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)

Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и транспорта

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).

Современная подготовка бакалавров многих специальностей (механиков, строителей, технологов, электриков, экологов и др.) требует получения необходимых знаний в области ряда технологических процессов в промышленности.

Для студентов направления 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" профиля «Промышленная теплоэнергетика»

дисциплина «Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и транспорта» является базовой в процессе инженерной подготовки.

Данная дисциплина состоит из трёх разделов: рекуперативные и регенеративные тепло- и массообменные аппараты, выпарные установки, аппараты предназначенные для дистилляции и ректификации.

Энергетическое и энерготехнологическое хозяйство современного промышленного предприятие представляет собой сложный комплекс. Он включает в себя установки для производства и преобразования различных видов энергии; коммуникации и трубопроводы для транспортировки топлива, энергии, сырья и продуктов. Это установки и системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Кроме того это и установки выработки технологической продукции; установки для обезвреживания и утилизации выбросов; использования вторичных и попутных энергоресурсов предприятия в виде физической и химической теплоты отходов. Рассматриваются вопросы использования теплоты конденсата, отработавшего пара, отходящих газов, механической энергии сжатого воздуха и других газов. Наиболее сложными и разнообразными по номенклатуре применяемого энерготехнологического оборудования являются предприятия химической, нефтехимической, металлургической, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности, промышленности строительных материалов. Разнообразное тепло- и массообменное оборудование используется при обеспечении технологических процессов на предприятиях железнодорожного транспорта.

Целью изучения данной дисциплины является усвоение основных расчётных положений для проектирования тепломассообменных установок как транспорта так и промышленности, а также умение оценить резервы мощности эксплуатируемого типа теплообменника.

Задачей, которая ставится в процессе преподавания курса является умение будущего специалиста практически использовать полученные теоретические знания на практике.

Рациональное использование топливно-энергетических и сырьевых ресурсов на действующих и строящихся промышленных предприятиях может быть обеспечено на основе применения принципов энергосберегающей, малоотходной и безотходной технологий, а также энерготехнологического комбинирования.

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-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;

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;

ПК-3 - Готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации, оформлении законченных проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.

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

Знать:

- основные способы преобразования энергии в ряде тепломассообменных устройств, основные расчётные соотношения применительно к конкретному узлу и детали теплотехнического устройства;
- современные методы обработки и поиска информации для проектирования систем теплоэнергетики;
- основные законы и типовые методики для расчета и проектирования узлов и детелей тепломассообменного оборудования;

- стандарты и другие нормативные документы для разработки документации по проектированию теплообменников.

Уметь:

- демонстрировать на реальном объекте метод получения объективных данных о состоянии установки, анализировать расчетные нагрузки потребителей теплоты (холода) и оценивать отпуск (закупку) теплоты (холода) с учетом потерь;
- собирать и анализировать данные для проектирования ТМО-оборудования, а также использовать современные методы поиска и обработки информации;
- провести технико-экономический расчёт для выбора оптимальной схемы установки из ряда предложенных вариантов;
- оформлять законченные проектно-конструкторские работы с соответствии с нормативной документацией.

Владеть:

- знаниями в области теоретического и экспериментального исследования теплообменных аппаратов и их совершенствования;
- методами поиска и обработки информации при проектировании тепломассообменного оборудования;
- стандартными средствами автоматизации проектирования в соответствии с поставленными техническими заданиями заказчика, знаниями по работе с измерительной аппаратурой на исследуемом теплотехническом устройстве;
- знаниями, позволяющими разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию и оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

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):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 80 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	Рекуперативные теплообменники Рассматриваемые вопросы: - конструкция и тепловой расчет аппаратов, типы аппаратов, расчётные уравнения; - гидравлический расчет теплообменников, виды соотношений, режимы течения теплоносителей; - теплогидравлическое совершенство теплообменников; - расчёт к.п.д. теплообменников.
2	Регенеративные теплообменники Рассматриваемые вопросы: - конструкции и принцип действия регенеративных теплообменных аппаратов; - сравнительные характеристики регенераторов, - тепловой расчет; - принципиальное отличие от рекуперативных теплообменников; - расчётные соотношения для регенераторов периодического и непрерывного действий.
3	Аппараты с кипящим слоем Рассматриваемые вопросы: - принцип действия аппаратов с кипящим слоем; - гидродинамика и теплообмен; - расчётные соотношения для режима с кипящим слоем теплоносителя в виде песка.
4	Тепловые трубы Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- виды конструкций тепловых труб и их принцип действия;. - расчетные соотношения для определения коэффициента теплопередачи, теплового сопротивления для трёх типов тепловых труб.
5	Смесительные теплообменники. Рассматриваемые вопросы: - конструкции смесительных теплообменников и область их применения; - оросительные и насадочные теплообменники, градирни; - конструктивный расчёт градирни.
6	Выпарные аппараты Рассматриваемые вопросы: - физико-химические свойства и типы выпариваемых веществ; - конструкции выпарных аппаратов и принцих их действия; - многократное выпаривание; - тепловой расчёт многоступенчатого выпаривания растворов, расчетные зависимости, различные схемы движения греющей среды и раствора.
7	Дистилляционные и ректификационные установки Рассматриваемые вопросы: - основные понятия процессов дистилляции и ректификации; - схемы установок простой дистилляции; - физико-химические свойства многокомпонентной смеси (Закон Рауля, область его действия); - схема процесса ректификации; - типы и устройства ректификационных колонн.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Определение коэффициента теплопередачи отопительного прибора для двух режимов: при естественной и вынужденной конвекции В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает навыки определения коэффициента теплопередачи отопительных приборов (радиаторов и конвекторов) при свободной и вынужденной конвекции, проводит их сравнение и делает выводы.
2	Определение коэффициента теплопередачи гладкой и оребренной трубы В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает навыки расчета количества теплоты, проходящей по трубе, определения среднего логарифмического температурного напора, коэффициента теплопередачи гладкой и оребренной трубы.
3	Определение коэффициента теплопередачи пластнинчатого теплообменника В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает навыки составления теплового баланса рекуперативного теплообменника, определения среднего логарифмического температурного напора, коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника.
4	Испытание калорифера. Составление режимной карты работы в зимний период подогрева воздуха В результате выполнения лабораторной работы студент учится составлять режимную карту работы в зимний период, знакомится с конструкцией и принципом действия калорифера.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчёт теплообменника с теплоносителями изменяющими, фазовое состояние, неизменяюшими фазовое состояние. В результате выполнения практического занятия студент приобретает навыки определения среднего температурного напора, рассматривает влияние загрязнений на теплоотдачу поверхностей аппарата.
2	Способы определения коэффициентов теплопередачи в теплообменниках В результате выполнения практического занятия студент изучает экспериментальные способы определения коэффициентов с использованием критериальных уравнений, режимы течения теплоносителя в каналах.
3	Схема расчёта кожухотрубного теплообменника на прочность В результате выполнения практического занятия студент учится определять силы, действующие на разрыв кожуха; составлять уравнение равновесия сил, находить коэффициенты, учитывающие ослабление прочности цилиндра т/о; определять расчётную и действующую толщину кожуха.
4	Расчётные уравнения нестационарного теплообмена в регенераторе В результате выполнения практического занятия студент учится выбирать насадки регенератора, находить оптимальное соотношение массы и объёма регенератора.
5	Диаграмма состояния влажного воздуха В результате выполнения практического занятия студент приобретает навыки нахождения параметров влажного воздуха по h-d- диаграмме; расчёта процессов очистки запылённого воздуха.
6	Виды депрессий при выпаривании растворов различных веществ В результате выполнения практического занятия студент приобретает навыки использования расчётных соотношений для определения физико-химической, гидростатической и гидравлической температурных депрессий; изучает методику выполнения курсового задания для многоступенчатого выпаривания.
7	Конструкции ректификационных колонн В результате выполнения практического занятия студент приобретает навыки построения фазовых диаграмма процессов в колоннах, определения расходов охлаждающей воды в дефлегматоре и конденсаторе.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Подготовка к лабораторным занятиям.
3	Изучение лекционного материала.
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1.Рассчитать трёхступенчатую выпарную установку для концентрирования водного раствора вещества.

Раствор NaNO3

1. Производительность – 4 т/ч; начальная концентрация – 4 %; конечная концентрация – 30 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

2. Производительность – 6 т/ч; начальная концентрация – 7 %; конечная концентрация – 33 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

3. Производительность – 7 т/ч; начальная концентрация – 10 %; конечная концентрация – 36 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

4. Производительность – 8 т/ч; начальная концентрация – 13 %; конечная концентрация – 39 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

Раствор NaCl

5. Производительность – 9 т/ч; начальная концентрация – 16 %; конечная концентрация – 42 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

6. Производительность – 10 т/ч; начальная концентрация – 19 %; конечная концентрация – 45 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

Раствор KOH

8. Производительность – 12 т/ч; начальная концентрация – 25 %; конечная концентрация – 51 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

9. Производительность – 13 т/ч; начальная концентрация – 28 %; конечная концентрация – 54 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

10. Производительность – 14 т/ч; начальная концентрация – 31 %; конечная концентрация – 57 %; давление греющего пара – 5 атм.; давление в конденсаторе – 0,4 атм.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Тепломассообменное оборудование предприятий А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин. ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2016 - 184 с.	НТБ (уч.6); НТБ (фб.)

2	Тепломассообменные процессы в химической технологии. М.О. Долматова. Издательство Уральского университета, 2019. - 96 с. ISBN: 978-5-7996-2542-9	НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
3	Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12032-5. — Текст : электронный	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517756 (дата обращения: 15.01.2025).

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

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

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

Поисковые системы: Yandex, 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).

Программы Microsoft Office.

Система автоматизированного проектирования Autocad

Специализированная программа Mathcad

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

Мультимедийные комплексы, персональные компьютеры в специализированных аудиториях.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 5 семестре.

Экзамен 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 Л.А. Воронова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ А.В. Дмитренко

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова