

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)

**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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 30.04.2025

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 предприятия 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-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

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:

- основные способы преобразования энергии в ряде теплообменных устройств, основные расчётные соотношения применительно к конкретному узлу и детали теплотехнического устройства;
- основные законы и расчетные методики процессов теплообмена.

Уметь:

- продемонстрировать 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;
- провести технико-экономический расчёт для выбора оптимальной схемы установки из ряда предложенных вариантов.

Владеть:

- знаниями в области теоретического и экспериментального исследования теплообменных аппаратов и их совершенствования;
- стандартными средствами автоматизации проектирования в соответствии с поставленными техническими заданиями заказчика, знаниями по работе с измерительной аппаратурой на исследуемом теплотехническом устройстве;

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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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: - 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 принципов 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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
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 пластинчатого 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, неизменяющими 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 диаграмм 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.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
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 NaNO_3

Варианты 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Производительность,

т/ч 4 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Начальная концентрация, % 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31

Конечная концентрация, % 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57

Давление греющего пара, атм 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5

Давление в конденсаторе, атм 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4

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.); https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/66718/1/978-5-7996-2542-9_2019.pdf?ysclid=m5y6ouxr3w387150143 (дата обращения 15.01.2025)
2	Тепломассообменные процессы в химической технологии. М.О. Долматова. Издательство	НТБ (уч.6); НТБ (фб.) https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf?ysclid=m5y6ldrat7107389314 (дата обращения 15.01.2025)

	Уральского университета, 2019. - 96 с. ISBN: 978-5-7996-2542-9	
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).
4	Малышев В. С., Пантеев С. П. Тепломассообменное оборудование предприятий: учебное пособие Издательство «Инфра-Инженерия», 2024. – 320 с. ISBN 978-5-9729-1876-8	https://e.lanbook.com/book/429440 (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 транспортной техники и
систем управления

Л.А. Воронова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ

А.В. Дмитренко

С.В. Володин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин