этих условиях.

15. В сосуде объемом  $0,9 \text{ м}^3$  находится  $1,5 \text{ кг}$  окиси углерода. Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.
16. Давление воздуха, измеренное ртутным барометром, равно  $765 \text{ мм}$  при температуре ртути  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Выразить давление в барах.
17. Определить абсолютное давление газа в сосуде, если показание ртутного манометра равно  $500 \text{ мм рт. ст.}$ , а атмосферное давление по ртутному барометру составляет  $750 \text{ мм}$ .  
Температура воздуха в месте установки приборов равна  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .
18. Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает  $2,45 \text{ бар}$ , а атмосферное давление по ртутному барометру составляет  $700 \text{ мм}$  при  $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
19. Какой высоте водяного столба соответствует  $1 \text{ мм рт. ст.}$ ?
20. Какой высоте водяного столба соответствует давление равное  $1 \text{ кгс/м}^2$ ?
21. Температура пара, выходящего из перегревателя парового котла, равна  $950 \text{ }^\circ\text{F}$ . Перевести эту температуру в  $^\circ\text{C}$ .
22. Какая температура в градусах Фаренгейта соответствует абсолютному нулю?
23. Определить барометрическое давление на высоте  $9500 \text{ м}$ , если известно, что давление на уровне моря составляет  $740 \text{ мм рт. ст.}$  при  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .
24. Барометр, находящийся при  $0^\circ\text{C}$ , показывает, что на уровне моря давление составляет  $757 \text{ мм рт. ст.}$  Барометр, установленный на борту самолета, показывает давление в  $3,7$  раза меньше давления на уровне моря. Оценить высоту полета самолета.
25. Манометр показывает, что давление в баллоне, заполненном кислородом, составляет  $40 \text{ ат}$ . Определить избыточное давление кислорода в баллоне при подъеме его на высоту  $6000 \text{ м}$ , если барометрическое давление на уровне моря  $770 \text{ мм рт. ст.}$  при температуре окружающей среды  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
26. Определить давление на нижнее днище контейнера ракеты, установленной на подводной лодке, если указанное днище находится на глубине  $15,5 \text{ м}$ , а давление атмосферы, измеренное ртутным барометром при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , составляет  $755 \text{ мм рт. ст.}$
27. В помещении, где установлена барокамера, давление по водяному манометру  $50 \text{ мм вод. ст.}$  Барометр, установленный вне помещения, показывает  $750 \text{ мм рт. ст.}$  при  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . В барокамере создан вакуум  $180 \text{ мм рт. ст.}$  Найти абсолютное давление в барокамере.
28. Для анализа проектируемых систем сравнивать циклы ДВС необходимо:  
1) по наибольшим площадям диаграмм;                      2) по наибольшим давлениям;

3) по наименьшим площадям диаграмм; 4) по наименьшим температурам.

29. При анализе проектируемых систем наибольший термический КПД будет у цикла:

- 1) с изобарным подводом теплоты; 2) Карно;  
3) с изохорным подводом теплоты; 4) со смешанным подводом теплоты.

30. При анализе проектируемых систем процесс получения водяного пара за счет молекул, вылетающих с поверхности воды, называется:

- 1) кипением; 2) испарением;  
3) конденсацией; 4) дистилляцией.

31. В процессе анализа проектируемых систем смесь жидкости и водяного пара называется:

- 1) сухим насыщенным паром; 2) перегретым паром;  
3) влажным ненасыщенным паром; 4) влажным насыщенным паром.

32. При анализе проектируемых систем массовая доля водяного пара в смеси характеризуется:

- 1) энтальпией; 2) удельным объемом пара в смеси;  
3) паросодержанием; 4) влагосодержанием.

33. В процессе анализа проектируемых систем уравнение Руша показывает зависимость между:

- 1) температурой и удельным объемом водяного пара;  
2) температурой и паросодержанием водяного пара;  
3) давлением и удельной теплотой парообразования;  
4) температурой кипения и давлением в системе.

34. При анализе проектируемых систем паросодержание в области влажного насыщенного пара равно:

- 1)  $x=0$ ; 2)  $0 < x < 1$ ;  
3)  $x=1$ ; 4)  $x > 1$ .

35. При анализе проектируемых систем в момент полного испарения жидкости пар называется:

- 1) влажный ненасыщенный пар; 2) сухой насыщенный пар;  
3) перегретый пар; 4) сухой насыщенный пар.

36. При анализе проектируемых систем паросодержание в области сухого насыщенного пара равно:

- 1)  $x=0$ ; 2)  $0 < x < 1$ ;  
3)  $x=1$ ; 4)  $x > 1$ .

