

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ТЕПЛОМАССООБМЕН

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4; 6 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	5 семестр - 8 часов; 6 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Практические занятия	5 семестр - 8 часов; 6 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	5 семестр - 124,5 часа; 6 семестр - 124,5 часа; всего - 249,0 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	5 семестр - 1,2 часа; 6 семестр - 1,2 часа; всего - 2,4 часа
включая: Тестирование Решение задач Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	6 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rbd1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В. Хомченко

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение законов и принципов теплообмена и их применения для анализа и расчета процессов, происходящих в теплоэнергетических и теплотехнических установках

Задачи дисциплины

- обеспечение базовой и профессиональной теплотехнической подготовки, включающей освоение современных расчетных методов теплообмена для анализа, расчета и оптимизации процессов и установок в теплоэнергетике и теплотехнологиях;;

- обучение методам расчета основных процессов теплообмена: теплопроводности в элементах конструкций, теплообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена, радиационного теплообмена, а также основам расчета теплообменных аппаратов..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-3 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	знать: - методики расчета процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена; - методики расчета процессов теплопроводности и излучения в теплообменном оборудовании; - основные механизмы переноса теплоты и массы и их особенности в различных теплоэнергетических установках. уметь: - проводить тепловой расчет теплообменных аппаратов; - рассчитывать процессы теплообмена при вынужденной и естественной конвекции; - рассчитывать температурные поля в элементах конструкций тепловых установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные понятия тепломассообмена	13.55	5	1	-	1	-	0.25	-	0.3	-	11	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материала лекций, изучение дополнительного материала по разделу "Принципы тепломассообмена": [1] стр. 17-25, подготовка к практическим занятиям и к контрольным работам: [2] стр. 6-7, 9.</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Теплопроводность" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p>
1.1	Основные понятия тепломассообмена	13.55		1	-	1	-	0.25	-	0.3	-	11	-	
2	Теплопроводность	26.80		2	-	2	-	0.50	-	0.30	-	22	-	
2.1	Одномерные стационарные задачи теплопроводности	13.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	11	-	
2.2	Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности	13.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	11	-	
3	Теплообмен излучением	24.4		2	-	2	-	0.2	-	0.2	-	20	-	
3.1	Законы излучения. Теплообмен излучением в прозрачной среде	14.2		1	-	1	-	0.1	-	0.1	-	12	-	
3.2	Теплообмен излучением в системе с излучающей и поглощающей газовой	10.2		1	-	1	-	0.1	-	0.1	-	8	-	

	средой													
4	Свободная конвекция	22.35		1.0	-	1.0	-	0.35	-	0.2	-	19.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя": [1] стр. 297-308, 330-343, подготовка к практическим занятиям и к контрольным работам: [2] стр. 80-82, 93-96. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Конвективный теплообмен" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
4.1	Уравнения теории конвективного теплообмена	9.35		0.5	-	0.5	-	0.25	-	0.1	-	8	-	
4.2	Свободная конвекция	13.0		0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	11.8	-	
5	Вынужденная конвекция	20.9		2	-	2	-	0.7	-	0.2	-	16	-	
5.1	Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах)	10.3		1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	8	-	
5.2	Внешняя задача конвективного теплообмена	10.6		1	-	1	-	0.5	-	0.1	-	8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.20	0.3	88.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	8.0	2.00		1.20	0.3		124.5		
6	Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя	39.0	6	2	-	2	-	0.6	-	0.4	-	34	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплообмен излучением" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Теплообмен излучением" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
6.1	Теплообмен излучением в прозрачной среде	16.5		1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	14	-	
6.2	Теплообмен излучением между излучающей и поглощающей средой	22.5		1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	20	-	
7	Тепломассообменные аппараты	47.8		4	-	4	-	0.4	-	0.4	-	39	-	

7.1	Типы теплообменных аппаратов	23.4		2	-	2	-	0.2	-	0.2	-	19	-	задания выполняется тепловой и гидравлический расчет поверхностного рекуперативного теплообменного аппарата. На основе полученных результатов расчетов выполняется чертеж теплообменного аппарата. Задание выполняется индивидуально по вариантам.
7.2	Инженерные методы расчета теплообмена в энергетических установках	24.4		2	-	2	-	0.2	-	0.2	-	20	-	
8	Основы массообмена	21.2		2	-	2	-	1	-	0.4	-	15.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы массообмена".
8.1	Основные понятия массообмена	21.2		2	-	2	-	1	-	0.4	-	15.8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.0		8	-	8	-	2.0	-	1.2	0.3	88.8	35.7	
	Итого за семестр	144.0		8	-	8		2.0		1.2	0.3	124.5		
	ИТОГО	288.00	-	16.0	-	16.0		4.00		2.40	0.6	249.0		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия тепломассообмена

1.1. Основные понятия тепломассообмена

Способы переноса теплоты. Законы переноса теплоты, вещества, импульса. Основные понятия теплообмена: температурное поле, изотермические поверхности, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Вектор плотности теплового потока. Теплопроводность..

