

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программа бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО  
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Холодильные машины и тепловые насосы**

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ  
(МИИТ)

ID подписи: 377843

Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур  
Владимирович

Дата: 01.09.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Холодильные машины и тепловые насосы» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих подготовить будущих бакалавров к проведению работ по применению и расчёту трансформаторов теплоты в энергетике, промышленности, ж.д. транспорте и объектах ЖКХ.

Задачей преподавания дисциплины является приобретение студентами знаний о трансформации теплоты для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

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

**ПК-1** - Готовность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

теоретические основы работы холодильных машин и тепловых насосов, показатели их эффективности; закономерности и особенности процессов тепло-и массопереноса на уровне, обеспечивающем готовность к проведению самостоятельной работы.

### **Уметь:**

составлять программу проведения эксперимента и проводить испытания работы холодильных машин и тепловых насосов; индивидуально разработать план решения конкретной задачи тепло-и массообмена применительно к элементу (узлу) теплотехнологической установки или системы.

### **Владеть:**

знаниями и умениями на уровне, необходимом для получения результатов решения задач тепло- и массопереноса в теплотехнологических установках и системах; методами обработки и анализа полученной во время эксперимента информации с привлечением соответствующего математического аппарата.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |            |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------------|
|                                                           | Всего            | Семестр №5 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 80               | 80         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 48               | 48         |
| Занятия семинарского типа                                 | 32               | 32         |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Введение / Назначение трансформаторов теплоты. Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Роль трансформаторов теплоты в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надёжности. Коэффициенты определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД. .<br>Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.                                                                                                                                                                                      |
| 2        | Эксергетический метод термодинамического анализа / Эксергетический метод термодинамического. Анализа трансформаторов теплоты. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам.                                                                                                                                                                                                                               |
| 3        | Хладагенты / Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов теплоты. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. Определение озonoактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4        | Парожидкостные холодильные и теплонасосные установки /<br>Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов теплоты. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T-S, t-h, h-lgp). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчёта. Удельные затраты энергии и эксергетический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Методы расчёта многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты. Тепловые насосы . Схемы и метод расчёта. Определение коэффициента трансформации и КПД. Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов. |
| 5        | Газовые компрессионные трансформаторы теплоты /<br>Особенности процессов газовых трансформаторов теплоты необходимые для условий работы объектов термостабилизации. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов теплоты. Газовые трансформаторы с регенерацией. Регенераторы газовых установок. Схема включения , конструкции и системы переключения, принцип работы и основные преимущества их применения в системах хладоснабжения. Методы расчёта для стационарных процессов.                                     |
| 6        | Абсорбционные трансформаторы теплоты /<br>Особенности режимов работы абсорбционных трансформаторов теплоты, позволяющие использовать нетрадиционные и вторичные энергоресурсы. Абсорбционные трансформаторы теплоты непрерывного действия. Методика расчёта параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов теплоты. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы теплоты: принципиальные схемы и основные процессы. Абсорбционные трансформаторы теплоты периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.                          |
| 7        | Струйные трансформаторы теплоты /<br>Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы прямотруйных трансформаторов. Метод расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Характеристики прямотруйных трансформаторов теплоты. Принципиальная схема низкотемпературного рефрижератора с дроссельноэжекторной ступенью. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчёта, холодильный коэффициент и КПД.                                                                                               |
| 8        | Ожижение и замораживание газов /<br>Использование ожиженных и замороженных газов в качестве криоагентов. Основные процессы ожижения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Минимальная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | работа ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчёта основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей. Параметры продуктов разделения используемые для систем жизнеобеспечения                                                                                                                                                                                                                      |
| 9        | Термоэлектрические трансформаторы теплоты /<br>Эффект Пельтье. Схема и метод расчёта полупроводниковых микрохолодильников для систем термостабилизации. Увеличение интервала рабочих температур, каскадные термобатареи. Эффективность термоэлектрических трансформаторов. Термомагнитные трансформаторы теплоты. Эффект Эттингсхаузена. Схема и принцип работы. Магнитные трансформаторы теплоты. Схема и принцип работы. Метод адиабатного размагничивания. Получение ультранизких криогенных температур. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Расчёт и определение характерных параметров трансформаторов теплоты<br>На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик парокompрессионных и теплонасосных аппаратов.                                                                                                                                                   |
| 2        | Расчёт и определение характерных параметров газовых трансформаторов<br>На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик газовых трансформаторов с замкнутыми и разомкнутыми процессами.                                                                                                                                 |
| 3        | Расчёт и определение характерных параметров абсорбционных холодильных установок.<br>На практическом занятии студенты знакомятся с расчетом основных характеристик абсорбционных трансформаторов теплоты непрерывного действия, с методикой расчёта параметров абсорбционных установок; оценивают эффективность абсорбционных трансформаторов теплоты |
| 4        | Расчёт и определение параметров струйных трансформаторов теплоты<br>На практическом занятии студенты знакомятся с методом расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов.                                                                                                             |
| 5        | Ожижение и замораживание газов<br>На практическом занятии студенты знакомятся с методикой расчёта основных характеристик установок ожижения и замораживания газов.                                                                                                                                                                                   |

## 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы             |
|----------|----------------------------------------|
| 1        | Проработка лекционного материала.      |
| 2        | Подготовка к практическим занятиям.    |
| 3        | Подготовка к зачету                    |
| 4        | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 5        | Подготовка к текущему контролю.        |

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                              | Место доступа                                                                                                    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Тепловые насосы Д. Рей, Д. Макмайл. Однотомное издание. М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.                                                                                                                                                                 | НТБ (фб.)                                                                                                        |
| 2     | Тепловые насосы : учебное пособие / И. В. Агафонова, А. С. Кравец, М. М. Мурашко ; Московский гос. ун-т путей сообщения (МИИТ), Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта". - Москва : МИИТ, 2008 (М. : Типография МИИТ). - 42 с. : ил.; 21 см. | НТБ (фб.); НТБ (чз.2)                                                                                            |
| 3     | Теория холодильных машин и тепловых насосов. Морозюк Т.В. М.: Негоциант, 2006. – 765 с.                                                                                                                                                                 | Научная электронная библиотека<br>eLIBRARY.RU<br>( <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> ) |
| 4     | Термодинамические основы тепловых насосов : учебное пособие / Е. Т. Васьков . - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строительный ун-т, 2007 (СПб. : Ризограф С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-та). - 127 с. : ил., табл..          | Научная электронная библиотека<br>eLIBRARY.RU<br>( <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> ) |
| 5     | Основы холодильной техники / Рой Дж. Доссат, Томас Дж. Хоран ; пер. с англ. С. В. Аникина под ред. Л. Г. Каплана]. - Москва : Техносфера, 2008. - 821 с. : ил., табл..ISBN 978-5-94836-158-1                                                            | Научная электронная библиотека<br>eLIBRARY.RU<br>( <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> ) |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.mii.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической биб-лиотеки МИИТ. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.<http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Рабочее место студента с персональным компьютером, подключёно к сетям INTERNET.

Имеется комплект переносных инструментов и оборудования для проведения энергетических обследований.

#### 9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

#### 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Теплоэнергетика транспорта»  
Института транспортной техники и  
систем управления

В.Н. Чернышов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.В. Дмитренко

Н.А. Андриянова