

**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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.10</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 95,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Коллоквиум Контрольная работа Реферат Решение задач	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Т.А. Алексеев

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.П. Крюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение истории развития холодильной техники, современных установок для получения низких температур; машинного и теплообменного оборудования этих установок; практическое освоение основ технологии хранения пищевых продуктов и требований к режимам холодильной обработки, оценка экологических аспектов применения техники низких температур

### Задачи дисциплины

- изучение устройства и работы современных установок для получения низких температур;
- изучение информации о современных хладагентах и маслах, применяемых в существующих и вновь разрабатываемых низкотемпературных системах;
- приобретение практических навыков принятия и обоснования конкретных технических решений;
- получение навыков конструирования элементов современных холодильных установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен к проектированию узлов экспериментальных и промышленных низкотемпературных установок	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Знает принцип действия и характеристики оборудования и технологических схем низкотемпературных систем	знать: - методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; - методику решения задач, возникающих при расчете параметров работы низкотемпературных установок.  уметь: - определять корректные параметры работы низкотемпературных установок; - использовать выбранные методы к конкретным расчетным задачам низкотемпературной техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и физика низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные законы термодинамики и условия их применения
- знать способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа
- знать основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах
- знать способы расчета температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока
- уметь рассчитывать простые термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок
- уметь рассчитывать сложные термодинамические циклы холодильных установок

- уметь вычислять коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основы холодильной техники	126	7	32	-	16	-	-	-	-	-	78	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы холодильной техники"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основы холодильной техники и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы холодильной техники"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения мини задач по разделу "Основы холодильной техники". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p>	
1.1	Исторические аспекты развития холодильной техники	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Рабочие тела холодильных установок: классификация рабочих тел и их характеристики	22		4	-	2	-	-	-	-	-	-	16		-
1.3	Конструктивные особенности холодильных установок	30		8	-	4	-	-	-	-	-	-	18		-
1.4	Конструкции элементов холодильных установок	30		10	-	4	-	-	-	-	-	-	16		-
1.5	Основы технологических процессов, использующих низкотемпературную технику	30		6	-	2	-	-	-	-	-	-	22		-
1.6	Экологические аспекты применения низкотемпературной	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-

	техники												
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	95.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основы холодильной техники

#### 1.1. Исторические аспекты развития холодильной техники

Естественные источники холода. Первые искусственные способы получения холода. Первые машинные способы получения холода. Естественные природные хладагенты. Использование рассолов. Абсорбционные холодильные машины. Первые газовые холодильные машины. Первые паро-компрессионные холодильные машины. Разработка искусственных хладагентов. Переход на озонобезопасные хладагенты..

#### 1.2. Рабочие тела холодильных установок: классификация рабочих тел и их характеристики

Классификация рабочих тел и их характеристики; современные требования к рабочим телам; основы расчета термодинамических и теплофизических свойств хладагентов. Основы оптимизации состава смеси и давлений в цикле; характеристики парожидкостного цикла в зависимости от рабочего тела и его параметров..

#### 1.3. Конструктивные особенности холодильных установок

Парожидкостной цикл; газожидкостной цикл; газовый цикл; абсорбционные холодильные установки; термоэлектрические и электрокалорические способы охлаждения эффективность холодильных установок; виды потерь эксергии в различных низкотемпературных установках; влияние температуры окружающей среды на характеристики парожидкостного цикла..

#### 1.4. Конструкции элементов холодильных установок

Компрессор. Детандер. Дроссель. Конденсатор. Испаритель. Термо-регулирующий вентиль (ТРВ). Арматура. КИП. Фильтры. Осушители.

#### 1.5. Основы технологических процессов, использующих низкотемпературную технику

Требования к холодильной технике со стороны потребителей; виды тепловых нагрузок; технология низкотемпературной обработки пищевых продуктов; изменение качества пищевых продуктов в зависимости от температуры хранения, способов охлаждения и отогрева; сублимационная сушка; холод в машиностроении, в химической промышленности, газо-нефтепереработке, при получении синтетического каучука, медицине и других отраслях..

#### 1.6. Экологические аспекты применения низкотемпературной техники

Влияние холодильной техники на ухудшение экологической ситуации в мире; программа выполнения Монреальского протокола в промышленно развитых странах; естественные факторы и прогноз; антропогенные факторы; объемы производства озонобезопасных заменителей ХФУ; перспективы перевода холодильной техники России на экологически чистые рабочие тела..

## 3.3. Темы практических занятий

1. Исторические аспекты развития холодильной техники (2 часа).;
2. Рабочие тела холодильных установок: классификация рабочих тел и их характеристики (2 часа).;
3. Конструктивные особенности холодильных установок (2 часа).;
4. Технико-экономическое обоснование решения по созданию холодильной установки на примере конструкции воздухозабора воздушного компрессора (4 часа).;

5. Основы технологических процессов, использующих холодильную технику (4 часа).;
6. Экологические аспекты применения низкотемпературной техники (2 часа)..

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

**3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**  
Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)	Оценочное средство (тип и наименование)
		1	
<b>Знать:</b>			
методику решения задач, возникающих при расчете параметров работы низкотемпературных установок	ИД-2ПК-4	+	Контрольная работа/Параметры эффективности работы холодильной установки. Рабочие тела
методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	ИД-2ПК-4	+	Коллоквиум/История, экологические аспекты и применение холодильной техники
<b>Уметь:</b>			
использовать выбранные методы к конкретным расчетным задачам низкотемпературной техники	ИД-2ПК-4	+	Реферат/Технология хранения пищевых продуктов и требования к режимам холодильной обработки
определять корректные параметры работы низкотемпературных установок	ИД-2ПК-4	+	Решение задач/Расчет теплопритоков и подбор оборудования для кондиционирования помещения

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Параметры эффективности работы холодильной установки. Рабочие тела (Контрольная работа)
2. Расчет теплопритоков и подбор оборудования для кондиционирования помещения (Решение задач)
3. Технология хранения пищевых продуктов и требования к режимам холодильной обработки (Реферат)

Форма реализации: Устная форма

1. История, экологические аспекты и применение холодильной техники (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

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

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения : учебное пособие для вузов / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский . – 2-е изд., перераб . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 320 с.;
2. Теплофизические свойства криопродуктов : Учебное пособие для вузов по направлению "Техническая физика" / Л. А. Акулов, и др. – СПб. : Политехника, 2001 . – 243 с. - ISBN 5-7325-0353-6 .;
3. Вещества используемые в холодильной технике : Текст лекций / К. Д. Добрышин, и др., С.-Петербург. гос. акад. пищевых технологий . – СПб . – 1995 . – 56 с. - ISBN 5-230-10677-8 .;
4. Лунин, А. И. Применение многокомпонентных рабочих тел в низкотемпературной технике : учебное пособие по курсам "Термодинамика смесей и растворов", "Основы холодильной техники", "Холодильные машины и установки" по направлению "Техническая физика" / А. И. Лунин, В. И. Могорычный, В. Н. Коваленко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 100 с. - ISBN 978-5-383-00341-1 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1463](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1463).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad;

4. Matlab.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный

Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "НТ"	стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Основы холодильной техники**

(название дисциплины)

**7 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 История, экологические аспекты и применение холодильной техники (Коллоквиум)  
 КМ-2 Параметры эффективности работы холодильной установки. Рабочие тела (Контрольная работа)  
 КМ-3 Технология хранения пищевых продуктов и требования к режимам холодильной обработки (Реферат)  
 КМ-4 Расчет теплопритоков и подбор оборудования для кондиционирования помещения (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Основы холодильной техники					
1.1	Исторические аспекты развития холодильной техники		+			
1.2	Рабочие тела холодильных установок: классификация рабочих тел и их характеристики		+			
1.3	Конструктивные особенности холодильных установок			+		
1.4	Конструкции элементов холодильных установок			+		
1.5	Основы технологических процессов, использующих низкотемпературную технику				+	
1.6	Экологические аспекты применения низкотемпературной техники					+
Вес КМ, %:			20	30	30	20