37. При анализе проектируемых систем нагревание сухого насыщенного пара последний превращается в:

- 1) влажный насыщенный пар; 2) сухой насыщенный пар;  
3) жидкость; 4) перегретый пар.

38. При анализе проектируемых систем паросодержание перегретого пара равно:

- 1)  $x=1$ ; 2)  $x > 1$ ;  
3)  $x < 1$ ; 4)  $x=0$ .

39. При анализе проектируемых систем, атмосферный воздух, не содержащий водяных паров, называется:

- 1) сухим атмосферным воздухом;  
2) ненасыщенным атмосферным воздухом;

- 3) перенасыщенным атмосферным воздухом;
- 4) ненасыщенным атмосферным воздухом.

40. При анализе проектируемых систем атмосферный воздух, содержащий сухой насыщенный пар, называется:

- 1) сухим атмосферным воздухом;
- 2) насыщенным влажным атмосферным воздухом;
- 3) ненасыщенным влажным атмосферным воздухом;
- 4) перенасыщенным влажным атмосферным воздухом.

41. При анализе проектируемых систем температура, при которой перегретый пар превращается в сухой насыщенный пар, называется:

- 1) температурой испарения;
- 2) температурой конденсации;
- 3) температурой точки росы;
- 4) температурой атмосферного воздуха.

42. При анализе проектируемых систем единицей измерения абсолютной влажности воздуха является:

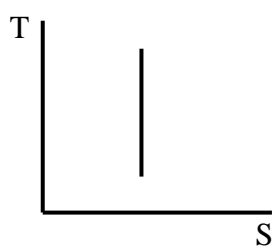
- 1) граммы влаги;
- 2) граммы влаги/кг влажного воздуха;
- 3) кг влаги/м<sup>3</sup> влажного воздуха;
- 4) кг влаги/кг влажного воздуха.

43. При анализе проектируемых систем влагосодержание воздуха выражается:

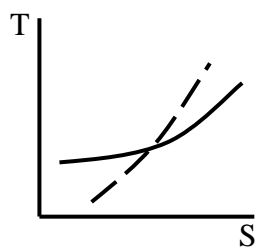
- 1) граммы;
- 2) доли единицы;
- 3) проценты;
- 4) граммы влаги/кг сухого воздуха.

Блок 3 (владеть).

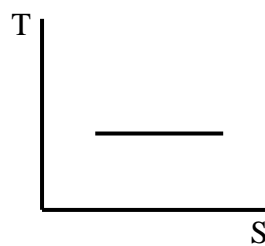
1. С учетом законов термодинамики изохорный процесс на диаграмме в координатах  $T - S$  имеет вид:



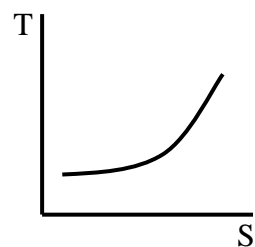
1)



2)

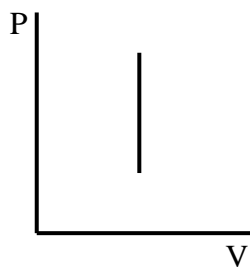


3)

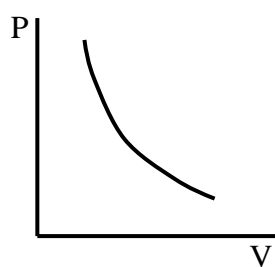


4)

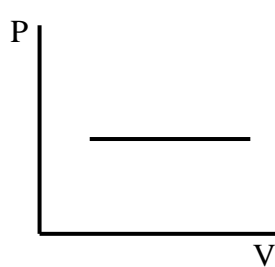
2. С учетом законов термодинамики изотермический процесс в газе в координатах  $P - V$  показан на диаграмме:



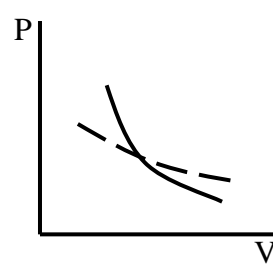
1)



2)

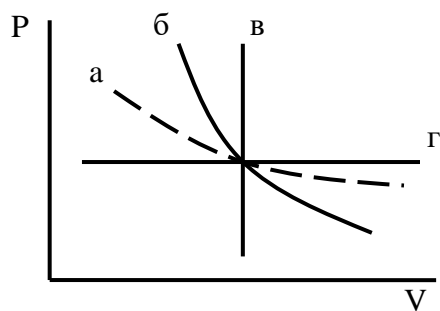


3)



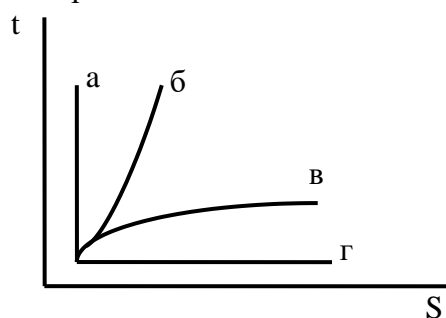
4)

3. С учетом законов термодинамики адиабатный процесс в газе в координатах P-V показан на диаграмме:



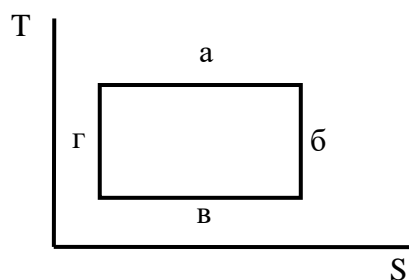
1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

4. С учетом законов термодинамики адиабатный процесс в газе в координатах T-S показан на диаграмме:



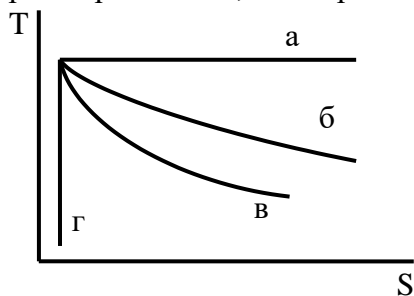
1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

5. С учетом законов термодинамики процессам, в которых подводится теплота, соответствует линия:



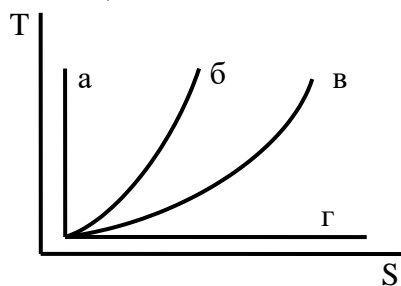
1) а; 2) в; 3) б, г; 4) г.

6. При исследовании теплофизических показателей термодинамической системы процесс расширения газа, в котором совершается наибольшая работа, показан на диаграмме:



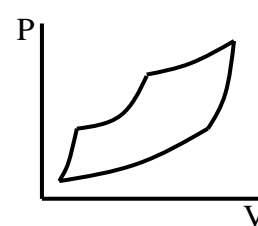
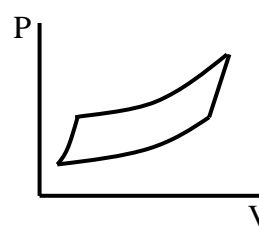
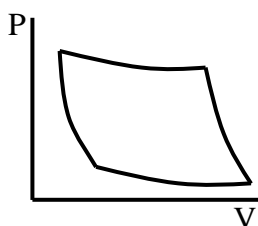
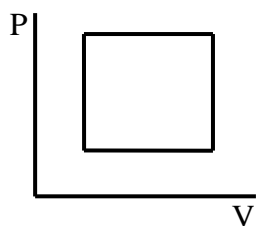
- 1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

7. При исследовании теплофизических показателей термодинамической системы процесс, имеющий минимальный теплообмен представлен на диаграмме:



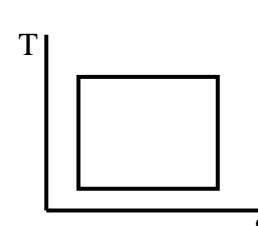
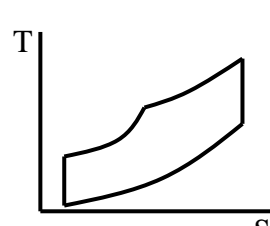
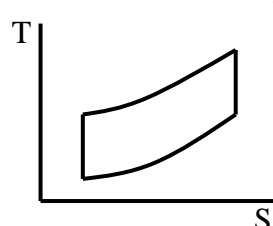
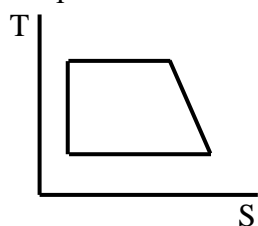
- 1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

8. При исследовании термодинамической показателей тепловой машины цикл Карно в координатных осях P-V показан на диаграмме:



- 1) 2) 3) 4)

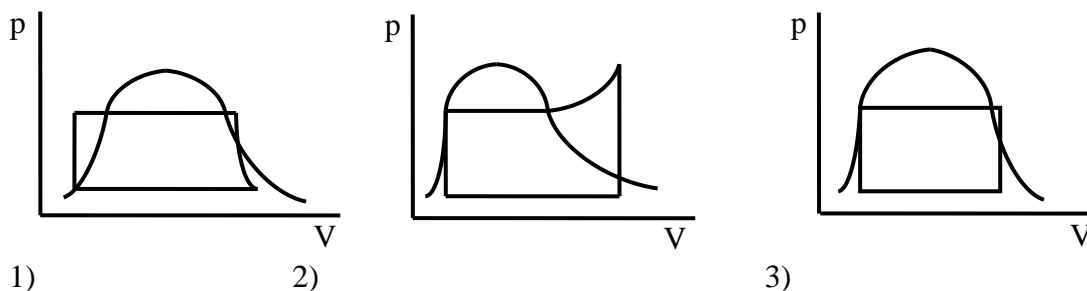
9. При исследовании термодинамической показателей тепловой машины цикл Карно в координатных осях T-S показан на диаграмме:



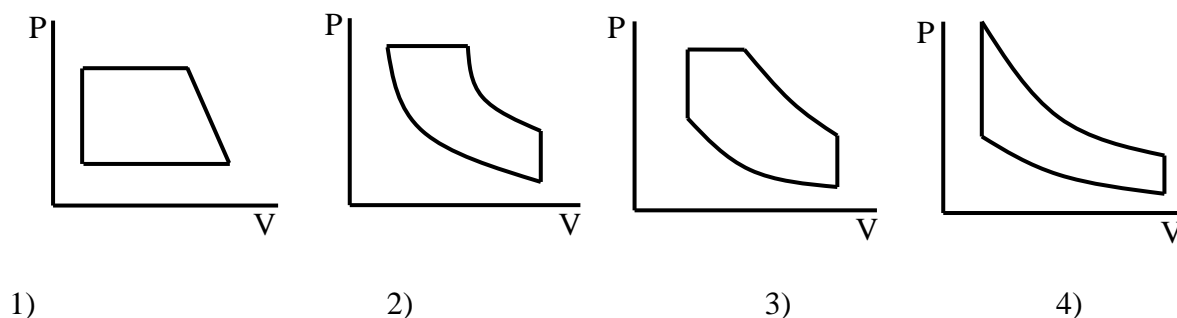
- 1) 2) 3) 4)



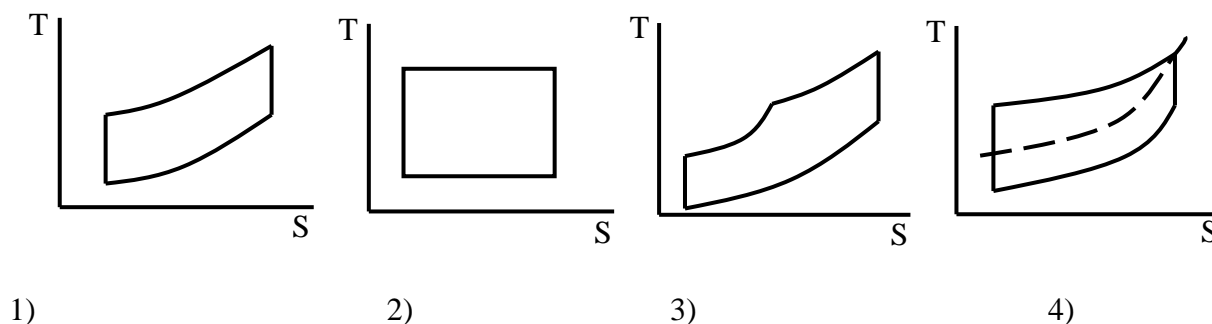
14. При анализе теплового баланса проектируемой системы цикл Ренкина в координатных осях  $P$ - $V$  показан на диаграмме:



15. При анализе теплового баланса проектируемой системы цикл Тринклера в координатных осях  $P$  –  $V$  показан на диаграмме:



16. При анализе теплового баланса проектируемой системы цикл Тринклера в координатных осях  $T$ - $S$  показан на диаграмме:



### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ. Зачет выставляется в случае, если итоговая оценка студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Массовая доля водяного пара в смеси характеризуется

- влажностью
- энтальпией
- удельным объемом пара в смеси
- паросодержанием

По обратному циклу Карно работают

- холодильные установки
- паровые турбины
- тепловые двигатели
- двигатели внутреннего сгорания

Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты

- осуществляемый подвижными объемами (макроскопическими элементами среды)
- в вакууме
- обусловленный наличием градиента температуры
- в стационарных полях

Определить барометрическое давление при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если известно, что давление на уровне моря составляет  $100\text{ мм рт. ст.}$  при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тягомер показывает разрежение в газоходе, равное  $27\text{ мм вод. ст.}$  Определить разрежение в газоходе в единицах измерения - мм рт. ст.

Определить во сколько раз увеличится объем определённой массы газа при нагреве от  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при равном в обоих случаях давлении.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=292&category=23899%2C7492&qshowtext=0&qshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.