

**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: Техника и физика низких температур**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Термодинамические основы низкотемпературной техники**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Алексеев Т.А.
	Идентификатор	Rb6b311cc-AlexeevTA-7434fce7

(подпись)

Т.А.

Алексеев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

(подпись)

А.П. Крюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю.

Пузина

(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. ПК-2 Способен анализировать результаты расчетов процессов переноса, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования специального назначения

ИД-1 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения

2. ПК-4 Способен к проектированию узлов экспериментальных и промышленных низкотемпературных установок

ИД-1 Знает основные понятия низкотемпературной техники, методы описания, владеет навыками расчета параметров установок

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. КПД цикла и эффективность энергетических систем (Проверочная работа)
2. Оборудование низкотемпературных установок, конструкции аппаратов (Проверочная работа)
3. Основные законы и описания физических и математических моделей различных аппаратов низкотемпературной техники (Проверочная работа)
4. Оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники (Проверочная работа)
5. Проектирование конструктивных элементов компрессора (Проверочная работа)
6. Проектирование конструктивных элементов турбодетандера (Проверочная работа)
7. Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования компрессора (Проверочная работа)
8. Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования турбодетандера (Проверочная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Термодинамические основы получение низких температур					
Применение основ статистической термодинамики к анализу характеристик процессов в низкотемпературных установках		+			

Особенности низкотемпературных технических систем, их анализ, расчет и оптимизация на основе использования специальных разделов термодинамики и теплофизики	+			
Циклы установок преобразования энергии и термодинамический анализ эффективности процессов в них	+			
Использование смесей		+		
Использование газовых циклов		+		
Установки микрокриогенной техники			+	
Возможные варианты построения других видов низкотемпературных установок			+	
Получение и использование сверхнизких температур				+
Оборудование установок низкотемпературной техники				+
Вес КМ:	20	30	30	20

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	16
Расчет параметров конструкций низкотемпературных систем					
Постановка задачи расчета характеристик низкотемпературной системы	+				
Расчет параметров конструкции поршневого компрессора схемы	+				
Расчет параметров конструкции турбокомпрессора схемы			+		
Расчет параметров конструкции турбодетандера схемы				+	
Расчет параметров конструкции теплообменника					+
Вес КМ:	20	30	30	30	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-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения	Знать: основы получения сверхнизких температур основные законы и описания физических и математических моделей различных аппаратов низкотемпературной техники Уметь: формулировать и проводить оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники на примере компрессора формулировать и проводить оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники на примере турбодетандера	Основные законы и описания физических и математических моделей различных аппаратов низкотемпературной техники (Проверочная работа) Оборудование низкотемпературных установок, конструкции аппаратов (Проверочная работа) Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования компрессора (Проверочная работа) Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования турбодетандера (Проверочная работа)
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Знает основные	Знать:	КПД цикла и эффективность энергетических систем (Проверочная

	<p>понятия низкотемпературной техники, методы описания, владеет навыками расчета параметров установок</p>	<p>содержание и оформление основных технологических схем низкотемпературных установок характеристики конкретных аппаратов в схемах низкотемпературных установок Уметь: спроектировать технологическую схему под конкретную задачу специальности на примере компрессора и провести ее расчет спроектировать технологическую схему под конкретную задачу специальности на примере турбодетандера и провести ее расчет</p>	<p>работа) Оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники (Проверочная работа) Проектирование конструктивных элементов компрессора (Проверочная работа) Проектирование конструктивных элементов турбодетандера (Проверочная работа)</p>
--	---	---	--

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

7 семестр

### КМ-1. Основные законы и описания физических и математических моделей различных аппаратов низкотемпературной техники

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

#### Краткое содержание задания:

1. Количественная проработка материалов лекций по уравнениям состояния термодинамической системы
2. Использование диаграмм рабочих веществ низкотемпературной техники
3. Графическое построение парокомпрессионных циклов схем низкотемпературных установок различного типа.
4. Определение значений термодинамических параметров в точках цикла, расчет энергетических нагрузок аппаратов системы

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы и описания физических и математических моделей различных аппаратов низкотемпературной техники	1. Статистический подход к рассмотрению основных задач термодинамики 2. Анализ уравнений состояния и процессов 3. Основные элементы схем преобразования энергии
--	---

#### 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-2. КПД цикла и эффективность энергетических систем

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

#### Краткое содержание задания:

1. КПД цикла и оптимальные условия работы систем по преобразованию энергии.
2. Количественный анализ влияния значения температуры окружающей среды на эффективность энергетических систем.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: содержание и оформление основных технологических схем низкотемпературных установок	1.Создание основ оценки эффективности преобразования энергии 2.Обратимые и необратимые циклы преобразования энергии 3.Низкотемпературные циклы преобразования энергии
---	---

**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. Оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

**Краткое содержание задания:**

1. Количественная проработка материалов лекций по различным видам низкотемпературных установок.
2. Графическое построение циклов схем низкотемпературных установок различного типа (эжекторные, абсорбционные, вихревая труба, термоэлектрическое охлаждение).

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: характеристики конкретных аппаратов в схемах низкотемпературных установок	1.Парокомпрессионный цикл и тепловой насос 2.Газовый цикл 3.Микрокриогенная техника
--	---

**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-4. Оборудование низкотемпературных установок, конструкции аппаратов**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

**Краткое содержание задания:**

1. Построение и анализ циклов схем низкотемпературных установок различного типа.

## 2. Особенности оборудования низкотемпературных установок и конструкций аппаратов

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы получения сверхнизких температур	1.Термоэлектрическое охлаждение 2.Установки получения сверхнизких температур 3.Оборудование низкотемпературных установок
--	--

### 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

## 8 семестр

### КМ-5. Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования компрессора

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

### Краткое содержание задания:

1. Формулировка исходных данных при проектировании низкотемпературной системы.
2. Расчет термодинамических и расходных параметров всех точек схемы с элементной базой.

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: формулировать и проводить оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники на примере компрессора	1.1. Формулировка исходных данных для проектирования поршневого компрессора. 2.2.Расчет конструктивных параметров основных элементов компрессора. 3.3.Анализ полученных результатов. Создание эскиза конструкции.
---	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

## КМ-6. Проектирование конструктивных элементов компрессора

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Формулировка исходных данных и расчет конструктивных параметров основных элементов компрессора.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: спроектировать технологическую схему под конкретную задачу специальности на примере компрессора и провести ее расчет	1.1.Формулировка исходных данных для проектировании компрессора. 2.2.Расчет конструктивных параметров основных элементов компрессора. 3.3.Анализ полученных результатов. Создание эскиза конструкции.
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

### **КМ-7. Проектирование низкотемпературных систем. Основы проектирования турбодетандера**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Формулировка исходных данных для проектирования турбодетандера и расчет конструктивных параметров основных элементов турбодетандера.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: формулировать и проводить оценочные расчеты параметров процессов в аппаратах низкотемпературной техники на примере турбодетандера	1.1.Формулировка исходных данных для проектирования турбодетандера. 2.2.Расчет конструктивных параметров основных элементов турбодетандера. 3.3.Анализ полученных результатов. Создание эскиза конструкции.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:*

### **КМ-8. Проектирование конструктивных элементов турбодетандера**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита задания, ответы на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Формулировка исходных данных и расчет конструктивных параметров основных элементов турбодетандера.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: спроектировать технологическую схему под конкретную задачу специальности на примере турбодетандера и провести ее расчет	1.1.Формулировка исходных данных для проектирования турбодетандера. 2.2.Расчет конструктивных параметров основных элементов турбодетандера. 3.3.Анализ полученных результатов. Создание эскиза конструкции.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

## **I. Теоретические вопросы**

1. Уравнения состояния термодинамической системы, как основа для получения информации о ее параметрах и их взаимосвязях.. Примеры уравнений. Отображение уравнений в диаграммах состояния.
2. Нестационарные газовые циклы. Графики изменения объема полостей и давления во времени.

