

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

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Атомные электростанции и установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Термодинамика**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Джураева Е.В.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R930396c8-DzhuraevaEV-8c9904a |

Е.В. Джураева

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Мелихов В.И.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rf4bcbd4b-MelikhovVI-7cf385d8 |

В.И.  
Мелихов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Хвостова М.С.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca |

М.С.  
Хвостова

## 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. ПК-1 Демонстрирует понимание основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-1 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. Лабораторная работа №1-4 (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа)

5. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа)

6. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа)

7. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)

8. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание)

## БРС дисциплины

5 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 12   |

|                                                      |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Основные законы термодинамики и общие закономерности |    |    |    |    |
| Основные определения и термины                       | +  |    |    |    |
| Первый закон термодинамики                           | +  |    |    |    |
| Второй закон термодинамики                           | +  |    |    |    |
| Дифференциальные уравнения термодинамики             | +  |    |    |    |
| Процессы идеального газа                             |    |    |    |    |
| Законы и уравнения идеального газа                   |    | +  | +  |    |
| Смеси газов                                          |    | +  |    |    |
| Свойства и процессы реального газа                   |    |    |    |    |
| Термодинамические свойства реального газа            |    |    |    | +  |
| Термодинамические процессы реального газа.           |    |    |    | +  |
| Термические уравнения состояния реального газа.      |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                              | 15 | 20 | 35 | 30 |

6 семестр

| Раздел дисциплины                                             | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                               | Индекс КМ:                      | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 |
|                                                               | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 12   | 13   |
| Процессы в потоке вещества                                    |                                 |      |      |      |      |      |
| Расчет сопл                                                   | +                               |      |      |      |      | +    |
| Процессы в диффузоре                                          | +                               |      |      |      |      |      |
| Дросселирование                                               | +                               |      |      |      |      |      |
| Термодинамические циклы паротурбинных установок               |                                 |      |      |      |      |      |
| Паротурбинные установки                                       |                                 |      | +    |      |      | +    |
| Промежуточный перегрев пара в циклах ПТУ на перегретом паре   |                                 |      | +    |      |      |      |
| Регенерация в циклах ПТУ                                      |                                 |      | +    |      |      |      |
| Сепарация пара в циклах ПТУ на насыщенном паре                |                                 |      | +    | +    |      |      |
| Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ)                    |                                 |      | +    |      |      |      |
| Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок |                                 |      |      |      |      |      |

|                                                                        |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Цикл простой газотурбинной установки                                   |    |    |    | +  |    |
| Цикл газотурбинной установки с регенерацией                            |    |    |    | +  |    |
| Теплофикационный цикл газотурбинной установки                          |    |    |    | +  |    |
| Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом-утилизатором     |    |    |    | +  |    |
| Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания                |    |    |    | +  |    |
| Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок |    |    |    |    |    |
| Обратные термодинамические циклы холодильных установок                 |    |    |    | +  |    |
| Термодинамические циклы теплонасосных установок                        |    |    |    | +  |    |
| Вес КМ:                                                                | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

\$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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей | Знать:<br>основные законы термодинамики и условия их применения<br>способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа<br>методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа<br>методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа<br>Уметь:<br>самостоятельно анализировать термодинамические процессы и циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи<br>экспериментально | Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)<br>Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)<br>Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа)<br>Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание)<br>Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа)<br>Лабораторная работа №1-4 (Тестирование) |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>определять<br/>термодинамические<br/>характеристики процессов<br/>идеального газа, влажного<br/>воздуха, воды и водяного<br/>пара<br/>рассчитывать<br/>термодинамические циклы<br/>ПТУ<br/>рассчитывать<br/>произвольные<br/>термодинамические циклы<br/>идеального газа и<br/>оценивать их<br/>эффективность<br/>рассчитывать<br/>термодинамические циклы<br/>паротурбинных,<br/>газотурбинных,<br/>холодильных и<br/>теплонасосных установок</p> |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### **5 семестр**

#### **КМ-1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о смесях идеальных газов, расчета парциальных давлений и объемов идеальных газов, а также расчета термодинамических свойств смесей идеальных газов.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные законы термодинамики и условия их применения | 1.1.Смесь состоит из 0,5 кг кислорода и 0,2 кг двуокиси углерода. Определить удельный объем и удельную энтальпию смеси, если ее температура 104 0F, а давление 1,02 кгс/см <sup>2</sup> .<br>2.В смеси азота и NO <sub>2</sub> парциальное давление азота равно 0,2 МПа. Определить мольную долю NO <sub>2</sub> и удельную изохорную теплоемкость смеси (по молекулярно- кинетической теории), если полное давление смеси 5 бар. |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических процессах идеальных газов, построения  $p, v$  и  $T, s$ - диаграмм.

### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа | 1.1. 2,2 кг воздуха с начальной температурой $t_1 = 12^\circ\text{C}$ и давлением $p_1 = 0,5$ МПа сжимается политропно до давления $p_2 = 0,75$ МПа. Показатель политропы $n = 1,12$ . Определить изменение его внутренней энергии, затраченную работу и количество отведенной теплоты, а также удельный объем газа в конечном состоянии.<br>2. СО при температуре $t_1 = 22^\circ\text{C}$ занимает объем 0,18 м <sup>3</sup> . Определить конечную температуру и количество теплоты, которую нужно затратить при постоянном объеме для того, чтобы начальное давление СО $p_1 = 0,15$ МПа повысилось до $p_2 = 0,35$ МПа. |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-3. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом »**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

### Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается задание со сроком исполнения 4 недели. По истечению срока студент должен сдать преподавателю полностью оформленное задание на листах форматом А4 с подробным расчетом каждого процесса и оформленными в масштабе диаграммами

### Краткое содержание задания:

В качестве расчетного задания предлагается выполнить расчет термодинамического цикла, совершаемого идеальным газом и состоящего из пяти процессов – изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов. Особенностью расчета процессов идеального газа в курсе Термодинамика, в отличие от расчета аналогичных процессов, изучаемых в курсе физики, является использование специальной методики, позволяющей учитывать зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Такая методика обеспечивает точный (инженерный) расчет процессов и циклов идеального газа. При этом расчеты выполняются с помощью специальных таблиц, содержащих значения удельной внутренней энергии, энтальпии и энтропии, рассчитанных с учетом зависимости теплоемкости от температуры

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность | <p>1. Цикл состоит из следующих процессов:</p> <p>1-2 <math>n = \text{const}</math><br/>2-3 <math>v = \text{const}</math><br/>3-4 <math>s = \text{const}</math><br/>4-5 <math>t = \text{const}</math><br/>5-1 <math>p = \text{const}</math></p> <p>Рабочее тело - двуокись углерода.</p> <p>Для расчета цикла заданы следующие величины:<br/><math>P_1 = 0,8</math> бар, <math>t_1 = 10^\circ\text{C}</math>, <math>P_2 = 3,5</math> бар, <math>p_3 = 4,4</math> бар, <math>t_4 = 630^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Показатель политропы процесса <math>n = 2,4</math>.</p> <p>Рассчитать:</p> <p>1) параметры (<math>p</math>, <math>v</math>, <math>T</math>) в каждой точке цикла и функции состояния (<math>u</math>, <math>h</math>, <math>s</math>);<br/>2) теплоту, работу расширения, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии для каждого процесса. Рассчитать это же за весь цикл;<br/>3) термический коэффициент полезного действия цикла.</p> <p>Газ считать идеальным, его теплоемкость – зависящей от температуры, процессы – обратимыми.</p> <p>Представить две сводные таблицы: первая – параметров и функций состояния для каждой точки цикла, и вторая – для теплоты, работы, <math>\Delta U</math>, <math>\Delta h</math>, <math>\Delta s</math> и <math>T_{\text{ср}}</math> для всех процессов.</p> <p>Представить цикл в масштабе в <math>p</math>-<math>v</math> и <math>T</math>-<math>s</math> диаграммах.</p> <p>Для вычерчивания цикла при необходимости рассчитать несколько промежуточных точек.</p> <p>Считать, что <math>s = 0</math> при <math>T_0 = 273,15</math> К и <math>p_0 = 0,1</math> МПа.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*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:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 55

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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-4. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется в течение пары в аудитории. При написании контрольной работы можно пользоваться калькулятором и таблицами свойств воды и водяного пара Александрова А.А.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических свойствах и процессах воды и водяного пара, построения диаграмм  $p,v$ -,  $T,s$ -,  $p,T$ - и  $h,s$ - диаграмм.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать:</b> способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа | <p>1.1. Заданы параметры : <math>P=110</math> бар, <math>t= 300</math> °С. Определить состояние и найти <math>v,h,s,u</math>; показать это состояние на <math>p,v</math>-, <math>p, T</math>- и <math>T, s</math>- диаграммах.</p> <p>2. <math>P=200</math> бар, <math>s= 4,35</math> кДж/кг·К . Определить состояние и найти удельный объем; показать это состояние на <math>p,v</math>-, <math>p, T</math>- и <math>T, s</math>- диаграммах.</p> <p>3. Состояние задано параметрами: <math>t = 274</math> °С, <math>s = 4,024</math> кДж/(кг·К). Определить это состояние, найти давление, удельный объем и удельную энтальпию. Показать это состояние в <math>p,v</math>-, <math>p,T</math>- и <math>T,s</math>- диаграммах.</p> <p>4. Начальное состояние пара : <math>P_1 = 5</math> бар, <math>X_1 = 0.9</math> . Пар расширяется изотермически до давления <math>0.5</math> бар. Найти <math>t, q, l, u</math>. Представить процесс в <math>p,v</math>, <math>Ts</math>, <math>hs</math> и <math>pt</math> – диаграммах.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 95

*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:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 55

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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **6 семестр**

### **КМ-5. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о суживающихся соплах и соплах Лаваля, определение режима истечения, скорости пара (газа) на выходе их сопла, выходного сечения сопла.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа | <div>1.</div> <div>1. Водяной пар при давлении 2 МПа и температуре 450 С поступает к соплу Лаваля. Давление среды за соплом 0,3 МПа. Определить скорость пара на выходе из сопла и расход пара, если площадь минимального сечения сопла 75 мм.</div> <div>2. Воздух при давлении 1МПа и температуре 500 С поступает со скоростью 140 м/с к суживающимся соплам. Давление среды за соплами 0,2 МПа. Определить расход воздуха и его температуру на выходе из сопла. Площадь выходного сечения сопла 130 мм<sup>2</sup> . Скоростной коэффициент сопла <math>\varphi=0,93</math>. Изобразить процесс в диаграммах <math>h,S</math> и <math>T,S</math>.</div> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 95

*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:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 55

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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-6. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара Александрова А.А.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах паротурбинных установок, расчет цикла ПТУ и его изображение в  $p,v$ - и  $T,s$ -диаграммах.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать термодинамические циклы ПТУ | 1. Рассчитать внутренний КПД цикла АЭС с сепаратором- пароперегревателем (СПП). Дано: $p_1 = 5$ МПа, давление в СПП 1 МПа, в конденсаторе 3 кПа, температура промежуточного перегрева на 23,9 С меньше, чем $t_1$ , $\eta_{чвдо1} = \eta_{чндо1} = 1$ . Определить паропроизводительность парогенератора, мощность ЧВД и ЧНД, если суммарная мощность турбин 500 МВт. Работой насосов пренебречь. Представить цикл АЭС в $T,s$ - диаграмме и процессы в турбинах в $h,s$ - диаграмме. |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 95

*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:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-7. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды"**

**Формы реализации:** Письменная работа

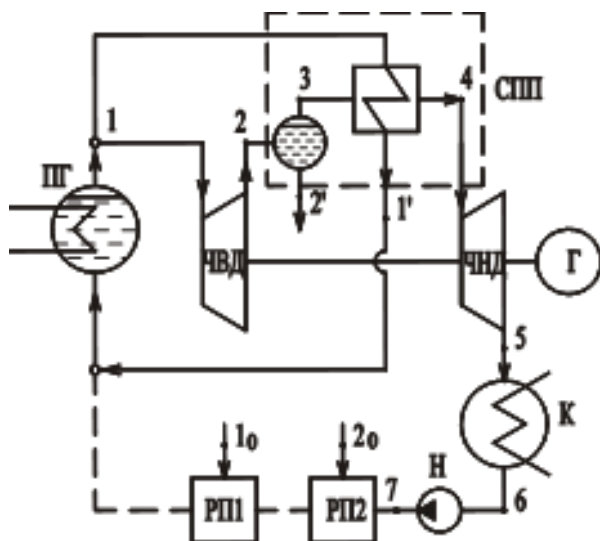
**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается задание со сроком исполнения 4 недели. По истечению срока студент должен сдать преподавателю полностью оформленное задание на листах форматом А4 с подробным расчетом каждого процесса и оформленными в масштабе диаграммами

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамическом цикле АЭС - цикле паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды. Студентам предлагается дорисовать схему АЭС с СПП и 2 регенеративными подогревателями тип которых индивидуален в каждом задании. Требуется рассчитать давление 2 отбора исходя из условия постоянства изменения энтропии или изменения температуры в подогревателях.



