

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ

П.Ф. Бестемьянов

21 мая 2019 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>2017</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 9 20 мая 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 10 15 мая 2019 г. И.о. заведующего кафедрой Ф.А. Поливода
---	--

Москва 2019 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	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>Знать и понимать: современный уровень решения проблем тепло-и массообмена в стране и за рубежом на базе имеющейся научно-технической информации</p> <p>Уметь: анализировать информацию, полученную на основании отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Владеть: знаниями и умениями, необходимыми для получения, систематизации и анализа научно-технической информации</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 методике</p> <p>Уметь: самостоятельно разработать методику проведения эксперимента</p> <p>Владеть: знаниями и умениями, необходимыми для анализа полученных результатов, в том числе с привлечением соответствующего математического аппарата</p>
3	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: физические основы закономерностей тепло-и массопереноса для выявления сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: применять эти знания для выбора оптимального физико-математического аппарата, свойственного решению соответствующей проблемы</p> <p>Владеть: знаниями и умениями для решения проблем, связанных с профессиональной деятельностью</p>

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

10 зачетных единиц (360 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 4	Семестр 5
Контактная работа	167	95,15	72,15
Аудиторные занятия (всего):	167	95	72
В том числе:			
лекции (Л)	80	36	44
практические (ПЗ) и семинарские (С)	68	54	14
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	14	0	14
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5	0
Самостоятельная работа (всего)	139	49	90
Экзамен (при наличии)	54	0	54
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	360	144	216
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	10.0	4.0	6.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ, ЭК	ЗЧ	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						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	Раздел 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	4		4/4	1	4	13/4	
2	4	Тема 1.1 Простые составляющие переноса теплоты. Скалярные и векторные поля физических величин. Плотности энергии и массы. Поверхности постоянного уровня и вектор-градиент.	4			1		5	
3	4	Раздел 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	6		10/5	1	10	27/5	
4	4	Тема 2.2 Уравнения сохранения массы и энергии. Уравнения движения вязкой среды. Условия однозначности	6			1		7	
5	4	Раздел 3 Теплопроводность	10	2	16/6	1	12	41/6	ПК1
6	4	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	10			1		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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		ребра. Нестационарный процесс теплопроводности. Регулярный режим.							
7	4	Раздел 4 Основы теории подобия	6		8/5	1	12	27/5	ПК2
8	4	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	6			1		7	
9	4	Раздел 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	10	4	16/7	1	11	42/7	ЗЧ
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	10			1		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	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	5	Раздел 6 Теплоотдача при кипении жидкости	10	4	3/2		18	35/2	
12	5	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	5	Раздел 7 Теплоотдача при конденсации пара	8		2/2		17	27/2	ПК1
14	5	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	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	5	Раздел 8 Теплообмен излучением	10	4	5/3		17	36/3	ПК2	
16	5	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	10					10		

№ 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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		поверхности							
17	5	Раздел 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	8		2/1		18	28/1	
18	5	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	5	Раздел 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	8		2/1		20	84/1	
20	5	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.	8					8	

№ 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	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:	80	14	68/36	5	139	360/36	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия предусмотрены в объеме 68 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 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	Вектор-градиент температурного поля	2 / 2
2	4	РАЗДЕЛ 1 Общие представления о переносе теплоты и массы	Простые составляющие переноса теплоты. Скалярные и векторные поля физических величин	2 / 2
3	4	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Зависимость от температуры и давления физических параметров капельных жидкостей и газов (μ , λ , γ).	2 / 1
4	4	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Некоторые понятия векторного анализа (формула Гаусса-Остроградского, дивергенция и ротор векторного поля)	2 / 1
5	4	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Уравнения движения вязкой среды	2 / 1
6	4	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Уравнения сохранения массы и энергии.	2 / 1
7	4	РАЗДЕЛ 2 Система уравнений, определяющая перенос массы и теплоты	Физический смысл условий одно-значности	2 / 1
8	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Вектор плотности потока теплоты в процессе теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2 / 1
9	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Нестационарные процессы теплопроводности	4 / 2
10	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Одномерная стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках при отсутствии внутренних источников теплоты	4 / 1
11	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Одномерная стационарная теплопроводность в плоской стенке при наличии внутренних источников теплоты	2 / 1
12	4	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Регулярный режим процесса теплопроводности	4 / 1
13	4	РАЗДЕЛ 4 Основы теории подобия	Геометрическое подобие. Подобие физических явлений	2 / 2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
14	4	РАЗДЕЛ 4 Основы теории подобия	Представление дифференциальных уравнений и условий однозначности в относительной форме. Симплексы и критерии подобия	6 / 3
15	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях	2 / 2
16	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	6 / 2
17	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Способы осреднения коэффициентов теплоотдачи и температуры потока жидкости	2 / 1
18	4	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве	6 / 2
19	5	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	1 / 1
20	5	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Пузырьковый и пленочный режимы кипения жидкости. Критические значения тепловой нагрузки, температурного напора и коэффициента теплоотдачи	1
21	5	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Теплоотдача при пузырьковом кипении и вынужденном движении жидкости в трубе	1 / 1
22	5	РАЗДЕЛ 7 Теплоотдача при конденсации пара	Ламинарный и турбулентный теплообмен при пленочной конденсации «неподвижного» пара на вертикальной поверхности	1 / 1
23	5	РАЗДЕЛ 7 Теплоотдача при конденсации пара	Теплоотдача при пленочной конденсации движущегося пара внутри трубы, на внешней поверхности горизонтальной трубы и в пучке труб	1 / 1
24	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Законы равновесного излучения (Кирхгофа, Планка, Релея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана)	1 / 1
25	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Сложный теплообмен	1 / 1
26	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между газом и его оболочкой	1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
27	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между произвольно расположенными серыми поверхностями	1 / 1
28	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между серым телом и окружающей его оболочкой. теплообмен излучением между серыми телами при наличии экранов	0,5
29	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между серыми плитами.	0,5
30	5	РАЗДЕЛ 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	Концентрационная диффузия. Тепло-и массоотдача в парогазовой среде. диффузионный пограничный слой. Тройная аналогия	1 / 1
31	5	РАЗДЕЛ 9 Тепло-и массообмен в двух-компонентных средах	Тепло-и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду, при конденсации пара из парогазовой среды	1
32	5	РАЗДЕЛ 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	Основы теплового расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов	1
33	5	РАЗДЕЛ 10 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов	Уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов (теплового баланса, теплопередачи). Средняя раз-ность температур и методы ее вычисления	1 / 1
ВСЕГО:				68 / 36

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 14 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	5	РАЗДЕЛ 3 Теплопроводность	Определение коэффициентов тепло-проводности материалов	2
2	5	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата	2
3	5	РАЗДЕЛ 5 Конвективный теплообмен в однофазной среде	Определение коэффициентов теплоотдачи при свободном движении воздуха	2
4	5	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Определение коэффициентов теплоотдачи при кипении воды	4

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
5	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Определение коэффициента излучения твердого тела	2
6	5	РАЗДЕЛ 8 Теплообмен излучением	Определение коэффициента поглощения лучистой энергии оптически плотной средой	2
ВСЕГО:				68 / 36

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	4	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]	4
2	4	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]	10
3	4	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]	12
4	4	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]	12
5	4	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]	11
6	5	РАЗДЕЛ 6 Теплоотдача при кипении жидкости	Влияние различных факторов на величину первой критической плотности теплового потока. 1. Подготовка к практическому занятию. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников [3 стр. 191-202],[6, стр. 50-53]	18
7	5	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	17

8	5	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]	17
9	5	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]	18
10	5	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]	20
ВСЕГО:				139

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	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	Все разделы
3	Теплоэнергетика железнодорожного транспорта	Минаев Б.Н.	М.: ФГБОУ, 2013	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	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	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	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	Все разделы
8	Теплопередача	Юдаев Б.Н.	М.: Высшая шко-ла, 1973	Все разделы
9	Конвективный тепло- и массообмен.	Кэйс В.М.	М.: Энергия, 1972	Все разделы
10	Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах	Петухов Б.С.	М.: Энергия, 1976	Все разделы
11	Теория тепломассобмена	Леонтьев А.И.	М.: Высшая шко-ла, 1979	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	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