

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Техническая термодинамика**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Джураева Е.В.
	Идентификатор	R930396c8-DzhuraevaEV-8c9904a7

(подпись)

Е.В.

Джураева

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	R0d1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В.

Хомченко

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ИД-5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

2. ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-2 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Вещества (Тестирование)
2. Закон термодинамики (Тестирование)
3. Идеальный газ (Тестирование)
4. Обратные термодинамические (Тестирование)
5. Свойства (Тестирование)
6. Установки (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Новейшая термодинамика (Домашнее задание)
2. Циклы (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12
Основные понятия и законы термодинамики					
Основные понятия		+	+		

Первый закон термодинамики	+	+		
Второй закон термодинамики	+	+		
Процессы идеального газа				
Термодинамические свойства идеального газа	+	+		
Термодинамические процессы идеального газа	+	+		
Свойства и процессы реального газа				
Термодинамические свойства реального газа (воды и водяного пара)			+	
Термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара)			+	
Термодинамические циклы паротурбинных установок				
Циклы паротурбинных установок (ПТУ)				+
Циклы газотурбинных установок (ГТУ)				+
Циклы парогазовых установок (ПГУ)				+
Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)				+
Вес КМ:	25	25	25	25

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	3	6	9	12
Процессы в потоке вещества					
Параметры торможения	+				
Дросселирование	+				
Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок					
Цикл простой газотурбинной установки (ГТУ)			+	+	
Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания			+	+	
Эксергия теплоты			+	+	
Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок					
Обратные термодинамические циклы холодильных установок и их характеристики			+	+	
Сравнение внутреннего охлаждения в детандерах и дросселях			+	+	

Обратный цикл Карно – цикл теплонасосной установки (ТНУ)		+	+	
Новейшая термодинамика				
Новейшая термодинамика				+
Дифференциальные соотношения между калорическими и термическими функциями состояния				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-3	ИД-5 <sub>опк-3</sub> Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	<p>Знать:</p> <p>основные понятия и термины в области технической термодинамики, их физический смысл о термических и калорических свойствах веществ, методах получения информации о них</p> <p>основные законы термодинамики, методы их применения для расчета и анализа термодинамических процессов</p> <p>Уметь:</p> <p>вычислять показатели энергетической эффективности термодинамических процессов, прямых и обратных термодинамических</p>	<p>Закон термодинамики (Тестирование)</p> <p>Идеальный газ (Тестирование)</p> <p>Свойства (Тестирование)</p> <p>Циклы (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Вещества (Тестирование)</p>

		циклов	
ОПК-4	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<p>Знать:</p> <p>термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплосиловых, холодильных и теплонасосных установках, показатели их эффективности</p> <p>Уметь:</p> <p>определять рабочие параметры работы технического оборудования, анализировать влияние их изменения на показатели эффективности теплотехнических установок и систем</p>	<p>Установки (Тестирование)</p> <p>Обратные термодинамические (Тестирование)</p> <p>Новейшая термодинамика (Домашнее задание)</p>

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### 5 семестр

#### КМ-1. Закон термодинамики

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время отведенное на выполнение задания не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь изучивший материалы, авторизированных уникальным логином и паролем

#### **Краткое содержание задания:**

Тестирование включает в себя вопросы по пяти категориям: 1. Аналитические выражения законов термодинамики. 2. Размерности величин в термодинамике. 3. Первый закон термодинамики. 4. Теплоемкость. 5. Понятие идеального газа. Параметры и уравнение состояния

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: о термических и калорических свойствах веществ, методах получения информации о них	1. Аналитические выражения законов термодинамики 2. Размерности величин в термодинамике 3. Первый закон термодинамики 4. Понятие идеального газа. Параметры и уравнение состояния 5. Тепловой двигатель за один цикл получает от нагревателя 100 кДж теплоты и отдает холодильнику 60 кДж. Чему равен КПД этого двигателя (%) 1.25 2.40 3.60 Ответ: 2
---	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено



## КМ-2. Идеальный газ

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время отведенное на выполнение задания не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь изучивший материалы, авторизированных уникальным логином и паролем

### Краткое содержание задания:

Контрольная точка включает в себя решение задач с целью определения и расчета параметров идеального газа в изопроцессах (изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном и политропном), расчета теплоты, работы расширения (технической работы) и изменения внутренней энергии в этих процессах

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: о термических и калорических свойствах веществ, методах получения информации о них</p>	<p>1. Определите внутреннюю энергию двух молей одноатомного идеального газа (кДж) при температуре 300 К. <math>R=8,3</math> Дж/(моль•К):</p> <p>1. 7,47 2. 1,66 3. 3,74</p> <p>Ответ: 1</p> <p>2. Выберите верный ответ. Взято по одному моллю гелия, неона и аргона при одинаковой температуре. У какого газа внутренняя энергия самая большая:</p> <p>1. у всех газов одинакова 2. неона и аргона 3. гелия</p> <p>Ответ: 1</p> <p>3. Выберите, на сколько <math>^{\circ}\text{C}</math> нужно нагреть 10 млн. т воды, чтобы ее масса увеличилась на 1 г? Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/кг•К:</p> <p>1. 21,4 2. 2,14 3. 41</p> <p>Ответ: 2</p> <p>4. Каким должно быть отношение масс <math>m_1/m_2</math> горячей и холодной воды для того, чтобы за счет охлаждения от <math>50^{\circ}\text{C}</math> до <math>30^{\circ}\text{C}</math> воды массы <math>m_1</math>, вода массой <math>m_2</math> нагрелась от <math>20^{\circ}</math> до <math>30^{\circ}\text{C}</math>:</p> <p>1. 1/2 2. 2 3. 4</p> <p>Ответ: 1</p> <p>5. Тепловой двигатель с КПД 50% за один цикл отдает холодильнику 56 кДж теплоты. Какая работа им (кДж) совершается за один цикл:</p> <p>1. 40 2. 27</p>
--	---

	3.56 Ответ: 3
--	------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-3. Свойства**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время отведенное на выполнение задания не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь изучивший материалы, авторизованных уникальным логином и паролем

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка включает в себя два типа задач. Первый тип - на определение состояния и теплофизических свойств реального газа. Второй тип - определение и расчет параметров состояния и свойств реального газа в изопроцессе (изобарном, изохорном, изотремическом или адиабатных), расчет теплоты, работы расширения (технической работы), измерения внутренней энергии. В качестве реального газа рассматривается, прежде всего, вода и водяной пар.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные понятия и термины в области технической термодинамики, их физический смысл</p>	<p>1. При изотермическом расширении от <math>V_1</math> до <math>V_2</math> один моль кислорода совершил работу 3 кДж. Какое количество теплоты при этом получил:</p> <p>1.1 2.6 3.3 Ответ: 3</p> <p>2. КПД идеального теплового двигателя равен 35%, температура холодильника – <math>+27^\circ\text{C}</math>. Определите температуру нагревателя (<math>^\circ\text{C}</math>):</p> <p>1.259 2.189 3.462 Ответ: 2</p> <p>3. Укажите единицу измерения величины, измеряемой произведением <math>p\Delta V</math>:</p> <p>1. джоуль 2. паскаль 3. ватт Ответ: 1</p> <p>4. Какому количеству теплоты (МДж) эквивалентна</p>
---	---

	<p>работа, совершаемая за 1 ч двигателем мощностью 2 кВт:  1.0,2  2.3,6  3.7,2  Ответ: 3</p> <p>5.Какой должна быть температура холодильника тепловой машины (<math>^{\circ}\text{C}</math>), чтобы максимальное значение КПД равнялось 50%? Температура нагревателя <math>327^{\circ}\text{C}</math>:  1.260  2.27  3.327  Ответ:2</p>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено верно на 80%*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено*

#### КМ-4. Циклы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время отведенное на выполнение задания не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь изучивший материалы, авторизированных уникальным логином и паролем

