

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  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Теплофизика*

**Направление подготовки**

*20.03.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>4</b>	<b>180 / 5</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>3,6</b>	<b>0,35</b>	<b>51,95</b>	<b>92,4</b>	<b>Экз.(35,65)</b>
<b>Итого</b>	<b>180 / 5</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>3,6</b>	<b>0,35</b>	<b>51,95</b>	<b>92,4</b>	<b>35,65</b>

Муром, 2022 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование теоретических знаний, а также практических умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности при проектировании и эксплуатации систем обеспечения безопасности в сфере теплоэнергетических систем и теплообменных аппаратов, а также оценки эффективности систем безопасности.

Основной задачей освоения дисциплины является приобретение знаний теплофизической терминологии, законов получения и преобразования энергии, методов анализа эффективности использования теплоты; умение производить расчеты термодинамических процессов, 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 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях", "Системы обеспечения техносферной безопасности", "Системы защиты среды обитания", "Системный анализ опасностей техносферы", 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	
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ОПК-1.2 Применяет на практике методы теоретического и экспериментального исследования в естественнонаучных дисциплинах	знать основные законы термодинамики и теплообмена при решении профессиональных задач (ОПК-1.2)  уметь использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена (ОПК-1.2)	задачи, вопросы к устному опросу

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

### 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	4	6	8	8					40	Текущий контроль
2	Основные циклы силовых установок.	4	2	2						24	Текущий контроль
3	Теплообмен.	4	8	6	8					28,4	Текущий контроль
Всего за семестр		180	16	16	16			3,6	0,35	92,4	Экз.(35,65)
Итого		180	16	16	16			3,6	0,35	92,4	35,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 4

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

###### Лекция 1.

Введение в теплофизику. Предмет теплофизики и теории теплообмена. Основные понятия и определения. Виды энергии и формы обмена энергией. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения (2 часа).

###### Лекция 2.

Первое начало термодинамики. Энергетическая характеристика состояния изолированной системы. 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 газо-вых смесей. Закон Дальтона. Термодинамические параметры газовых смесей. Первое начало термодинамики для открытых систем. Особенности открытых систем (2 часа).

###### Лекция 3.

Второе начало термодинамики Энтропия. Второе начало как принцип существования энтропии. Основное уравнение термодинамики. Второе начало термодинамики для неравновесных систем. Физический смысл энтропии. Уравнение Ги-Стодоля. 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 (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

#### **Лекция 4.**

Основные циклы силовых установок. Замкнутые термодинамические процессы. 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).

*Раздел 3. Теплообмен.*

#### **Лекция 5.**

Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. 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 (2 часа).

#### **Лекция 6.**

Конвективный теплообмен. Система дифференциальных уравнений неизотермического движения: уравнения теплоотдачи, энергии, движения и неразрывности. 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 (2 часа).

#### **Лекция 7.**

Теплообмен излучением. Основные понятия и определения лучистого теплообмена. 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 (2 часа).

#### **Лекция 8.**

Теплообменные аппараты. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов. Виды расчетов теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса рекуператора. Уравнение теплопередачи (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 4**

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

##### **Практическое занятие 1**

Параметры состояния рабочего тела (2 часа).

##### **Практическое занятие 2**

Смеси идеальных газов (2 часа).

##### **Практическое занятие 3**

Первый закон термодинамики (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Второй закон термодинамики (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

##### **Практическое занятие 5**

Круговые процессы (2 часа).

*Раздел 3. Теплообмен.*

##### **Практическое занятие 6**

Теплопроводность (2 часа).

##### **Практическое занятие 7**

Конвективный теплообмен (2 часа).

## **Практическое занятие 8**

Лучистый теплообмен (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

#### **Семестр 4**

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

##### **Лабораторная 1.**

Способы измерения температур в теплотехнике (4 часа).

##### **Лабораторная 2.**

Измерение температур бесконтактными методами. (4 часа).

*Раздел 3. Теплообмен.*

##### **Лабораторная 3.**

Исследование характеристик ТЭНа. (4 часа).

##### **Лабораторная 4.**

Теплоотдача излучением (4 часа).

### **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: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоём- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
5	180 / 5	6	6	4	3	0,6	19,6	151,75	Экз.(8,65)
Итого	180 / 5	6	6	4	3	0,6	19,6	151,75	8,65

### 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	5	2	2	4					31	Текущий контроль
2	Основные циклы силовых установок.	5	2	2						10	Текущий контроль
3	Теплообмен.	5	2	2						110,75	Текущий контроль
Всего за семестр		180	6	6	4	+		3	0,6	151,75	Экз.(8,65)
Итого		180	6	6	4			3	0,6	151,75	8,65

### 4.2.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

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

##### Лекция 1.

Введение в теплофизику. Предмет теплофизики и теории теплообмена. Основные понятия и определения. Виды энергии и формы обмена энергией. Термодинамические системы, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамические параметры и единицы их измерения (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

##### Лекция 2.

Основные циклы силовых установок. Замкнутые термодинамические процессы. 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).

*Раздел 3. Теплообмен.*

### **Лекция 3.**

Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. 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 (2 часа).

## **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

### **Семестр 5**

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

#### **Практическое занятие 1.**

Параметры состояния рабочего тела (2 часа).

*Раздел 2. Основные циклы силовых установок.*

#### **Практическое занятие 2.**

Круговые процессы (2 часа).

*Раздел 3. Теплообмен.*

#### **Практическое занятие 3.**

Теплопроводность (2 часа).

## **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

### **Семестр 5**

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

#### **Лабораторная 1.**

Способы измерения температур в теплотехнике (4 часа).

## **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. 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. Теплообменные аппараты. Классификация.

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. Основные понятия и определения теории теплопередачи. Виды теплопередачи.
2. Теплопроводность. Температурное поле. Температурный градиент.
3. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и его физический смысл.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Теплопроводность плоской стенки.
6. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
7. Теплопроводность шаровой стенки.
8. Теплопроводность тел неправильной формы.
9. Конвекция и конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона - Рихмана. Свободная и вынужденная конвекция.
10. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
11. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
12. Основы теории подобия. Критерии подобия.
13. Числа Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа и их физический смысл.
14. Естественно-конвективный теплообмен пластин и труб.
15. Передача теплоты через щели и зазоры. Теплообмен в ограниченном пространстве.
16. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности.
17. Особенности теплообмена при высоких скоростях.
18. Теплоотдача при течении жидкости в трубах.
19. Теплообмен при кипении в большом объеме. Режимы кипения. Кривая кипения. Кризисы теплоотдачи I и II рода.
20. Теплоотдача при конденсации пара. Режимы конденсации.
21. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.
22. Виды лучистых потоков.
23. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана.
24. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта.
25. Лучистый теплообмен между параллельными плоскими поверхностями.
26. Теплообмен при наличии экранов.

#### **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. Миловидова, Т. А. Теплофизика : учебное пособие / Т. А. Миловидова, А. М. Стыран. — Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. — 133 с. - <https://www.iprbookshop.ru/123098>
2. Самородина, Т. В. Теплофизика : учебное пособие / Т. В. Самородина. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019. — 96 с. - <https://www.iprbookshop.ru/117223>
3. Прибытков, И. А. Теплофизика : учебное пособие / И. А. Прибытков. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 87 с. - <https://www.iprbookshop.ru/98130>
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>

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

1. Костин, А. В. Основы теплофизики : учебное пособие / А. В. Костин, Л. А. Воронова. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 101 с. - <https://www.iprbookshop.ru/116058>
2. Байков, В. И. Теплофизика. Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие / В. И. Байков, Н. В. Павлюкевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. — 448 с. - <https://www.iprbookshop.ru/90839>
3. 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>
4. 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>
5. 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>
6. Журнал "Тепловые процессы в технике" - [http://www.nait.ru/journals/index.php?p\\_journal\\_id=19](http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=19)

### **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:

Теплотехника. Эксплуатация опасных производственных объектов <https://gidrotgv.ru/category/teplotexnika/>

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

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)

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

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

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

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

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

Лекционная аудитория

проектор NEC Projector MP40G; ноутбук Acer 5720G-302G16Mi.

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. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с изучением тепловых процессов. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

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 – экзамен. 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  
*20.03.01 Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Первушин Р.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

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

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Теплофизика**

**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. Величина  $\mu R$  называется:

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

9. Термодинамическая система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:

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

10. Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой веществом, называется:

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

11. Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой ни энергией, ни веществом, называется:

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

12. Термодинамический процесс, протекающий как в прямом, так и в обратном направлении называется:

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

13. Термодинамический процесс, в котором рабочее тело, пройдя ряд состояний, возвращается в начальное состояние, называется:

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

14. 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.

15. Удельная массовая теплоёмкость 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)  $c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}$ .

16. Удельная объёмная теплоёмкость определяется по формуле:

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

17. Удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

- 1)  $\mu c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}$ ;                                      2)  $c' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)}$ ;
- 3)  $c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}$ ;                                      4)  $C = \frac{\partial Q}{dt}$ .

18. Средняя удельная массовая теплоёмкость определяется по формуле:

- 1)  $\bar{c}' = \frac{\partial Q}{V \cdot (t_2 - t_1)}$ ;                                      2)  $\bar{\mu c} = \frac{\partial Q}{n \cdot (t_2 - t_1)}$ ;
- 3)  $\bar{c} = \frac{\partial Q}{m \cdot (t_2 - t_1)}$ ;                                      4)  $C = \frac{\partial Q}{dt}$ .

19. Истинная удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

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

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

20. Теплоёмкость, определенная при постоянном давлении, называется:

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

21. Закон Майера утверждает, что:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

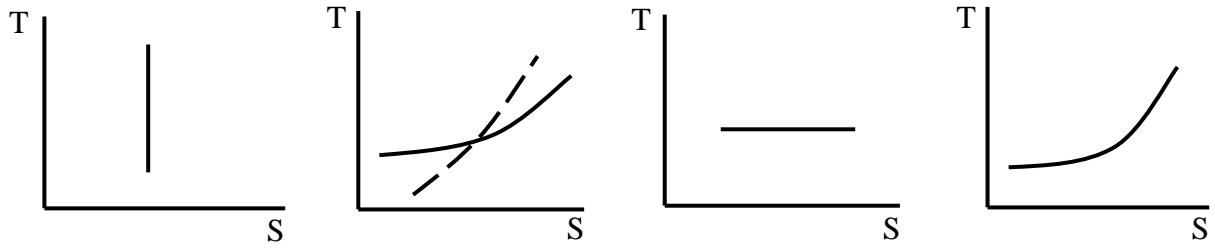
27. Уравнение первого закона термодинамики через энтальпию рассчитывается по формуле:

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



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

28. Изображение изохорного процесса на диаграмме в координатах  $T - S$  имеет вид:



1) 2) 3) 4)

29. Связь между параметрами для изохорного процесса имеет вид:

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

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

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

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

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

31. Изменение энтальпии газа в изохорном процессе представлено:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

35. Связь между параметрами изобарного процесса представлено выражением:

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

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

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

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

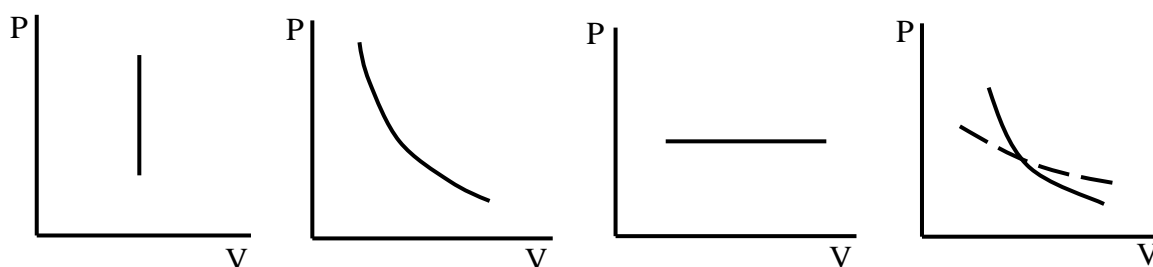
$$3) \Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1); \quad 4) \Delta U = 0.$$

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

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

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

38. Изотермический процесс в газе в координатах  $P - V$  показан на диаграмме:



$$1) \quad 2) \quad 3) \quad 4)$$

39. Связь между параметрами изотермического процесса представлено выражением:

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

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

40. Уравнение работы для изотермического процесса имеет вид:

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

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

41. Уравнение для расчета изменения внутренней энергии газа в изотермическом процессе имеет вид:

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

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

42. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в изотермическом процессе представлено выражением:

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

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

43. Уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:

- 1)  $p \cdot v^k = const$ ;                      2)  $p \cdot v^n = const$ ;  
 3)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;                      4)  $p \cdot v = const$ .

44. Показатель адиабаты  $k$  определяется по формуле:

- 1)  $k = \frac{c_p}{c_v}$ ;                      2)  $k = \frac{c_v}{c_p}$ ;  
 3)  $k = \frac{c_v}{c_p}$ ;                      4)  $k = \frac{c_p}{c_v}$ .

45. Значение показателя адиабаты зависит от:

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

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

- 1)  $q = \Delta U + \ell$ ;                      2)  $q = \Delta U$ ;  
 3)  $q = 0$ ;                      4)  $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$ .

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

- 1)  $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;                      2)  $q = \Delta U$ ;  
 3)  $q = 0$ ;                      4)  $q = c_p \cdot (T_1 - T_2)$ .

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

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

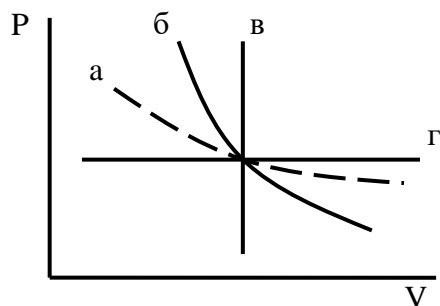
49. Уравнение для расчета изменения энтропии в адиабатном процессе имеет вид:

- 1)  $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ ;                      2)  $\Delta S = 0$ ;  
 3)  $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ ;                      4)  $\Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$ .

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

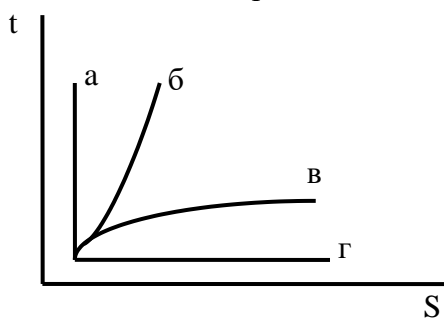
- 1)  $\Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2)$ ;                      2)  $\Delta U = 0$ ;  
 3)  $\Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;                      4)  $\Delta U = Q - \ell$ .

51. Адиабатный процесс в газе в координатах  $P$ - $V$  показан на диаграмме:



- 1) а;    2) б;    3) в;    4) г.

52. Адиабатный процесс в газе в координатах T-S показан на диаграмме:



- 1) а;    2) б;    3) в;    4) г.

53. Уравнение политропного процесса выглядит как:

- 1)  $p \cdot v^k = const$ ;                      2)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot v^n = const$ ;                      4)  $p \cdot v = const$ .

54. Уравнение для расчета показателя политропы имеет вид:

- 1)  $n = \frac{p \cdot V}{\mu \cdot R \cdot T}$ ;                      2)  $k = \frac{1}{\alpha}$ ;  
 3)  $n = \frac{c_{II} - c_P}{c_{II} - c_V}$ ;                      4)  $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot C$ .

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

- 1)  $\Delta U = 0$ ;                                  2)  $\Delta U = m \cdot c_V \cdot (T_2 - T_1)$ ;  
 3)  $\Delta U = \ell$ ;                                  4)  $\Delta U = Q_1$ .

56. 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)  $\Delta h = c_P \cdot (T_2 - T_1)$ .

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

62. По обратному циклу Карно работают:

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

63. По прямому циклу Карно работают:

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

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

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос	10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос	10 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос	15 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)**

ОПК-1

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. Величина  $\mu R$  называется:

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

9. Термодинамическая система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:

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

10. Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой веществом, называется:

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

11. Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой ни энергией, ни веществом, называется:

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

12. Термодинамический процесс, протекающий как в прямом, так и в обратном направлении называется:

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

13. Термодинамический процесс, в котором рабочее тело, пройдя ряд состояний, возвращается в начальное состояние, называется:

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

14. 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.

15. Удельная массовая теплоемкость определяется по формуле:

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

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

16. Удельная объёмная теплоёмкость определяется по формуле:

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

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

17. Удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

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

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

18. Средняя удельная массовая теплоёмкость определяется по формуле:

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

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

19. Истинная удельная молярная теплоёмкость определяется по формуле:

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

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

20. Теплоёмкость, определенная при постоянном давлении, называется:

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

21. Закон Майера утверждает, что:

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

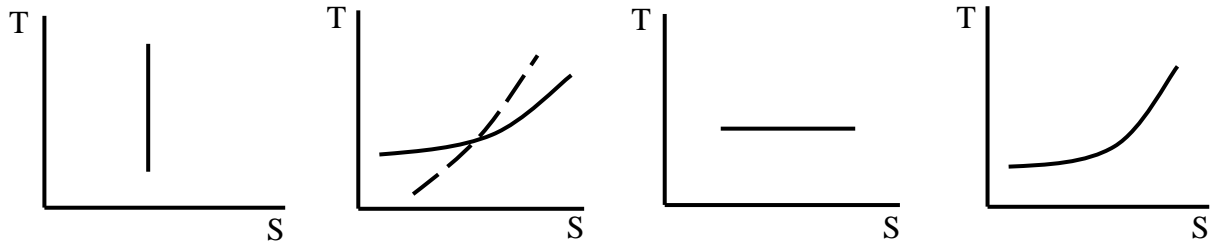
$$3) dh = c_p \cdot dT ; \quad 4) \delta Q = dU + \delta \ell .$$

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

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

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

28. Изображение изохорного процесса на диаграмме в координатах  $T - S$  имеет вид:



1) 2) 3) 4)

29. Связь между параметрами для изохорного процесса имеет вид:

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

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

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

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

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

31. Изменение энтальпии газа в изохорном процессе представлено:

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

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

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

1)  $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ ;      2)  $\Delta S = 0$ ;  
 3)  $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ ;      4)  $\Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$ .

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

1)  $Q = m \cdot c_v \cdot \Delta t$ ;      2)  $Q = m \cdot (c_v + R) \cdot \Delta t$ ;  
 3)  $Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ ;      4)  $Q = m \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$ .

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

1)  $Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;      2)  $Q = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2)$ ;  
 3)  $Q = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ ;      4)  $Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ .

35. Связь между параметрами изобарного процесса представлено выражением:

1)  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ;      2)  $\left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = \frac{T_2}{T_1}$ ;  
 3)  $p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2$ ;      4)  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ .

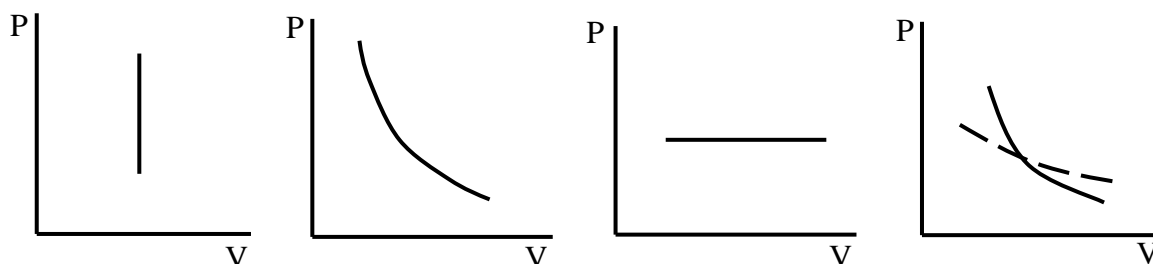
36. Уравнение для изменения внутренней энергии газа в изобарном процессе имеет вид:

1)  $\Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$ ;      2)  $\Delta U = \ell$ ;  
 3)  $\Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)$ ;      4)  $\Delta U = 0$ .

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

1)  $\Delta h = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2)$ ;      2)  $\Delta h = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;  
 3)  $\Delta h = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;      4)  $\Delta h = 0$ .

38. Изотермический процесс в газе в координатах  $P - V$  показан на диаграмме:



1)      2)      3)      4)

39. Связь между параметрами изотермического процесса представлено выражением:

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

$$3) p_1 \cdot \nu_1 = p_2 \cdot \nu_2; \quad 4) \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

40. Уравнение работы для изотермического процесса имеет вид:

$$1) \ell = p \cdot (\nu_2 - \nu_1); \quad 2) \ell = 0;$$

$$3) \ell = q; \quad 4) \ell = \frac{1}{k-1} \cdot (p_1 \cdot \nu_1 - p_2 \cdot \nu_2).$$

41. Уравнение для расчета изменения внутренней энергии газа в изотермическом процессе имеет вид:

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

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

42. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в изотермическом процессе представлено выражением:

$$1) \Delta h = c_H \cdot (T_2 - T_1); \quad 2) \Delta h = c_P \cdot (T_2 - T_1);$$

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

43. Уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:

$$1) p \cdot \nu^k = \text{const}; \quad 2) p \cdot \nu^n = \text{const};$$

$$3) p \cdot \nu = R \cdot T; \quad 4) p \cdot \nu = \text{const}.$$

44. Показатель адиабаты  $k$  определяется по формуле:

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

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

45. Значение показателя адиабаты зависит от:

$$1) \text{температуры}; \quad 2) \text{давления};$$

$$3) \text{числа атомности газа}; \quad 4) \text{удельного объема}.$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

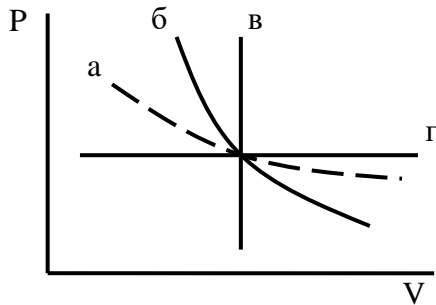
49. Уравнение для расчета изменения энтропии в адиабатном процессе имеет вид:

- 1)  $\Delta S = m \cdot c_V \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$ ;    2)  $\Delta S = 0$ ;  
 3)  $\Delta S = m \cdot c_V \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ ;    4)  $\Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$ .

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

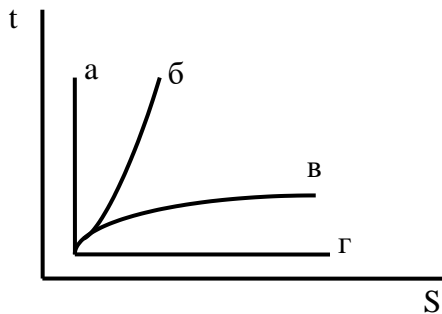
- 1)  $\Delta U = m \cdot c_V \cdot (T_1 - T_2)$ ;    2)  $\Delta U = 0$ ;  
 3)  $\Delta U = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$ ;    4)  $\Delta U = Q - \ell$ .

51. Адиабатный процесс в газе в координатах P-V показан на диаграмме:



- 1) а;    2) б;    3) в;    4) г.

52. Адиабатный процесс в газе в координатах T-S показан на диаграмме:



- 1) а;    2) б;    3) в;    4) г.

53. Уравнение политропного процесса выглядит как:

- 1)  $p \cdot v^k = \text{const}$ ;    2)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;  
 3)  $p \cdot v^n = \text{const}$ ;    4)  $p \cdot v = \text{const}$ .

54. Уравнение для расчета показателя политропы имеет вид:

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

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

Блок 2 (уметь).

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

$$\begin{array}{ll} 1) \Delta U = 0; & 2) \Delta U = m \cdot c_V \cdot (T_2 - T_1); \\ 3) \Delta U = \ell; & 4) \Delta U = Q_1. \end{array}$$

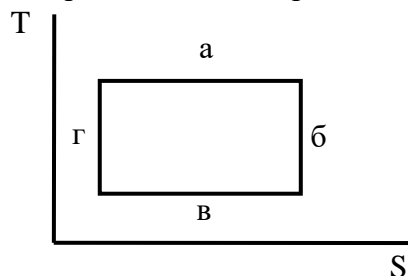
2. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в политропном процессе имеет вид:

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

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

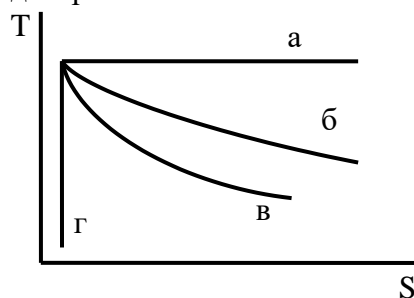
$$\begin{array}{ll} 1) \Delta S = 0; & 2) \Delta S = m \cdot c_{II} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; \\ 3) \Delta S = m \cdot c_V \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}; & 4) \Delta S = m \cdot c_P \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}. \end{array}$$

4. Процессам, в которых подводится теплота, соответствует линия:



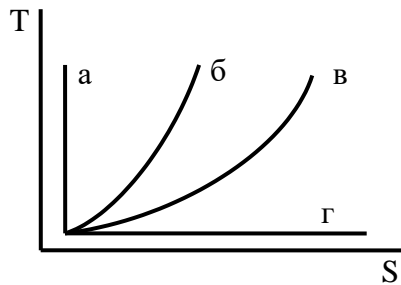
1) а; 2) в; 3) б, г; 4) г.

5. Процесс расширения газа, в котором совершается наибольшая работа, показан на диаграмме:



1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

6. Процесс, имеющий минимальный теплообмен представлен на диаграмме:



- 1) а;                      2) б;                      3) в;                      4) г.

7. 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)  $\delta Q = dU + \delta A$ .

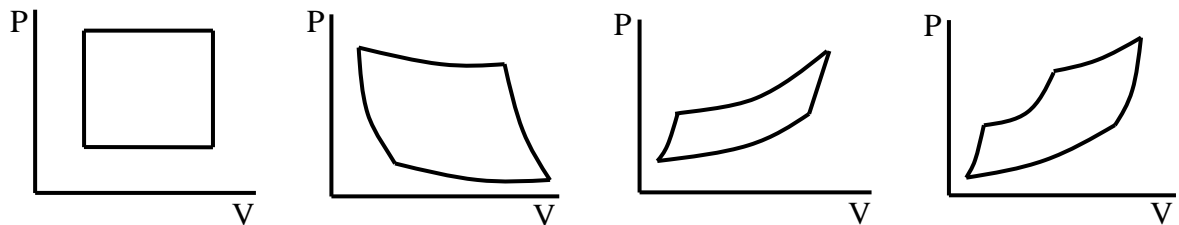
8. По обратному циклу Карно работают:

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

9. По прямому циклу Карно работают:

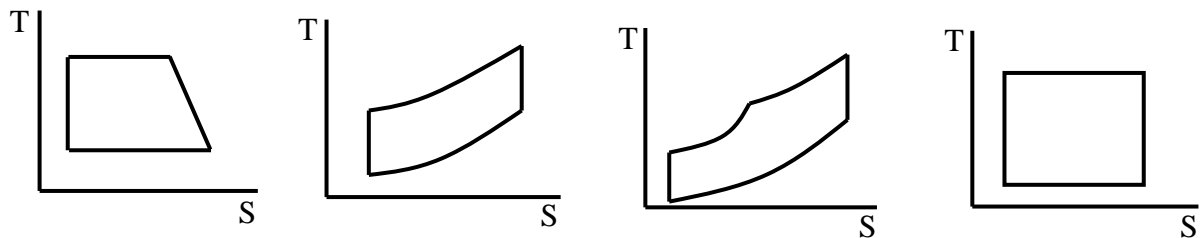
- 1) тепловые двигатели;                      2) тепловые насосы;  
 3) паровые турбины;                      4) холодильные установки.

10. Цикл Карно в координатных осях P–V показан на диаграмме:



- 1)                      2)                      3)                      4)

11. Цикл Карно в координатных осях T–S показан на диаграмме:



- 1)                      2)                      3)                      4)

12. Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением:

- 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)  $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ .

Блок 3 (владеть).

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

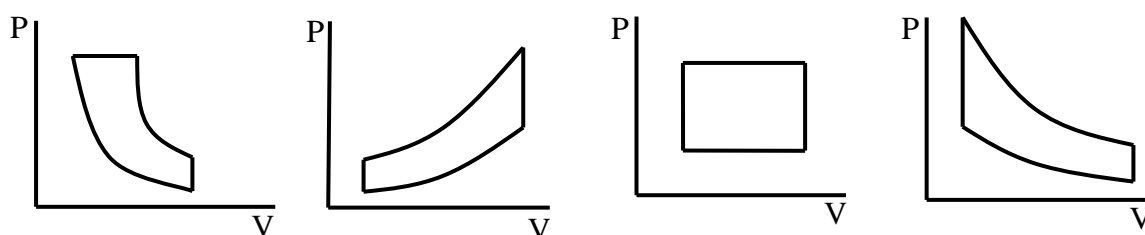
$$1) \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

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

2. По циклу Отто работают:

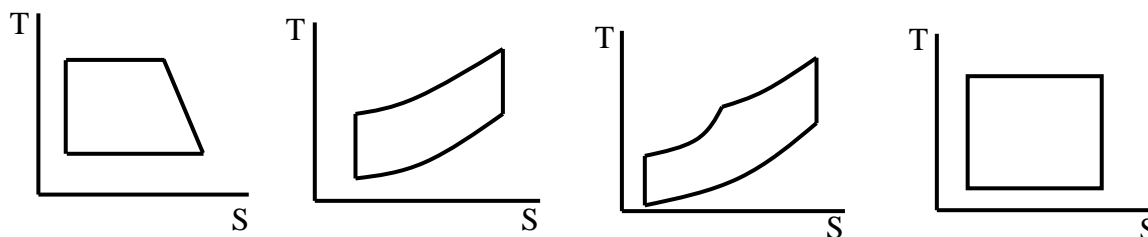
- 1) дизельные двигатели;
- 2) карбюраторные двигатели;
- 3) паровые турбины;
- 4) тепловые насосы.

3. Цикл Отто в координатных осях P – V показан на диаграмме:



- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

4. Цикл Отто в координатных осях T-S показан на диаграмме:



- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

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

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

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

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

$$1) q_1 = q'_1 + q''_1; \quad 2) q_1 = 0;$$

$$3) q_1 = c_V \cdot (T_3 - T_2); \quad 4) q_1 = c_P \cdot (T_3 - T_2).$$

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

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

$$3) q_2 = 0;$$

$$4) q_2 = m \cdot c_V \cdot (T_3 - T_2).$$

8. Степень сжатия двигателя внутреннего сгорания определяется выражением:

$$1) \lambda = \frac{p_3}{p_2};$$

$$2) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2};$$

$$3) \rho = \frac{v_4}{v_3};$$

$$4) \varepsilon = \frac{C}{C_0}.$$

9. Степень повышения давления в цикле ДВС определяется как:

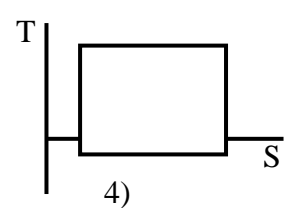
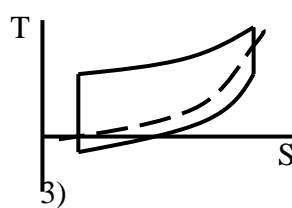
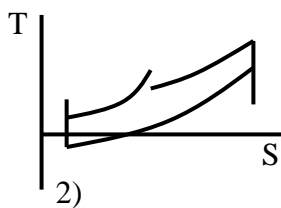
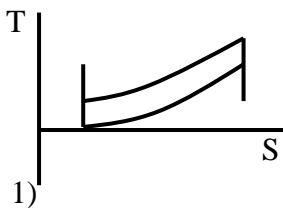
$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2};$$

$$2) \rho = \frac{v_4}{v_3};$$

$$3) \lambda = \frac{p_3}{p_2};$$

$$4) \rho = \frac{T_4}{T_3}.$$

10. Цикл Дизеля в координатных осях T–S показан на диаграмме:



11. Уравнение для расчета подводимой теплоты при постоянном давлении в цикле ДВС имеет вид:

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

$$2) q_1 = c_V \cdot (T_3 - T_2);$$

$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2};$$

$$4) q_1 = c_P \cdot (T_2 - T_1).$$

12. Уравнение для расчета отводимой теплоты для цикла Дизеля имеет вид:

$$1) q_2 = c_V \cdot (T_5 - T_1);$$

$$2) q_1 = c_V \cdot (T_4 - T_1);$$

$$3) q_0 = P \cdot (v'' - v');$$

$$4) q_{ne} = h_{ne} - h''.$$

13. Степень предварительного расширения в цикле ДВС определяется по формуле:

$$1) \varepsilon = \frac{v_1}{v_2};$$

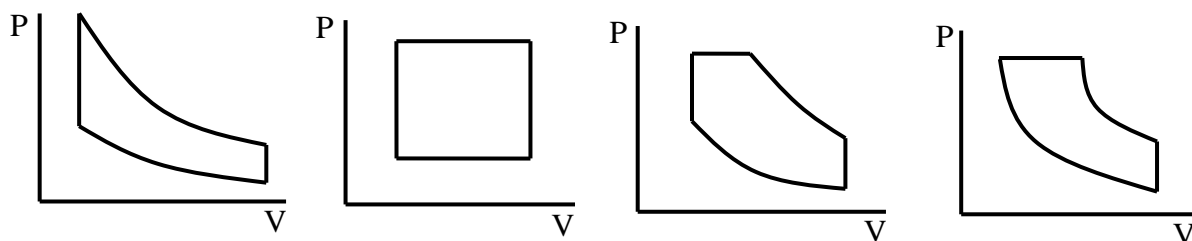
$$2) \lambda = \frac{p_3}{p_2};$$

$$3) \rho = \frac{T_3}{T_2};$$

$$4) C = C_0 \cdot \varepsilon.$$

14. Цикл Дизеля в координатных осях P–V представлен на диаграмме:





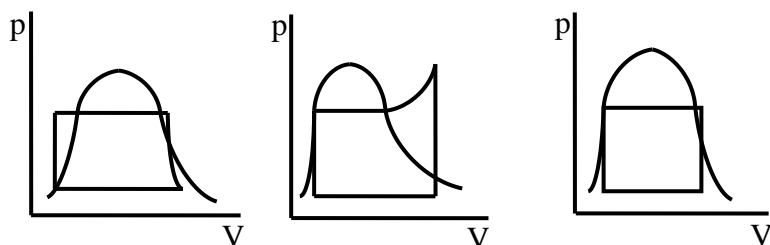
1)

2)

3)

4)

15. Цикл Ренкина в координатных осях P-V показан на диаграмме:



1)

2)

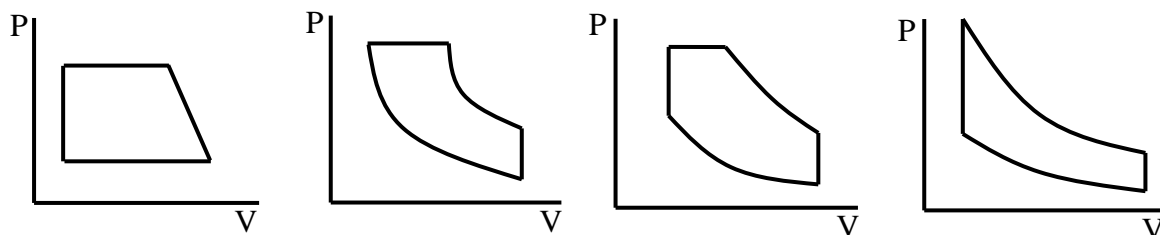
3)

16. Уравнение для расчета КПД цикла Ренкина представлено выражением:

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

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

17. Цикл Тринклера в координатных осях P – V показан на диаграмме:



1)

2)

3)

4)

18. Уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты ( $p = \text{const}$  и  $V = \text{const}$ ) имеет вид:

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

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

19. Подводимая теплота в цикле со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

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

$$2) q_1 = q'_1 + q''_1;$$

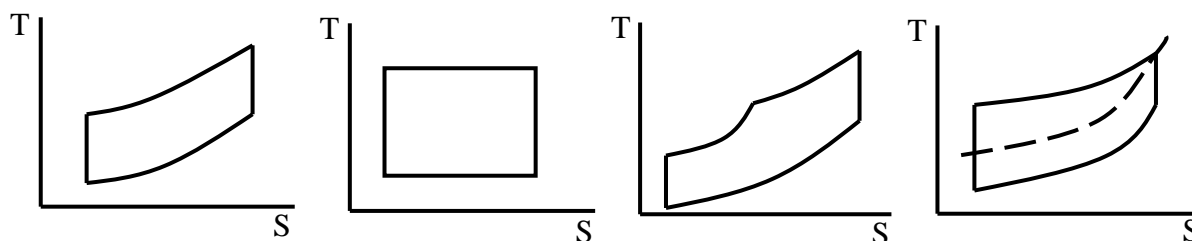
$$3) q_1 = R \cdot T \cdot \ln \frac{v_2}{v_1};$$

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

20. Отводимая теплота в цикле ДВС со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:

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

21. Цикл Тринклера в координатных осях T–S показан на диаграмме:



- 1)      2)      3)      4)

22. Сравнивать циклы ДВС необходимо:

- 1) по наибольшим площадям диаграмм;      2) по наибольшим давлениям;  
 3) по наименьшим площадям диаграмм;      4) по наименьшим температурам.

23. Наибольший термический КПД будет у цикла:

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

24. Процесс получения водяного пара за счет молекул, вылетающих с поверхности воды, называется:

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

25. Уравнение Руша имеет вид:

- 1)  $t_k = 100 \cdot \sqrt[4]{P}$ ;      2)  $R_e = \frac{\omega \cdot d}{\nu}$ ;  
 3)  $\varphi_0 = \tau_0 \cdot T^4$ ;      4)  $q = \alpha \cdot (t_{CT} - t_{Ж})$ .

26. Смесь жидкости и водяного пара называется:

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

27. Массовая доля водяного пара в смеси характеризуется:

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

28. 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.

29. Паросодержание в области влажного насыщенного пара равно:

- 1)  $x=0$ ;      2)  $0 < x < 1$ ;

3)  $x=1$ ; 4)  $x>1$ .

30. В момент полного испарения жидкости пар называется:

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

31. Паросодержание в области сухого насыщенного пара равно:

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

32. При нагревании сухого насыщенного пара он превращается в:

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

33. Паросодержание перегретого пара равно:

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

34. Термодинамические параметры воды и водяного пара в области сухого насыщенного пара обозначаются:

- 1)  $P', v', h', S', U'$ ; 2)  $P_0, v_0, h_0, S_0, U_0$ ;  
3)  $P_x, v_x, h_x, S_x, U_x$ ; 4)  $P'', v'', h'', S'', U''$ .

35. Удельную теплоту парообразования находят по выражению:

- 1)  $r = h'' + h'$ ; 2)  $r = h'' - h'$ ;  
3)  $r = 2h'' - h'$ ; 4)  $r = h' - h''$ .

36. Теплота, затраченная на нагрев воды до кипения, определяется по формуле:

- 1)  $q_1 = q_1' + q_1''$ ; 2)  $q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1)$ ;  
3)  $q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0)$ ; 4)  $q_{ne} = h_{ne} - h''$ .

37. Теплота, затраченная на перегрев пара, определяется по формуле:

- 1)  $q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0)$ ; 2)  $q_{ne} = h_{ne} - h''$ ;  
3)  $q = \Delta U + \ell$ ; 4)  $q_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1)$ .

38. Удельный объем влажного насыщенного пара находят по выражению:

- 1)  $v_1 = \frac{p_2 \cdot v_2}{P_1}$ ; 2)  $v_x = v' \cdot (1 - x) + v'' \cdot x$ ;  
3)  $v_x = x \cdot v''$ ; 4)  $v = \frac{R \cdot T}{P}$ .

39. Энтальпию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

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

40. Энтропию влажного насыщенного пара определяют по формуле:

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

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

41. Если атмосферный воздух не содержит водяных паров, то он называется:

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

42. Если атмосферный воздух содержит сухой насыщенный пар, то он называется:

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

43. 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.

44. Абсолютная влажность воздуха определяется по формуле:

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

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

45. Относительная влажность воздуха определяется по формуле:

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

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

46. Влагосодержание воздуха определяется по формуле:

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

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

47. 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.

## Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Промежуточная аттестация осуществляется путем формирования индивидуальных заданий для каждого студента на основе контрольных вопросов к лабораторным и практическим занятиям.

По результатам формируется индивидуальный рейтинг студента по контрольным неделям, совокупность которых совместно с результатами самостоятельной работы и экзаменационным рейтингом определяет итоговую оценку по дисциплине.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
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><i>Высокий уровень</i></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><i>Продвинутый уровень</i></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><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты

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

Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты

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

Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты

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

В сосуде объёмом 1 м<sup>3</sup> находится 1,4 кг кислорода. Определить плотность газа при указанных условиях.

Определить во сколько раз увеличится объем определённой массы газа при нагреве от -27 °С до +23 °С, при равном в обоих случаях давлении.

Найти объем 1 кг азота, находящегося в ёмкости при температуре 57°С и давлении 0,1 МПа.

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=218>

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