

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

31 мая 2023 г.



Кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта»

Автор Минаев Борис Николаевич, д.т.н., профессор

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

Направление подготовки:	<u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Профиль:	<u>Промышленная теплоэнергетика</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2020</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 26 мая 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 12 21 мая 2020 г. Заведующий кафедрой  Ф.А. Поливода
---	--

Рабочая программа учебной 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: 743095
Подписал: Заведующий кафедрой Поливода Федор
Анатольевич
Дата: 21.05.2020

Москва 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория тепло-и массообмена изучает законы самопроизвольного и вынужденного переноса тепловой энергии, а также массы вещества в пространстве с неравномерным распределением температуры и концентраций компонентов.

Целью освоения учебной дисциплины «Тепломассообмен» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих с использованием методов теории тепло-и массообмена рассчитывать потоки теплоты и массы в неравновесных процессах энергопереноса, которые осуществляются в природе и сопровождают работу разнообразных теплотехнологических устройств.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Тепломассообмен" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

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

2.1.1. Математика:

Знания: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа, основы теории вероятности

Умения: приобретать новые математические и естественнонаучные знания, использовать современные образовательные и информационные технологии

Навыки: владения методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств и численными методами решения теплотехнических задач

2.1.2. Техническая термодинамика:

Знания: основных закономерностей классической термодинамики и ее технических приложений

Умения: использовать эти знания для восприятия новой информации, соответствующей особенностям применения закономерностей классической термодинамики для решения технических задач

Навыки: Владеть знаниями и умениями достаточными для постановки цели и выбора путей решения практических задач в области теплоэнергетики

2.1.3. Физика:

Знания: студент должен знать смысл основных физических явлений, фундаментальных понятий; законы классической и современной физики

Умения: применять полученные знания при изучении теплотехнических дисциплин и решении практических задач теплоэнергетического профиля

Навыки: владение методами физического эксперимента и обработки экспериментальных данных

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

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

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 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;	ОПК-2.1 Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов.
2	ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;	ОПК-3.5 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы. ОПК-3.6 Применяет знания основ тепломассообмена для расчетов теплотехнических установок и систем.
3	ПКО-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;	ПКО-1.2 Использует нормативную документацию и современные методы поиска и обработки информации.
4	ПКО-2 Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	ПКО-2.1 Умеет проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы ОПД.

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

9 зачетных единиц (324 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 3	Семестр 4
Контактная работа	164	48,15	116,15
Аудиторные занятия (всего):	164	48	116
В том числе:			
лекции (Л)	82	32	50
практические (ПЗ) и семинарские (С)	66	16	50
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	0	16
Самостоятельная работа (всего)	115	60	55
Экзамен (при наличии)	45	0	45
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	324	108	216
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	9.0	3.0	6.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК2, ТК	ПК2, ТК	КР (1), ПК2, ТК
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

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						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	Раздел 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	8		4		5	17	
2	3	Тема 1.1 Простые составляющие переноса теплоты. Скалярные и векторные поля физических величин. Плотности энергии и массы. Поверхности постоянного уровня и вектор-градиент.	8					8	
3	3	Раздел 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	8		8		13	29	
4	3	Тема 2.2 Уравнения сохранения массы и энергии. Уравнения движения вязкой среды. Условия однозначности	8					8	
5	3	Раздел 3 Теплопроводность	8	2	8		22	40	ТК
6	3	Тема 3.3 Вектор плотности потока теплоты в процессе теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Одномерная стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках при отсутствии и наличии внутренних источников теплоты. Передача теплоты через ребренную стенку. Коэффициент эффективности	8					8	

№ 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
		ребра. Нестационарный процесс теплопроводности. Регулярный режим.							
7	3	Раздел 4 Основы теории подобия	8		8		10	26	ПК2
8	3	Тема 4.4 Геометрическое подобие. Подобие физи-ческих явлений. Относительная форма дифференциальных уравнений и условий однозначности. Симплексы и критерии подобия. Значение теории подобия для обобщения результатов эксперименталь-ных исследований и моделирования фи-зических явления	8					8	
9	3	Раздел 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	6	6	8		10	30	Зачет
10	4	Тема 5.5 Способы осреднения коэффициентов теплоотдачи и температуры потока жидко-сти. Ламинарное и турбулентное движение среды. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Аналогия Рейнольдса. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве. Сопротивление и теплоотдача при вынужден-ном продольном омывании плоской	6					6	

№ 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
		по-верхности, при течении в трубах, при поперечном омывании отдельных труб и пучков							
11	4	Раздел 6 Теплоотдача при кипении жидкости	10	4	6		11	31	
12	4	Тема 6.6 Основные сведения о кипении однокомпонентных жидкостей. Пузырьковый и пленочный режимы кипения. Критические значения тепловой нагрузки, температурного напора и коэффициента теплоотдачи. Первая и вторая критические плотности теплового потока. Влияние различных факторов на величину первой критической плотности теплового потока. Критериальная зависимость теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении насыщенной жидкости на твердой вертикальной поверхности и свободном движении жидкости в большом объеме	10					10	
13	4	Раздел 7 Теплоотдача при конденсации пара	8		4		11	23	ТК
14	4	Тема 7.7 Основные сведения о конденсации паров. Пленочная и капельная конденсации. Ламинарное и турбулентное течение пленки конденсата. Критическое число Рейнольдса.	8					8	

№ 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	
		Ламинарный (формула Нус-сельта) и турбулентный теплообмен при пленочной конденсации «неподвижного» пара на вертикальной поверхности. Теплоотдача при пленочной конденсации движущегося пара внутри трубы, на внешней поверхности горизонтальной трубы и в пучке труб. Конденсация перегретого и влажного пара.								
15	4	Раздел 8 Теплообмен излучением	8	4	12		11	35	ПК2	
16	4	Тема 8.8 Общие представления о переносе энергии излучением. Селективная и серая среда. Собственное излучение. Тепловое излучение. Абсолютно черная (атермичная) и абсолютно прозрачная (диатермичная) среды. Коэффициент собственного излучения среды. Интенсивность излучения. Плотность лучистой энергии. Вектор переноса лучистой энергии. Коэффициент поглощения среды. Уравнение переноса лучистой энергии. Лучистое взаимодействие серой среды с твердой оболочкой. абсолютно черная, белая и прозрачная	8					8		

№ 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
		поверхности							
17	4	Раздел 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	8		4		11	23	
18	4	Тема 9.9 Плотность потока массы. Концентрационная диффузия. Закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии. Термическая диффузия и бародиффузия. Вектор плотности теплового потока с учетом переноса массы. Дифференциальные уравнения тепло-и массообмена. Уравнение Фика. Тепло-и массоотдача в парогазовой среде (общие представления). Поток Стефана. Диффузионный пограничный слой. Тройная аналогия.	8					8	
19	4	Раздел 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	10		4		11	70	
20	4	Тема 10.10 Проектный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Уравнения теплового расчета (теплового баланса, теплопередачи). Прямоток, противоток, перекрестный ток, сложное направление движения теплоносителей. Средняя разность температур и методы ее вычисления.	10					10	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						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
		Расчет конечных температур теплоносителей. Основы теплового, а также гидромеханического расчетов рекуперативных и регенеративный тепло-обменных аппаратов							
21		Всего:	82	16	66		115	324	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия предусмотрены в объеме 66 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	3	РАЗДЕЛ 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	Вектор-градиент температурного поля	2
2	3	РАЗДЕЛ 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	Простые составляющие переноса теплоты. Скалярные и векторные поля физических величин	2
3	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Некоторые понятия векторного анализа (формула Гаусса-Остроградского, дивергенция и ротор векторного поля)	2
4	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Уравнения движения вязкой среды	2
5	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Уравнения сохранения массы и энергии.	2
6	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Физический смысл условий однозначности	2
7	3	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Вектор плотности потока теплоты в процессе теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2
8	3	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Одномерная стационарная теплопроводность в плоской стенке при наличии внутренних источников теплоты	2
9	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Одномерная стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках при отсутствии внутренних источников теплоты	4
10	4	РАЗДЕЛ 4 Основы теории подобия	Геометрическое подобие. Подобие физических явлений	4
11	4	РАЗДЕЛ 4 Основы теории подобия	Представление дифференциальных уравнений и условий однозначности в относительной форме. Симплексы и критерии подобия	4
12	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
13	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Сопротивление и теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности, при течении в трубах, при поперечном омывании отдельных труб и пучков	2
14	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Способы осреднения коэффициентов теплоотдачи и температуры потока жидкости	2
15	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве	2
16	4	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Критериальная зависимость теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении насыщенной жидкости на твердой вертикальной поверхности и свободном движении жидкости в большом объеме	2
17	4	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Пузырьковый и пленочный режимы кипения жидкости. Критические значения тепловой нагрузки, температурного напора и коэффициента теплоотдачи	2
18	4	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Теплоотдача при пузырьковом кипении и вынужденном движении жидкости в трубе	2
19	4	РАЗДЕЛ 7 Теплоотдача при конденсации пара	Ламинарный и турбулентный тепло-обмен при пленочной конденсации «неподвижного» пара на вертикальной поверхности	2
20	4	РАЗДЕЛ 7 Теплоотдача при конденсации пара	Теплоотдача при пленочной конденсации движущегося пара внутри трубы, на внешней поверхности горизонтальной трубы и в пучке труб	2
21	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Законы равновесного излучения (Кирхгофа, Планка, Релея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана)	2
22	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Сложный теплообмен	2
23	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между газом и его оболочкой	2
24	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между произвольно расположенными серыми поверхностями	2
25	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между серым телом и окружающей его оболочкой. теплообмен излучением между серыми телами при наличии экранов	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
26	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между серыми плитами.	2
27	4	РАЗДЕЛ 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	Концентрационная диффузия. Тепло-и массоотдача в парогазовой среде. диффузионный пограничный слой. Тройная аналогия	2
28	4	РАЗДЕЛ 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	Тепло-и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду, при конденсации пара из парогазовой среды	2
29	4	РАЗДЕЛ 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	Основы теплового расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов	2
30	4	РАЗДЕЛ 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	Уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов (теплового баланса, теплопередачи). Средняя разность температур и методы ее вычисления	2
ВСЕГО:				66/0

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 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	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Определение коэффициентов тепло-проводности материалов	2
2	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата	4
3	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Определение коэффициентов теплоотдачи при свободном движении воздуха	2
4	4	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Определение коэффициентов теплоотдачи при кипении воды	4
5	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Определение коэффициента излучения твердого тела	2
6	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Определение коэффициента поглощения лучистой энергии оптически плотной средой	2
ВСЕГО:				16/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты;
нестационарная теплопроводность;
конвективный теплообмен в каналах и пучках труб;
теплообмен при кипении жидкостей в трубах при наличии вынужденного движения;
конвективный теплообмен при пленочной конденсации;
теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой;
сложный теплообмен между телами, разделенными лучепоглощающей средой;
массопроводность в капиллярно-пористом материале

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения должны использоваться интерактивные формы проведения занятий, связанные с обсуждением теплофизических проблем дисциплины «Тепломассообмен» и применением закономерностей тепло- и массопереноса к решению практических задач специальности.

В соответствии с учебным планом объем интерактивной формы обучения соответствует следующему количеству часов: в четвертом семестре – 27 часов; в пятом семестре – 18 часов.

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	3	РАЗДЕЛ 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	Скалярные и векторные поля физических величин. Поверхности постоянного уровня и вектор-градиент. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 98-101], [6, стр. 30]	5
2	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Зависимость от температуры и давления физических параметров капельных жидкостей и газов (μ , ρ , γ).	5
3	3	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Вывод уравнений сохранения массы и энергии, а также движения вязкой среды. Физический смысл условий однозначности. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Подготовка к тестированию. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 101-110]	8
4	3	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Нестационарные процессы теплопроводности	7
5	3	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Ознакомление с методами решения задач теплопроводности (численные, классические, операционные методы). 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Тестирование знаний. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 111-139], [6, стр. 30-41]	10
6	3	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Регулярный режим процесса теплопроводности	5
7	3	РАЗДЕЛ 4 Основы теории подобия	Теоремы и следствия теории подобия. Система уравнений конвективного теплообмена и условий однозначности в относительной форме. Симплексы и критерии подобия. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 146-158]	10
8	3	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Основы теории гидродинамического и теплового пограничных слоев. Методы интенсификации конвективного теплообмена в однофазной среде. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 140-145; 159-169; 183-188], [6, стр. 42-49]	10
9	4	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при	Влияние различных факторов на величину первой критической плотности теплового	11

		кипении жидкости	потока. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 191-202],[6, стр. 50-53]	
10	4	РАЗДЕЛ 7 Теплоотдача при конденсации пара	Вывод формулы Нуссельта для ламинарного течения пленки конденсата, стекающего по вертикальной поверхности. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Подготовка к тестированию. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников	11
11	4	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между произвольно расположенными в пространстве серыми поверхностями. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Тестирование знаний. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 215-244],[6, стр. 60-66]	11
12	4	РАЗДЕЛ 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	Критериальные уравнения совместно протекающих процессов тепло-и массообмена. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников.[6 стр. 282-297]	11
13	4	РАЗДЕЛ 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	Теплогидравлическая эффективность рекуперативных теплообменников. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [1 стр. 511-526]	11
ВСЕГО:				115

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	Тепломассообмен: учебное пособие для вузов/3-е изд., стереот.	Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А	М.: Издательский дом МЭИ, 2006 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
2	Задачник по тепломассообмену: учебное пособие для вузов/3-е изд., стереот	Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И..	М.: Издательский дом МЭИ, 2010 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
3	Теплоэнергетика железнодорожного транспорта	Минаев Б.Н.	М.: ФГБОУ, 2013 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
4	Теплотехника на подвижном составе железных дорог: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта.	Киселёв И.Г.	М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
5	Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Теплотехника», «Термодинамика и теплопередача»	Воронова Л.А., Гусев Г.Б., Кос-тин А.В.	М.: МИИТ, 2011 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
6	Термодинамика и тепломассообмен (основы теории, задачи и расчётные соотношения)	Минаев Б.Н., Костин А.В., Во-ронова Л.А.	М.: МИИТ, 2013 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
7	Теплопередача	Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.	М.: Энергия, 1975 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
8	Теплопередача	Юдаев Б.Н.	М.: Высшая шко-ла, 1973 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
9	Конвективный тепло- и массообмен.	Кэйс В.М.	М.: Энергия, 1972 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
10	Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах	Петухов Б.С.	М.: Энергия, 1976 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
11	Теория тепломассобмена	Леонтьев А.И.	М.: Высшая шко-ла, 1979 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы
12	Термодинамика и теплопередача. Методические указания к курсовому проектированию	Минаев Б.Н., Костин А.В., Фроликов И.И., Воронова Л.А.	М.: МИИТ, 2015 НТБ(фб); каф. ТЖТ	Все разделы

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий по дисциплине «Тепломассообмен» используются возможности программного обеспечения Microsoft Office

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

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

2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail

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

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедр-ры ТЖТ оборудованы мультимедийными комплексами. Кафедра располагает материально-технической базой, необходимой для проведения лабораторных работ по дисциплине «Тепломассообмен»

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

Рекомендуется иметь конспект лекций. С помощью основной и до-полнительной литературы получить достаточный объем знаний, необходи-мый для расчета тепломассообменных процессов в теплоэнергетических ус-тановках и системах.

Для подготовки к практическим занятиям следует воспользоваться конспектом лекций, а также информацией из рекомендованных литератур-ных источников, уделив особое внимание физическим основам рассматри-ваемой дисциплины. Дополнительные сведения можно получить с использо-ванием интернет-ресурсов