## **II. Практическое задание**

Определить давления и энтальпии характерных точек цикла (в прямом и обратном потоках) одноступенчатой парожидкостной компрессорной холодильной установки. Рабочее тело - аммиак. Температура дополнительного хладоносителя на входе в испаритель – (-18 0С), на выходе из испарителя – (-24 0С). Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор – (21 0С), на выходе из конденсатора – (27 0С).

## **Процедура проведения**

Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения

## **Вопросы, задания**

1.БИЛЕТ № 1

### **I. Теоретические вопросы**

1. Уравнения состояния термодинамической системы, как основа для получения информации о ее параметрах и их взаимосвязях.. Примеры уравнений. Отображение уравнений в диаграммах состояния.
2. Нестационарные газовые циклы. Графики изменения объема полостей и давления во времени.

### **II. Практическое задание**

Определить давления и энтальпии характерных точек цикла (в прямом и обратном потоках) одноступенчатой парожидкостной компрессорной холодильной установки. Рабочее тело - аммиак. Температура дополнительного хладоносителя на входе в испаритель – (-18 0С), на выходе из испарителя – (-24 0С). Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор – (21 0С), на выходе из конденсатора – (27 0С).

2.БИЛЕТ № 2

### **I. Теоретические вопросы**

1. Параметры состояния. Законы термодинамического состояния системы.
2. Основы построения машин Стирлинга. Фазы работы машины.

### **II. Практическое задание**

По h-x диаграмме для аммиако-водяного раствора определить концентрации и энтальпии слабого и крепкого раствора водоаммиачной холодильной установки. Температура

греющего пара в генераторе – 137 0С . Температурный напор в генераторе – 8 0С , в абсорбере – 6 0С . Температура охлаждающей воды на входе в аппараты – 21 0С.

### 3.БИЛЕТ № 3

#### I. Теоретические вопросы

1. Основные понятия термодинамики – теплота, работа. Их взаимосвязь с теплоемкостью, энтальпией, энтропией.
2. Основы построения машин МакМагона. Фазы работы машины.

#### II. Практическое задание

Определить скорость потока воздуха в конце изоэнтропного расширения в эжекторе от давления – 0,55 МПа до давления - 0,11 МПа. Температура воздуха в заторможенном состоянии - 300 К.

### 4.БИЛЕТ № 4

#### I. Теоретические вопросы

1. Диаграммы для отображения состояния системы. Примеры. Области существования вещества в различных агрегатных состояниях.
2. Пароэжекторные холодильные установки преобразования энергии. Схема установки.

#### II. Практическое задание

Определить температурные эффекты в цилиндрической вихревой трубе. Доля холодного потока – 0,4 . Температура сжатого воздуха - 294 К. Давление сжатого воздуха – 0,3 МПа. Давление холодного потока – 0,12МПа. Геометрические размеры трубы – диаметр трубы - 50 мм., диаметр диафрагмы - 15 мм., диаметр сопла - 10 мм.

### 5.БИЛЕТ № 5

#### I. Теоретические вопросы

1. Основные термодинамические процессы и их графическое изображение на диаграммах.
2. Газодинамические функции и их использование при расчетах различных установок преобразования энергии.

#### II. Практическое задание

Рассчитать холодильный коэффициент термоэлектрической установки. Проводники установки имеют следующие характеристики: коэффициент термоэ.д.с. –  $2 \cdot 10^{-4}$  В/К, удельное сопротивление –  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Ом\*м, коэффициент теплопроводности - 1,4 Вт/м\*К, температура холодных спаев - 270 К, температура горячих спаев - 300 К, длина проводника – 0,18 м., площадь поперечного сечения проводника –  $0,04 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>., ток – 0,12 А.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Какая скорость молекул чаще используется

Ответы:

среднеарифметическая  
среднеквадратичная +  
наивероятнейшая

Верный ответ: среднеквадратичная

- 2.Для какого процесса показатель политропы равен единице

Ответы:

изотермического +  
изоэнтропного  
изобарического

Верный ответ: изотермического

- 3.Какой процесс сжатия чаще всего используется на практике?

Ответы:

изотермический

изоэнтропный

политропный +

Верный ответ: политропный

4. От чего зависит парциальная величина?

Ответы:

от энтропии

от объема

от концентрации +

Верный ответ: от концентрации

5. У какого теплоносителя самая высокая теплоемкость?

Ответы:

вода

аммиак +

фреон

Верный ответ: аммиак

6. Зачем нужно знать ход кривой инверсии?

Ответы:

для анализа цикла

как проводить сжатие газа

как проводить процесс дросселирования +

Верный ответ: как проводить процесс дросселирования

7. Из каких процессов состоит цикл Карно?

Ответы:

2 изобарических и два изохорических

2 изотермических и 2 изоэнтальпных

2 изотермических и 2 изоэнтропных +

Верный ответ: 2 изотермических и 2 изоэнтропных

8. Сколько элементов необходимо для организации простейшего цикла преобразования энергии?

Ответы:

2

7

4 +

Верный ответ: 4

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

### **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.

#### **8 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

#### **Пример билета**

1. Схемы низкотемпературных установок Пример.
2. Детандер Типы Особенности.

#### **Процедура проведения**

Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-4</sub> Знает основные понятия низкотемпературной техники, методы описания, владеет навыками расчета параметров установок

#### **Вопросы, задания**

##### **1.БИЛЕТ № 1**

1. Схемы низкотемпературных установок Пример
2. Детандер Типы Особенности

##### **2.БИЛЕТ № 2**

1. Элементы схем низкотемпературных установок
2. Поршневой детандер Элементы конструкции

##### **3.БИЛЕТ № 3**

1. Диаграммы рабочих тел установок
2. Поршневой детандер Структурная схема Особенности

##### **4.БИЛЕТ № 4**

1. Основные этапы расчета схем установок
2. Поршневой детандер Блок-схема расчета

##### **5.БИЛЕТ № 5**

1. Формирование исходных данных для расчета схем
2. Турбодетандер Элементы конструкции

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Какой вид движения теплоносителей в теплообменнике более эффективный?

Ответы:

прямоточный

поперечный

противоточный +

Верный ответ: противоточный

2.Зачем в цикле Клода применен детандер?

Ответы:

чтобы сбросить давление

чтобы получить работу цикла

чтобы увеличить расход обратного потока +

Верный ответ: чтобы увеличить расход обратного потока

3. Основной процесс в ректификационной колонне?

Ответы:

уменьшение объема потока

рост давления

разделение компонентов смеси +

Верный ответ: разделение компонентов смеси

4. Зачем нужен процесс регенерации в газовом цикле?

Ответы:

для сброса давления

для увеличения температуры

для передачи «холода» от обратного потока – прямому +

Верный ответ: для передачи «холода» от обратного потока – прямому

5. Из каких процессов состоит цикл Стирлинга?

Ответы:

2 изотермических и 2 изохорических

2 изохорических и 2 изобарических

2 изотермических и 2 изохорических +

Верный ответ: 2 изотермических и 2 изохорических

6. Какие давления чаще используют в баллонной системе криостатирования?

Ответы:

около 1 МПа

около 5 МПа

более 15 МПа +

Верный ответ: более 15 МПа

7. Какой элемент турбодетандера сложнее всего рассчитать и изготовить?

Ответы:

диффузор

опору для крепления вала

лопатку рабочего колеса +

Верный ответ: лопатку рабочего колеса

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## **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.