

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 - программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
утвержденной первым проректором 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 30.04.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Основы трансформации теплоты» 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-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

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:

- 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):	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.

№ 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 озонотивных 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-lgr). 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 хладооборудования. 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 трансформаторы теплоты периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.
7	Струйные трансформаторы теплоты. Рассматриваемые вопросы: Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы струйных трансформаторов. Метод расчёта коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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. 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. Терромагнитные 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 и определение характерных параметров парокомпрессионных и теплонасосных трансформаторов. В результате решения задач на практическом занятии студент получает навык по выполнению расчета парокомпрессионных трансформаторов теплоты и теплонасосных установок с определением их характерных параметров
2	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
3	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
4	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
5	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
6	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

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Проработка лекционного материала
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://e.lanbook.com/book/347624 (дата обращения 25.03.2024)
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	Тепловые насосы: учебное пособие / С. З. Сапожников, В. Ю. Митяков, А. В. Митяков [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2022. — 92 с. — ISBN 978-5-7422-7905-1.	https://e.lanbook.com/book/430154 (дата обращения: 03.01.2025).
7	Степанов, О. А. Основы трансформации теплоты : учебник / О. А. Степанов, С. О. Захаренко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3722-1.	https://e.lanbook.com/book/20683 (дата обращения: 03.01.2025).
8	Расщепкин, А. Н. Тепловые насосы : учебное пособие / А. Н. Расщепкин, В. М. Столетов ; под редакцией Т. Г. Черненко. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8353-2630-3.	https://e.lanbook.com/book/156114 (дата обращения: 03.01.2025)

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 подключено 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:

доцент кафедры «Теплоэнергетика
транспорта» Института транспортной
техники и систем управления

Г.М. Стоякин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ

А.В. Дмитренко

С.В. Володин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин