МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы трансформации теплоты

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 «Основы трансформации теплоты» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению13.03.01 «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-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности, используя методы естественных наук, математического анализа и моделирования на основе фундаментальных знаний физики, математики и общетехнических дисциплин для формализации, расчёта и обоснования решений;

ПК-2 - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

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

Знать:

- закономерности и особенности процессов тепло-и массопереноса на уровне, обеспечивающем готовность к проведению самостоятельной работы;
- методы математического анализа, моделирования и экспериментального исследования (дифференциальное и интегральное исчисления, дифференциальные уравнения и методы их решения, включая численные методы; возможности применения теории подобия для исследования процессов тепло-и массообмена)

Уметь:

- демонстрировать базовые знания, обладать готовностью применять базовые знания в профессиональной деятельности;

- индивидуально разработать план решения конкретной задачи тепло-и массообмена применительно к элементу (узлу) теплотехнологической установки или системы

Владеть:

- знаниями и умениями для расчета трансформаторов теплоты;

- знаниями и умениями на уровне, необходимом для получения результатов решения задач тепло- и массопереноса в теплотехнологических установках и системах

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):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
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 96 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Назначение трансформаторов теплоты. Рассматриваемые вопросы: 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.
2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов теплоты. Рассматриваемые вопросы: Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.
3	Хладагенты. Рассматриваемые вопросы: 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 озоноактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов.
4	Парожидкостные холодильные и теплонасосные установки Рассматриваемые вопросы: 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. Рассматриваемые вопросы: 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. Рассматриваемые вопросы: 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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	трансформаторы теплоты периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.
7	Струйные трансформаторы теплоты. Рассматриваемые вопросы: Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы прямоструйных трансформаторов. Метод расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямоструйных компрессоров и эжекторов. Характеристики прямоструйных трансформаторов теплоты. Принципиальная схема низкотемпературного рефрижератора с дроссельноэжекторной ступенью. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчёта, холодильный коэффициент и КПД.
8	Ожижение и замораживание газов. Рассматриваемые вопросы: Использование ожиженных и замороженных газов в качестве криоагентов. Основные процессы ожижения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Минимальная 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. Рассматриваемые вопросы: 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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчёт идеального холодильного цикла воздушной холодильной машины. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета идеального холодильного цикла воздушной холодильной машины с определением его характерных параметров
2	Термодинамические основы процессов трансформации теплоты. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по: - выполнению расчета для определения значений эксергии теплоты и эксергии потока хладагента, коэффициента работоспособности теплоты (холода), удельной затраты работы; - составлению теплового и эксергетического баланса системы, производящей холод; - определению параметров состояния рабочего вещества (хладагента) в характерных точках цикла и построению термодинамического процесса при использовании различных термодинамических диаграмм (T-S, p-v, h-lg p); - определению значения эксергии с использованием e-h-диаграммы хладагента; - выполнению расчёта для определения температурных границ между зонами кондиционирования, холодильной техники, криогенной техники и ультранизких температур
3	Хладагенты трансформаторов теплоты В результате выполнения заданий на практическом занятии студент получает навык по составлению

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	химической формулы и названия вещества по принятой номенклатуре, используя принятое обозначение хладагента, а также по определению основных свойств хладагентов
4	Расчёт и определение характерных параметров парокомпрессионных трансформаторов теплоты. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета парокомпрессионных трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
5	Расчёт и определение характерных параметров теплонасосных установок трансформации теплоты. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета теплонасосных установок с определением их характерных параметров
6	Расчёт и определение характерных параметров струйных трансформаторов теплоты. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета струйных трансформаторов теплоты (в т.ч. пароэжекторной холодильной установки) с определением их характерных параметров
7	Расчёт и определение параметров вихревых установок. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета вихревых трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
8	Расчёт и определение характерных параметров газожидкостных трансформаторов теплоты. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета газожидкостных трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
9	Расчёт систем для ожижения и замораживания газов и низкотемпературного разделения газовых смесей. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета процесса ожижения и замораживания газов и низкотемпературного разделения газовых смесей
10	Расчёт и определение характерных параметров газовых трансформаторов с замкнутыми и разомкнутыми процессами. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета газовых трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
11	Расчёт и определение характерных параметров абсорбционных холодильных установок. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета абсорбционных трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
12	Расчёт и определение параметров полупроводниковых холодильных установок В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета термоэлектрических трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров
13	Расчёт и определение параметров полупроводниковых холодильных установок В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета термомагнитных трансформаторов теплоты с определением их характерных параметров

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Проработка лекционного материала

№ п/п	Вид самостоятельной работы
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к тестированию
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	Галдин В. Д. Основы трансформации теплоты: учебное пособие. Издательство "Инфра-Инженерия", 2023. – 116 с. ISBN 978-5-9729-1477-7	https://znanium.ru/read?id=434093 (дата обращения 03.06.2025)
2	Степанов О. А., Захаренко С. О. Основы трансформации теплоты: учебник. Издательство "Лань", 2022. – 128 с. ISBN 978-5-8114-3722-1	https://e.lanbook.com/book/206831 (дата обращения 25.03.2024)
3	Основы трансформации теплоты: Учебное пособие. - Удмуртский государственный аграрный университет, 2021. – 128 с.	https://e.lanbook.com/book/209039 (дата обращения 25.03.2024)
4	Расщепкин А. Н., Столетов В. М.Тепловые насосы: учебное пособие. -Кемеровский государственный университет, 2020. – 128 с. ISBN 978-5-8353-2630-3	https://e.lanbook.com/book/156114 (дата обращения 25.03.2024)
5	Усов А.В., Короткий И.А.Основы холодильной техники: учебное пособие. - Кемеровский государственный университет, 2016 – 121 с. ISBN 978-5-89289-936-9	https://e.lanbook.com/book/99565 (дата обращения 25.03.2024)

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

1.

http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. http://elibrary.ru/ - научно-электронная библиотека.

3. Поисковые системы: Yandex, Mail.

4. 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.

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

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами. Рабочее место студента с персональным компьютером подключёно к сетям INTERNET.

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:

старший преподаватель кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта М.А. Лазарева

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ А.В. Дмитренко

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова