

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Декан



И.В. Федякин

21 мая 2019 г.

Кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта»

Автор Чернышов Виктор Николаевич, к.т.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и ж.д.
транспорта**

Направление подготовки:	<u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Профиль:	<u>Промышленная теплоэнергетика</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2018</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 9 20 мая 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p> <p style="text-align: center;"> С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 10 15 мая 2019 г. И.о. заведующего кафедрой</p> <p style="text-align: center;"> Ф.А. Поливода</p>
---	--

Москва 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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 ж.д. 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.

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. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и ж.д. транспорта" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Информационные технологии:

Знания: содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий принципы применения современных информационных технологий в науке и прикладной энергетике, технические и программные средства защиты информации

Умения: применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности

Навыки: средствами компьютерной техники и информационных технологий, методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий

2.1.2. Математика:

Знания: современные тенденции развития научных и прикладных достижений в профессиональной области.

Умения: самостоятельно выявить и идентифицировать проблемы своей профессиональной деятельности, сформулировать цели их исследования и решения, выбрать и обосновать группу критериев для оценки полезности разрабатываемых решений.

Навыки: навыками работы с компьютером как средством управления информацией

2.1.3. Тепломассообмен:

Знания: физические основы закономерностей тепло-и массопереноса для выявления сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности

Умения: сформировать законченное представление о принятых решениях

Навыки: стандартными средствами автоматизации при проектировании технологического оборудования

2.1.4. Техническая термодинамика:

Знания: основные закономерности классической термодинамики и ее технических приложений

Умения: самостоятельно разработать методику проведения эксперимента

Навыки: стандартными средствами автоматизации при проектировании технологического оборудования

2.1.5. Физика:

Знания: как выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и как составлять план исследований, необходимых для решения этих проблем

Умения: проводить измерения, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований

Навыки: современными аналитическими методиками обработки и представления экспериментальных результатов; навыками компьютерной обработки данных с помощью современных программных продуктов

2.2. Наименование последующих дисциплин

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-2 способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать и понимать: методы математического анализа, моделирования и экспериментального исследования (дифференциальное и интегральное исчисления, дифференциальные уравнения и методы их решения, включая численные методы; возможности применения диаграмм водяного пара и влажного воздуха для исследования теплофизических процессов в реальных задачах)</p> <p>Уметь: демонстрировать базовые знания, обладать готовностью применять базовые знания в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: знаниями и умениями на уровне необходимом для получения результатов решения задач по расчёту теплообменников в различного рода аппаратах</p>
2	ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	<p>Знать и понимать: методы и требования, соответствующие задачам проведения эксперимента по заданной тематике</p> <p>Уметь: самостоятельно провести испытания теплообменника по разработанной самостоятельно методике</p> <p>Владеть: знаниями и умениями, необходимыми для анализа полученных результатов, в том числе с привлечением математического аппарата</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

5 зачетных единиц (180 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 9
Контактная работа	54	54,15
Аудиторные занятия (всего):	54	54
В том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические (ПЗ) и семинарские (С)	18	18
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	63	63
Экзамен (при наличии)	63	63
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	180	180
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	5.0	5.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Всего	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	9	Раздел 1 Рекуперативные теплообменники	2	12	6/3		9	29/3		
2	9	Тема 1.1 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. Сравнительные оценки их совершенства по ряду показателей.	2					2		
3	9	Раздел 2 Регенеративные теплообменники	2		2/1		9	13/1		
4	9	Тема 2.2 Конструкции и сравнительные характеристики, тепловой расчет. Принципиальное отличие. Расчётные соотношения для регенераторов периодического и непрерывного действий.	2					2		
5	9	Раздел 3 Аппараты с кипящим слоем	2				9	11		
6	9	Тема 3.3 Гидродинамика и теплообмен. Расчётные соотношения для режима с кипящим слоем теплоносителя в виде песка.	2					2		
7	9	Раздел 4	2				9	11		

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тепловые трубы							
8	9	Тема 4.4 Тепловая труба, виды конструкций. Теория, формулы коэффициента теплопередачи, теплового сопротивления для трёх типов труб.	2					2	ПК1, Устный опрос
9	9	Раздел 5 Смесительные теплообменники	2	6	2/1			10/1	
10	9	Тема 5.5 Конструкции. Оросительные, градирни, насадочные. Конструктивный расчёт градирни.	2					2	, Устный опрос
11	9	Раздел 6 Выпарные аппараты	2		2/1			4/1	
12	9	Тема 6.6 Свойства выпариваемых растворов. Физико-химические свойства и типы выпариваемых веществ, влияние вязкости растворов на процесс. Многократное выпаривание. Тепловой расчёт многоступенчатого выпаривания растворов, расчетные зависимости, различные схемы движения греющей среды и раствора.	2					2	
13	9	Раздел 7 Ректификационные установки	2		2/1		10	14/1	
14	9	Тема 7.7 Основные понятия процессов. Схема процесса ректификации. Физика процесса разделения многокомпонентной смеси. Закон Рауля,	2					2	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		область его действия. Построение диаграммы растворимости разделяемых веществ. Типы и устройства ректификационных колонн. Расход греющего пара. Составление материального и теплового баланса ректификационной колонны для определения расхода греющего пара								
15	9	Раздел 8 Сушильные установки	2		4/2		17	23/2		
16	9	Тема 8.8 Свойства влажных материалов. Кинетика сушки, виды связи влаги с материалом и способы удаления влаги. Виды теплоносителей в сушильных установках. Сорбция. Определение процессов сорбции и десорбции, процессы абсорбции и адсорбции.	2					2	ПК2, Устный опрос	
17	9	Раздел 9 Холодильные установки. Трансформаторы теплоты	2					65		
18	9	Тема 9.9 Область применения. Классификация, принцип действия, типы холодильных агентов. Физика процессов. Физические основы процессов, особенности расчётных соотношений. Вспомогательная установка. Типы,	2					65	ЭК	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Всего	Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		расчёт, выбор, назначение.								
19		Всего:	18	18	18/9		63	180/9		

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Определение коэффициента теплопередачи отопительного прибора для двух режимов: при естественной конвекции и при наличии побудителя движения воздуха	4
2	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Определение коэффициента теплопередачи гладкой и оребренной трубы	4
3	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Определение коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника	4
4	9	РАЗДЕЛ 5 Смесительные теплообменники	Испытание калорифера. Составление режимной карты работы в зимний период подогрева воздуха	4
5	9	РАЗДЕЛ 5 Смесительные теплообменники	Испытание элеватора при различных значениях коэффициента смешения	2
ВСЕГО:				18/0

Практические занятия предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Расчёт теплообменника с теплоносителями изменяющими фазовое состояние, неизменяющими фазовое состояние. Определение среднего температурного напора. Влияние загрязнений на теплоотдачу поверхностей аппарата.	2 / 1
2	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Способы определения коэффициентов теплопередачи в теплообменниках. Экспериментальные способы с использованием критериальных уравнений. Режимы течения теплоносителя в каналах.	2 / 1
3	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Схема расчётная кожухотрубного теплообменника, силы действующие на разрыв кожуха. Уравнение равновесия сил. Коэффициенты, учитывающие ослабление прочности цилиндра т\о. Расчётная и действующая толщина кожуха.	2 / 1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
4	9	РАЗДЕЛ 2 Регенеративные теплообменники	Расчётные уравнения нестационарного теплообмена в регенераторе. Выбор насадки регенератора. Оптимальное соотношение массы и объёма регенератора.	2 / 1
5	9	РАЗДЕЛ 5 Смесительные теплообменники	Диаграмма состояния влажного воздуха. Примеры расчёта процессов очистки запылённого воздуха по диаграмме.	2 / 1
6	9	РАЗДЕЛ 6 Выпарные аппараты	Виды депрессий при выпаривании растворов различных веществ. Расчётные соотношения. Методика выполнения курсового задания. Многоступенчатое выпаривание. Использование экстрапара.	2 / 1
7	9	РАЗДЕЛ 7 Ректификационные установки	Конструкции ректификационных колонн. Фазовая диаграмма процессов в колоннах. Определение расходов охлаждающей воды в дефлегматоре и конденсаторе.	2 / 1
8	9	РАЗДЕЛ 8 Сушильные установки	Виды связи влаги с материалами. Физика процессов сушки. Расчёт сушки песка в барабанной сушилке, принятые допущения. Способы увлажнения воздуха.	4 / 2
ВСЕГО:				18/9

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины "Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и ж.д. транспорта» осуществляется в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ.

Лекции проводятся в форме тематических, обзорных, проблемных лекций.

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач). Остальная часть практического курса проводится с использованием интерактивных технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, электронный практикум (решение проблемных поставленных задач с помощью современной вычислительной техники и исследование моделей), а так же использованием компьютерной тестирующей системы.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы, к которым относятся отработка лекционного материала, отработка отдельных тем по учебным пособиям и выполнение реферата. Лабораторные работы проводятся на стендах, установленных в аудиториях кафедры.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Рекуперативные теплообменники	Методика расчета рекуперативных теплообменника	9
2	9	РАЗДЕЛ 2 Регенеративные теплообменники	Конструкции, принципы работы регенеративных теплообменников	9
3	9	РАЗДЕЛ 3 Аппараты с кипящим слоем	Усвоить физику процесса, описание конструкции реального аппарата	9
4	9	РАЗДЕЛ 4 Тепловые трубы	Коэффициент теплообмена тепловой трубы. Типы тепловых труб. Принципы действия.	9
5	9	РАЗДЕЛ 7 Ректификационные установки	Физико-химические свойства бинарных смесей. Закон Рауля.	10
6	9	РАЗДЕЛ 8 Сушильные установки	Конструкции сушильных агрегатов. Физика процесса сушки, H-d диаграмма.	9
7	9	РАЗДЕЛ 8 Сушильные установки	Абсорбция и адсорбция, физические основы и закономерности. Конструкции установок их назначение.	8
ВСЕГО:				63

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Промышленные теплообменные процессы и установки	Бакластов А.М., Горбенко В.А., Данилов О.В. и др. Под ред. Бакластова А.М.	М.: Энергоатомиздат, 1986	Все разделы
2	Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок	Бакластов А.М.	М.: Энергия, 1970	Все разделы
3	Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок	Бакластов А.М., Горбенко В.А., Удыма П.Г.	М.: Энергоиздат, 1981	Все разделы
4	Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий	Голубков Б.Н., Данилов О.Л., Зосимовский Л.В. и др. Под ред. Голубкова Б.Н.	М.: Энергия, 1979	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
5	Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии	Плановский А.Н., Николаев П.И.	М.: Химия, 1987	Все разделы
6	Общая энергетика	Быстрицкий Г.Ф.	М.: Академия, 2005	Все разделы

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ 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, Google, Mail.
4. <http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0 с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными

программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Основная лекционная аудитория оборудована мультимедийным комплексом. В составе учебных лабораторий кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» имеются стенды для проведения лабораторных работ по отдельным разделам дисциплины «Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий и ж. д. транспорта»: «Теплонасосная установка», «Холодильное оборудование», «Стенд моделирующий ДТП», «Отопительный прибор».

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуется иметь конспект лекций. С помощью основной и дополнительной литературы получить достаточный объем знаний, необходимый для расчета тепломассообменных процессов в теплоэнергетических установках и системах. Для подготовки к практическим занятиям следует воспользоваться конспектом лекций, а также информацией из рекомендованных литературных источников, уделив особое внимание физическим основам рассматриваемой дисциплины. Дополнительные сведения можно получить с использованием интернет-ресурсов.