#### Краткое содержание задания:

I. Исходные данные для задания: Рассчитать термодинамический цикл одноконтурной парогазовой установки (ПГУ) с котлом-утилизатором, используя ниже приведенные данные. - для газотурбинной установки (ГТУ): параметры воздуха перед компрессором  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , давление воздуха за компрессором  $p_2 = 800 \text{ кПа}$ , температура газа перед газовой турбиной  $t_3 = 900 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , внутренние относительные КПД компрессора и газовой турбины 0,84, 0,92 соответственно, расход воздуха и газа  $Dg = 200 \text{ кг/с}$ . - для паротурбинной установки (ПТУ): начальные параметры пара  $t_6 = 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $p_6 = 5,0 \text{ МПа}$ , давление пара в конденсаторе  $p_7 = 4 \text{ кПа}$ , внутренние относительные КПД паровой турбины и насоса 0,85, 0,71. - для котла-утилизатора (КУ): минимальная разность температур (температурный напор) между газом и кипящей водой  $\Delta t_2 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Газы

считать обладающими свойствами воздуха, а процессы подвода и отвода теплоты – изобарными процессами. II. Необходимо определить: 1. Параметры ( $p, t, h, s$ ) газа и пара во всех характерных точках цикла и представить их в табличной форме. Для влажного пара определить также степень сухости  $x$ . 2. Расход пара. 3. Мощности компрессора, газовой и паровой турбин, насоса и всей ПГУ. 4. Количество подведенной теплоты  $Q_1$ , теплоты  $Q_2$ , отведенной в окружающую среду и теплоты  $Q_{ку}$ , переданной в котле-утилизаторе за единицу времени. 5. Внутренние КПД циклов ГТУ, ПТУ, котла-утилизатора и ПГУ. Характеристики, рассчитанные в п.3, 4 и 5, представить в табличной форме (табл. 2). 6. Сравнить внутренний КПД ПГУ с термическим КПД цикла Карно. 7. Изобразить: а) принципиальную схему установки, б) цикл ПГУ в  $T, s$  – диаграмме и в) процессы, совершаемые газом и водяным паром в  $T, Q$  – диаграмме. Принять  $s_0=0$  при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  и  $p_0 = 0,1$  МПа.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: вычислять показатели энергетической эффективности термодинамических процессов, прямых и обратных термодинамических циклов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ПТУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)</li> <li>2. Рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ГТУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)</li> <li>3. Рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ПГУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)</li> <li>4. Укажите каковы основные принципы расчета и анализа показателей энергетической эффективности циклов теплосиловых, холодильных и теплонасосных установок</li> <li>5. Укажите какие известны способы повышения термодинамической эффективности циклов теплосиловых, холодильных и теплонасосных установок? Каковы ограничения?</li> </ol>
---	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**6 семестр**

**КМ-5. Вещества**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение

задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3-х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по разделу "Процессы в потоке вещества"

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные законы термодинамики, методы их применения для расчета и анализа термодинамических процессов</p>	<p>1. Выберите верный ответ. Вода превращается в лед при постоянной температуре 0°C. Определите, поглощается или выделяется при этом энергия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. не поглощается и не выделяется</li> <li>2. выделяется</li> <li>3. поглощается</li> </ol> <p>Ответ: 2</p> <p>2. Определите, как изменяется температура кристаллического тела с момента начала плавления до его окончания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. не изменяется</li> <li>2. в начале плавления понижается, затем повышается</li> <li>3. в начале плавления повышается, затем понижается</li> </ol> <p>Ответ: 1</p> <p>3. Выберите верный ответ. В воду температурой 15°C и объемом 2 л опустили неизвестный сплав массой 1 кг и температурой 90°C. В результате теплообмена установилась температура 20°C. Какова удельная теплоемкость сплава (Дж/кг•К), если удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/кг•К:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1100</li> <li>2. 600</li> <li>3. 1300</li> </ol> <p>Ответ: 2</p> <p>4. Какое количество теплоты (кДж) необходимо затратить, чтобы расплавить 3 кг льда, взятого при температуре 0°C? Удельная теплота плавления льда равна 330 кДж/кг:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 330</li> <li>2. 660</li> <li>3. 990</li> </ol> <p>Ответ: 3</p> <p>5. При адиабатном сжатии идеального газа внешними силами совершена работа 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия этого газа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшилась на 100 Дж</li> <li>2. увеличилась на 100 Дж</li> <li>3. увеличилась на 50 Дж</li> </ol> <p>Ответ: 2</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-6. Установки

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3-х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по разделу "Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок"

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплосиловых, холодильных и теплонасосных установках, показатели их эффективности</p>	<p>1.Какое количество теплоты (кДж) необходимо затратить, чтобы нагреть 2 кг воды от её температуры замерзания до температуры кипения (100°C)? Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг•К): 1.440 2.168 3.840 Ответ: 3</p> <p>2.Вода превращается в лед при постоянной температуре 0°C. Поглощается или выделяется при этом энергия: а) не поглощается и не выделяется: 1.выделяется 2.поглощается Ответ: 1</p> <p>3.Отметьте, какая работа (Дж) совершается при изохорном нагревании одного моля идеального газа на 20 К: 1.16,62 2.при изохорном процессе работа не совершается 3.4,05 Ответ: 2</p> <p>4.Выберите верный ответ. На тело массой 4 кг, движущееся со скоростью 2 м/с, действовала сила 10 Н, в результате чего скорость тела увеличилась до</p>
--	---

	<p>5 м/с. Определите, какую работу (Дж) совершила данная сила:</p> <p>1.24</p> <p>2.34</p> <p>3.42</p> <p>Ответ: 3</p> <p>5.Как изменяется температура кристаллического тела с момента начала плавления до его окончания:</p> <p>1.не изменяется</p> <p>2.в начале плавления понижается, затем повышается</p> <p>3.в начале плавления повышается, затем понижается</p> <p>Ответ: 1</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-7. Обратные термодинамические**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3-х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по разделу "Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок"

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплосиловых, холодильных и теплонасосных установках, показатели их эффективности</p>	<p>1.Зависит ли внутренняя энергия данной массы реального газа?</p> <p>1.не зависит ни от температуры, ни от объема</p> <p>2.не зависит ни от каких факторов</p> <p>3.зависит только от объема</p> <p>4.зависит от температуры и объема</p> <p>Ответ: 4</p> <p>2.Каким образом можно изменить внутреннюю</p>
--	--

	<p>энергию системы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.только путем совершения работы</li> <li>2.только путем теплопередачи</li> <li>3.путем совершения работы и теплопередачи</li> <li>4.среди ответов нет правильного</li> </ol> <p>Ответ: 3</p> <p>3.Какой процесс называется изотермическим?</p> <p>Процесс, происходящий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.при постоянной теплоемкости</li> <li>2.при постоянной температуре</li> <li>3.при постоянном давлении</li> </ol> <p>Ответ: 2</p> <p>4.Внутренняя энергия заданной массы <math>m</math> идеального газа зависит только от:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.температуры</li> <li>2.формы сосуда</li> <li>3.давления</li> </ol> <p>Ответ: 1</p> <p>5.На сколько мегаджоулей отличается внутренняя энергия 2 кг водяного пара при температуре <math>100^{\circ}\text{C}</math> от внутренней энергии 2 кг воды при этой же температуре? <math>L_v=2,3</math> МДж/кг:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.на 4,6 МДж больше</li> <li>2.на 2,3 МДж меньше</li> <li>3.на 2,3 МДж больше</li> </ol> <p>Ответ: 1</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-8. Новейшая термодинамика**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Готовые работы по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на рассмотрение раздела "Новейшая термодинамика"



**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: определять рабочие параметры работы технического оборудования, анализировать влияние их изменения на показатели эффективности теплотехнических установок и систем</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Рассмотрите: Первый закон термодинамики. Принцип эквивалентности, формулировки первого закона термодинамики</li><li>2.Рассмотрите: Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Вывод уравнения. Анализ линий фазовых переходов в <math>p, T</math> -диаграмме</li><li>3.Рассмотрите: Политропный процесс. Формулы соотношения параметров в политропном процессе идеального газа. Работа политропного процесса. Политропные процессы в <math>p, v</math>-диаграмме</li><li>4.Рассмотрите: Смеси газов. Парциальные давление и объем, их расчет. Уравнение Клапейрона - Менделеева для компонентов смеси. Теплоемкость и энтропия газовой смеси</li><li>5.Рассмотрите: Первая теорема Карно: формулировка и доказательство</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



### Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-5опк-3 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

### **Вопросы, задания**

- 1.Размерности величин в термодинамике
- 2.Понятие идеального газа. Параметры и уравнение состояния
- 3.Как рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ПТУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)
- 4.Как рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ГТУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)
- 5.Как рассчитать параметры в характерных точках и основные характеристики цикла ПГУ (КПД, мощность, удельный расход топлива, количество подведенной/ отведенной теплоты)
- 6.Каковы основные принципы расчета и анализа показателей энергетической эффективности циклов теплосиловых, холодильных и теплонасосных установок

7. Какие известны способы повышения термодинамической эффективности циклов теплосиловых, холодильных и теплонасосных установок? Каковы ограничения?
8. Первый закон термодинамики. Принцип эквивалентности, формулировки первого закона термодинамики
9. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Вывод уравнения. Анализ линий фазовых переходов в  $p, T$ -диаграмме
10. Политропный процесс. Формулы соотношения параметров в политропном процессе идеального газа. Работа политропного процесса. Политропные процессы в  $p, v$ -диаграмме
11. Смеси газов. Парциальные давление и объем, их расчет. Уравнение Клапейрона - Менделеева для компонентов смеси. Теплоемкость и энтропия газовой смеси
12. Первая теорема Карно: формулировка и доказательство
13. Первый закон термодинамики
14. Аналитические выражения законов термодинамики

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой должна быть температура холодильника тепловой машины ( $^{\circ}\text{C}$ ), чтобы максимальное значение КПД равнялось 50%? Температура нагревателя  $327^{\circ}\text{C}$ :  
 Ответы:  
 1. 260 2. 27 3. 327  
 Верный ответ: 2
2. На сколько мегаджоулей отличается внутренняя энергия 2 кг водяного пара при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  от внутренней энергии 2 кг воды при этой же температуре?  $L_v=2,3$  МДж/кг:  
 Ответы:  
 1. на 4,6 МДж больше 2. на 2,3 МДж меньше 3. на 2,3 МДж больше  
 Верный ответ: 1
3. Внутренняя энергия заданной массы  $m$  идеального газа зависит только от:  
 Ответы:  
 1. температуры 2. формы сосуда 3. давления  
 Верный ответ: 1
4. Какой процесс называется изотермическим? Процесс, происходящий:  
 Ответы:  
 1. при постоянной теплоемкости 2. при постоянной температуре 3. при постоянном давлении  
 Верный ответ: 2
5. Каким образом можно изменить внутреннюю энергию системы?  
 Ответы:  
 1. только путем совершения работы 2. только путем теплопередачи 3. путем совершения работы и теплопередачи 4. среди ответов нет правильного  
 Верный ответ: 3
6. Зависит ли внутренняя энергия данной массы реального газа?  
 Ответы:  
 1. не зависит ни от температуры, ни от объема 2. не зависит ни от каких факторов 3. зависит только от объема 4. зависит от температуры и объема  
 Верный ответ: 4
7. Какой должна быть температура холодильника тепловой машины ( $^{\circ}\text{C}$ ), чтобы максимальное значение КПД равнялось 50%? Температура нагревателя  $327^{\circ}\text{C}$ :  
 Ответы:  
 1. 260 2. 27 3. 327  
 Верный ответ: 2
8. Какому количеству теплоты (МДж) эквивалентна работа, совершаемая за 1 ч двигателем мощностью 2 кВт:

Ответы:

1. 0,2 2. 3,6 3. 7,2

Верный ответ: 3

9. Укажите единицу измерения величины, измеряемой произведением  $p\Delta V$ :

Ответы:

1. джоуль 2. паскаль 3. ватт

Верный ответ: 1

10. КПД идеального теплового двигателя равен 35%, температура холодильника – +27°C. Определите температуру нагревателя (°C):

Ответы:

1. 259 2. 189 3. 462

Верный ответ: 2

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы на все вопросы даны верно. Четко сформулированы особенности практических решений. Студент показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки. Студент правильно выполнил задание и в основном правильно ответил на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустил при этом незначительные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. Студент в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь его выполнения

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

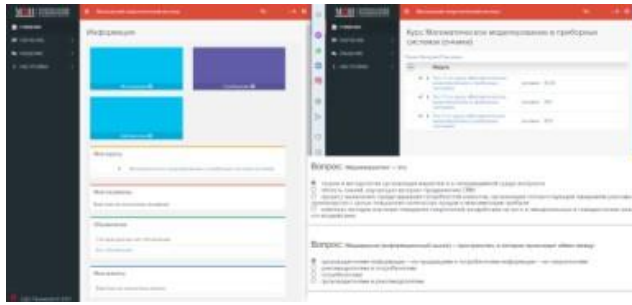
Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

**6 семестр**

**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

**Пример билета**

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



## Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2опк-4 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

#### Вопросы, задания

1. Соотношение между работой цикла, подведенной и отведенной теплотой. КПД прямого цикла. Прямой обратимый цикл Карно и его КПД
2. Энтропия. Вывод аналитического выражения второго закона термодинамики для обратимых процессов. Термодинамическое тождество
3. Расчет энтропии идеального газа.  $T, s$ -диаграмма идеального газа, изображение процессов в  $T, s$ -диаграмме
4. Расчет процессов с идеальными газами: изохорный и изобарный. Расчет теплоты и работы
5. Второй закон термодинамики для необратимых процессов. Вывод выражения второго закона термодинамики для необратимых процессов
6. Обратный обратимый цикл Карно –цикл холодильной установки.  $p, v$ -диаграмма цикла Карно, холодильный коэффициент цикла Карно
7. Обратный обратимый цикл Карно –цикл теплового насоса.  $p, v$ -диаграмма цикла Карно, отопительный коэффициент цикла Карно
8. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван -дер -Ваальса в  $p, v$ -диаграмме. Правило Максвелла
9. Расчет энтропии идеального газа с постоянной теплоемкостью

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какому количеству теплоты (МДж) эквивалентна работа, совершаемая за 1 ч двигателем мощностью 2 кВт:

Ответы:

1. 0,2 2. 3,6 3. 7,2

Верный ответ: 3

2. Определите внутреннюю энергию двух молей одноатомного идеального газа (кДж) при температуре 300 К.  $R=8,3$  Дж/(моль•К):

Ответы:

1. 7,47 2. 1,66 3. 3,74

Верный ответ: 1

3. Выберите верный ответ. Взято по одному молю гелия, неона и аргона при одинаковой температуре. У какого газа внутренняя энергия самая большая:

Ответы:

1. у всех газов одинакова 2. неона и аргона 3. гелия

Верный ответ: 1

4. Выберите, на сколько  $^{\circ}\text{C}$  нужно нагреть 10 млн. т воды, чтобы ее масса увеличилась на 1 г? Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/кг•К:

Ответы:

1. 21,4 2. 2,14 3. 41

Верный ответ: 2

5. Каким должно быть отношение масс  $m_1/m_2$  горячей и холодной воды для того, чтобы за счет охлаждения от  $50^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$  воды массы  $m_1$ , вода массой  $m_2$  нагрелась от  $20^{\circ}$  до  $30^{\circ}\text{C}$ :

Ответы:

1. 1/2 2. 2 3. 4

Верный ответ: 1

6. Тепловой двигатель с КПД 50% за один цикл отдает холодильнику 56 кДж теплоты. Какая работа им (кДж) совершается за один цикл:

Ответы:

1. 40 2. 27 3. 56

Верный ответ: 3

7. При изотермическом расширении от  $V_1$  до  $V_2$  один моль кислорода совершил работу 3 кДж. Какое количество теплоты при этом получил:

Ответы:

1. 1 2. 6 3. 3

Верный ответ: 3

8. КПД идеального теплового двигателя равен 35%, температура холодильника –  $+27^{\circ}\text{C}$ . Определите температуру нагревателя ( $^{\circ}\text{C}$ ):

Ответы:

1. 259 2. 189 3. 462

Верный ответ: 2

9. Укажите единицу измерения величины, измеряемой произведением  $p\Delta V$ :

Ответы:

1. джоуль 2. паскаль 3. ватт

Верный ответ: 1

10. Тепловой двигатель за один цикл получает от нагревателя 100 кДж теплоты и отдает холодильнику 60 кДж. Чему равен КПД этого двигателя (%)

Ответы:

1. 25 2. 40 3. 60

Верный ответ: 2

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы на все вопросы даны верно. Четко сформулированы особенности практических решений. Студент показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки. Студент правильно выполнил задание и в основном правильно ответил на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустил при этом незначительные ошибки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. Студент в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, либо наметил правильный путь его выполнения

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о бально-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»