

**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  
Установки и системы низкотемпературной техники**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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-4 Способен к проектированию узлов экспериментальных и промышленных низкотемпературных установок

ИД-3 Владеет основами проектирования низкотемпературных систем, владеет способами расчета процессов в отдельных аппаратах и узлах низкотемпературных установок

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Водород и водородные ожижители. Получение СПГ. Компрессоры и детандеры (Контрольная работа)

2. Гелиевые рефрижераторы и ожижители. Современные решения и достижения (Контрольная работа)

3. Цикл Карно и Цикл Линде. Эксергетический КПД. Процессы дросселирования и детандирования (Контрольная работа)

4. Циклы Гейланда, Клода и Капицы. Характеристики и особенности работы (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	13
Установки и системы низкотемпературной техники					
Основы общей теории рефрижераторов и ожижителей	+				
Установки со стационарными потоками, установки, работающие по циклу Линде	+	+			
Детандерные циклы			+		+
Циклы ожижения				+	
Установки с нестационарными потоками				+	+
	Вес КМ:	20	30	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-3ПК-4 Владеет основами проектирования низкотемпературных систем, владеет способами расчета процессов в отдельных аппаратах и узлах низкотемпературных установок	Знать: особенности устройства и работы современного криогенного оборудования основные элементы низкотемпературных установок и особенности их работы Уметь: рассчитывать и проектировать криогенные системы различного назначения использовать полученные знания для проектирования и эксплуатации установок низкотемпературной техники	Цикл Карно и Цикл Линде. Эксергетический кпд. Процессы дросселирования и детандирования (Контрольная работа) Циклы Гейланда, Клода и Капицы. Характеристики и особенности работы (Контрольная работа) Гелиевые рефрижераторы и ожижители. Современные решения и достижения (Контрольная работа) Водород и водородные ожижители. Получение СПГ. Компрессоры и детандеры (Контрольная работа)

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

### **КМ-1. Цикл Карно и Цикл Линде. Эксергетический кпд. Процессы дросселирования и детандирования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное выполнение заданий

**Краткое содержание задания:**

Особенности устройства и работы современного криогенного оборудования

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: особенности устройства и работы современного криогенного оборудования	1.Цикл Карно и Цикл Линде. 2.Эксергетический кпд. 3. Процессы дросселирования и детандирования
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

### **КМ-2. Циклы Гейланда, Клода и Капицы. Характеристики и особенности работы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное выполнение задания

**Краткое содержание задания:**

Основные методы анализа и оптимизации криогенных систем

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные элементы низкотемпературных установок и особенности их работы	1.Получение инертных газов из воздуха 2.Осушка и очистка воздуха, направляемого на разделение 3.Энергетические затраты при разделение воздуха на газообразный азот и газообразный кислород
---	--

	4.Энергетические затраты при разделении воздуха при получении жидких и газообразных продуктов
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

**КМ-3. Гелиевые рефрижераторы и ожижители. Современные решения и достижения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное выполнение задания

**Краткое содержание задания:**

Основные методы анализа и оптимизации криогенных систем

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: рассчитывать и проектировать криогенные системы различного назначения	1.Нарисовать схему гелиевого рефрижератора. Принципы работы и особенности конструкции. 2.Современные решения и достижения в области проектирования рефрижераторов 3.Нарисовать схему гелиевого ожижителя. Принципы работы и особенности конструкции. 4.Современные решения и достижения в области проектирования ожижителей.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

#### **КМ-4. Водород и водородные ожижители. Получение СПГ. Компрессоры и детандеры**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное выполнение задания

#### **Краткое содержание задания:**

Основные элементы низкотемпературных установок и особенности их работы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать полученные знания для проектирования и эксплуатации установок низкотемпературной техники	1. Водород. Принцип работы водородного ожижителя. Нарисовать схему. 2. Получение СПГ. Нарисовать схему. 3. Принцип работы детандера. Нарисовать схему низкотемпературной установки с детандером. 4. Принцип работы компрессора. Нарисовать схему низкотемпературной установки с компрессором.
--	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Паро-Компрессионная Холодильная Машина (ПКХМ) – основной физический принцип работы.
2. ГХМ – принцип работы. Дросселирование и детандирование.

### Процедура проведения

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы билетов.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-4</sub> Владеет основами проектирования низкотемпературных систем, владеет способами расчета процессов в отдельных аппаратах и узлах низкотемпературных установок

### Вопросы, задания

- 1.1. Паро-Компрессионная Холодильная Машина (ПКХМ) – основной физический принцип работы.
2. ГХМ – принцип работы. Дросселирование и детандирование.
  - 2.1. За счёт чего у ПКХМ при получаемой температуре выше 0°C холодильный коэффициент значительно превосходит 100% (до 400%).
2. Сопоставить дросселирование и детандирование в диаграмме T-s по начальному давлению при одних и тех же начальной и конечной температурах и одинаковому конечному давлению.
  - 3.1. Ход изотерм и изобар в паро-жидкостной области.
2. Отличие принципиальной схемы ГХМ и технологической. По какой схеме определяются затраты мощности и выбирается компрессор.
  - 4.1. Причина резкого снижения холодильного коэффициента с понижением получаемой температуры ниже 0°C. Показать на диаграмме.
2. Ход изотерм и изобар в паро-жидкостной области.
  - 5.1. Для чего нужен перегрев пара перед компрессором. Два способа перегрева пара.
2. Паро-Компрессионная Холодильная Машина (ПКХМ) – основной физический принцип работы.
  - 6.1. Холодильный коэффициент ПКХМ.
2. Термо-Регулирующий Вентиль (ТРВ). Для чего нужен. Что регулирует. Принцип действия.
  - 7.1. Определение КПД ПКХМ по диаграмме.
2. Преимущества и недостатки ПКХМ.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое абсолютная температура?
2. Что такое энтропия?
3. Что такое эксергия?
4. Способы получения низких температур.
5. Что такое сверхпроводимость?

6. Что такое сверхтекучесть?
7. Какие газы называются инертными?
8. Где используются большие и очень большие криогенные системы?
9. Где используются маленькие и микро- криогенные системы?
10. Принцип работы теплообменника.
11. Способ получения сжиженного природного газа.
12. Принцип работы детандера.
13. Использование смесей в криогенной технике.
14. Газовая машина Стирлинга
15. Ученые, внесшие наибольший вклад в развитие физики и техники низких температур.

## ***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.