**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                  |                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: самостоятельно анализировать термодинамические процессы и | 1. На рисунке изображена незавершенная схема паротурбинной установки с двумя регенеративными подогревателями: РП1- подогреватель |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи</p> | <p>смешивающего типа, РП2-подогреватель .<br/>смешивающего типа.<br/>Дано: <math>p_1 = 5,8 \text{ МПа}</math>,<br/><math>p_{спп} = 0,30 \text{ МПа}</math>, <math>x_1 = x_3 = 1</math>,<br/><math>t_1 - t_4 = 23,4 \text{ }^\circ\text{C}</math>, <math>p_{1o} = 0,35 \text{ МПа}</math>, <math>p_{2o}</math><br/>выбирается из условия <math>DT \text{ воды} = \text{const}</math>, <math>p_5 = p_6 =</math><br/><math>3,5 \text{ кПа}</math>, <math>o_{1чвд} = 0,84</math>, <math>o_{1чнд} = 0,85</math>, <math>o_{1н} = 0,72</math>, <math>m_{ex} =</math><br/><math>0,98</math>, <math>z = 0,98</math>, <math>сн = 0,92</math>.</p> <p>Считать, что в регенеративных<br/>подогревателях смешивающего типа вода<br/>нагревается до температуры конденсата греющего<br/>пара, а в подогревателях поверхностного типа<br/>недогрев воды равен <math>Dt = 5 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить принципиальную схему установки.</li> <li>2. Определить параметры (<math>p</math>, <math>T</math>, <math>h</math>, <math>s</math>, <math>x</math>) воды и<br/>водяного пара во всех характерных точках цикла и<br/>представить их в табличной форме.</li> <li>3. Рассчитать внутренний КПД цикла, удельный<br/>расход пара и условного топлива.</li> <li>4. Представить цикл в <math>T</math>, <math>s</math> – диаграмме (в масштабе)<br/>и процессы в ЧВД, ЧНД и СПП в <math>h</math>, <math>s</math> – диаграмме (эскизно). Для вычерчивания кривых в <math>T</math>, <math>s</math> –<br/>диаграмме при необходимости рассчитать<br/>параметры дополнительных точек.</li> </ol> |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

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: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-8. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок, построение диаграмм, расчет эффективности установок.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: рассчитывать термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных, холодильных и теплонасосных установок</p> | <p>1.1. Параметры воздуха на входе в компрессор простой ГТУ <math>p = 0,1</math> МПа и <math>t = -10^\circ\text{C}</math>, давление в камере сгорания – 1,0 МПа, температура газа перед газовой турбиной <math>880^\circ\text{C}</math>, внутренний относительный КПД компрессора 0,85, турбины 0,88. Рассчитать термический и внутренний КПД цикла ГТУ. Определить мощность турбины, компрессора и всей установки, если расход газа 50 кг/с. Представить цикл в <math>T,s</math> – диаграмме.</p> <p>2. В котел-утилизатор (КУ) поступают газы от ГТУ при температуре <math>460^\circ\text{C}</math> в количестве 60 кг/с и питательная вода при <math>p = 4,5</math> МПа, <math>t = 40^\circ\text{C}</math>. Разность температур между газом и водяным паром на горячем конце КУ равна <math>\Delta t_1 = 40^\circ\text{C}</math>, а минимальная разность температур <math>\Delta t_2 = 12^\circ\text{C}</math>. Определить абсолютный и относительный расходы пара, температуру уходящих газов, количество теплоты, передаваемой за единицу времени в КУ, КПД КУ и потерю эксергии (работоспособности) в КУ из-за теплообмена, если температура окружающего воздуха <math>20^\circ\text{C}</math>. Представить процессы в <math>T,Q</math>- и <math>T,S</math>- диаграммах.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*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: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-9. Лабораторная работа №1-4

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** За определенное время студенту надо ответить на 5 вопросов - выбрать правильный ответ из предложенных. За каждый правильный ответ - студент получает 1 балл, если студент ответил со второй попытки, то получает 0,5 балла. Минимальный проходной балл для защиты тестирования - 3,5

### Краткое содержание задания:

Программой курса предусмотрено выполнение 4-х лабораторных работ на стендах Лаборатории Технической термодинамики, выполненных "в железе". При дистанционном обучении используются виртуальные модели этих лабораторных работ. После выполнения лабораторной работы студент в течении двух недель выполняет необходимые расчеты и графические материалы. После проверки оформленного отчета при отсутствии замечаний студент допускается к защите. Тест к каждой лабораторной работе включает 5 вопросов и варианты ответов. Используются разные типы ответов: "один из многих", "несколько из многих", "расположить в порядке возрастания", "поле ввода" и др.

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара | <p>1.Используя молекулярно-кинетическую теорию теплоемкости, рассчитать удельную изобарную теплоемкость хлора <math>\text{Cl}_2</math> (<math>\mu = 70,90 \text{ кг/кмоль}</math>).</p> <p>1. 1,0,176 кДж/(кг·К)</p> <p>2. 0,293 кДж/(кг·К)</p> <p>3. 0,352 кДж/(кг·К)</p> <p>4. 0,410 кДж/(кг·К)</p> <p>5. 0,469 кДж/(кг·К)</p> <p>Ответ: 3</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: 5 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: 4 правильных ответа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: 3 правильных ответа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: дано менее трех правильных ответов

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

1. Первый закон термодинамики. Формулировки. Аналитические выражения первого закона термодинамики.
2. Уравнение Ван - дер - Ваальса. Изотермы Ван - дер - Ваальса в  $p, v$  - диаграмме. Правило Максвелла.
3. При изотермическом сжатии 1кг водяного пара его объем уменьшился в 5 раз. Определить теплоту и работу процесса, если в начальном состоянии  $p_1 = 1$  МПа,  $t_1 = 200^\circ\text{C}$ . Представить процесс в  $p, v$ -,  $p, T$ -,  $T, s$  - и  $h, s$  - диаграммах.

#### Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

#### Вопросы, задания

1. Вывод аналитического выражения второго закона термодинамики для обратимых процессов.
2. Расчёт энтропии идеального газа.  $T, s$  – диаграмма идеального газа, изображение процессов в  $T, s$  – диаграмме.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в политропном процессе для идеального газа?

Ответы:

1.  $Q = U_2 - U_1$ ,  $L = 0$ ,  $U_2 - U_1 = Q$  2.  $Q = H_2 - H_1$ ,  $L = p(V_2 - V_1)$ ,  $U_2 - U_1 = Q - L$  3.  $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$ ,  $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$ ,  $U_2 - U_1 = 0$  4.  $Q = 0$ ,  $L = U_1 - U_2$ ,  $U_2 - U_1 = -L$  5.  $Q = C_n(T_2 - T_1)$ ,  $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$ ,  $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 5

2. Как определить абсолютное давление, если оно выше атмосферного?

Ответы:

1.  $p_{\text{абс}} = p_{\text{б}} + p_{\text{изб}}$ ; 2.  $p_{\text{абс}} = p_{\text{б}} - p_{\text{изб}}$ ; 3.  $p_{\text{абс}} = p_{\text{изб}}$ .

Верный ответ: 1

3. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в адиабатном процессе для идеального газа?

Ответы:

1.  $Q = U_2 - U_1$ ,  $L = 0$ ,  $U_2 - U_1 = Q$  2.  $Q = H_2 - H_1$ ,  $L = p(V_2 - V_1)$ ,  $U_2 - U_1 = Q - L$  3.  $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$ ,  $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$ ,  $U_2 - U_1 = 0$  4.  $Q = 0$ ,  $L = U_1 - U_2$ ,  $U_2 - U_1 = -L$  5.  $Q = C_n(T_2 - T_1)$ ,  $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$ ,  $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 4

4. Дросселирование это...

Ответы:

1. Необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого снижается давление газа без совершения им работы; 2. необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, применяемый для уменьшения температуры газа; 3. необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого уменьшается скорость потока.

Верный ответ: 1

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

**6 семестр**

**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

## Пример билета

1. Принципиальная схема и цикл АЭС с сепаратором – пароперегревателем (СПП). Схема и цикл в  $T,s$ - диаграмме, процессы в  $h,s$ - диаграмме, удельная работа и КПД цикла.
2. Параметры воздуха на входе в компрессор ГТУ-ТЭЦ  $p = 0,11$  МПа и  $t = -18^\circ\text{C}$ , давление в камере сгорания  $0,7$  МПа, температура газа перед газовой турбиной  $800^\circ\text{C}$ , КПД компрессора  $0,85$ , турбины  $0,90$ . Определить мощность и внутренний КПД ГТУ, коэффициент использования теплоты ГТУ-ТЭЦ и количество теплоты, отданной тепловому потребителю за 1 секунду, если расход газа  $100\text{кг/с}$ , а КПД котла-утилизатора  $0,82$ . Представить цикл ГТУ-ТЭЦ в  $T,s$ - диаграмме.

## Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

### **Вопросы, задания**

1. Принципиальная схема и цикл ПТУ на перегретом паре в  $T,s$ - диаграмме. Влияние начальных (давление и температура) и конечных (давление) параметров пара на КПД цикла ПТУ.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил

существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.