2. Теплопроводность

2.1. Одномерные стационарные задачи теплопроводности

Закон Фурье. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. 2 Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Перенос теплоты в плоской стенке и цилиндрической стенках при граничных условиях первого и третьего рода. Теплопередача. Термические сопротивления. Коэффициент теплопередачи..

2.2. Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности

Нестационарная теплопроводность. Дифференциальные уравнения и краевые условия. Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) бесконечной пластины, бесконечного цилиндра и тел конечных размеров..

3. Теплообмен излучением

3.1. Законы излучения. Теплообмен излучением в прозрачной среде

Основные понятия и законы. Количественные характеристики излучения. Классификация потоков излучения. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Излучение и поглощение нечерных тел. Теплообмен излучением в прозрачной среде. Понятие углового коэффициента излучения. Расчет угловых коэффициентов. Замкнутая система поверхностей. Аналитические решения для простых систем. Примеры, приложения. Радиационные и конвективные тепловые потоки. Граничные условия. Задача об экранных поверхностях нагрева. Компьютерное моделирование.

3.2. Теплообмен излучением в системе с излучающей и поглощающей газовой средой

Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение). Расчет теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Эффективная длина луча. Понятие о методах расчета сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и радиационно-конвективного)..

4. Свободная конвекция

4.1. Уравнения теории конвективного теплообмена

Математическое описание процесса конвективного теплообмена: дифференциальные уравнения энергии, движения, неразрывности, обобщенное дифференциальное уравнение. Условия однозначности, уравнение теплоотдачи. Понятие пограничного слоя. Гидродинамический и тепловой пограничный слой. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта..

4.2. Свободная конвекция

Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объёме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объёме (щели, зазоры)..

5. Вынужденная конвекция

5.1. Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах)

Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении в трубе. Вязкостный и вязкостно-гравитационный режимы. Учет начального участка, граничных условий. Число Пекле. Число Стантона. Расчет коэффициента теплопередачи. Интенсификация конвективного теплообмена при течении теплоносителя в трубах и каналах..

5.2. Внешняя задача конвективного теплообмена

Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб..

6. Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя

6.1. Теплообмен излучением в прозрачной среде

Основные понятия и законы. Количественные характеристики излучения. Классификация потоков излучения. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Излучение и поглощение нечерных тел. Теплообмен излучением в прозрачной среде. Понятие углового коэффициента излучения. Расчет угловых коэффициентов. Замкнутая система поверхностей. Аналитические решения для простых систем. Примеры, приложения. Радиационные и конвективные тепловые потоки. Граничные условия. Задача об экранных поверхностях нагрева. Компьютерное моделирование..

6.2. Теплообмен излучением между излучающей и поглощающей средой

1 Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение). Расчет теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Эффективная длина луча. Понятие о методах расчёта сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и радиационно-конвективного)..

7. Тепломассообменные аппараты

7.1. Типы теплообменных аппаратов

Классификация теплообменных аппаратов. Рекуперативные теплообменники. Регенеративные теплообменники. Смесительные теплообменники..

7.2. Инженерные методы расчета тепломассообмена в энергетических установках

Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Метод среднеарифметического температурного напора расчета теплообменных аппаратов. Оценка максимальной тепло-производительности теплообменного аппарата. Сравнение прямотока и противотока, предельные случаи. Теплогидравлический расчет теплообменника..

8. Основы массообмена

8.1. Основные понятия массообмена

Массообмен. Концентрация компонентов смеси. Плотность потока массы. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Кондуктивный поток энергии при наличии диффузии. Термо- и бародиффузия. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду. Адиабатное испарение. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет теплообмена излучением в системе с излучающим и поглощающим газом;
2. Расчет теплопередачи через плоские, цилиндрические и сферические стенки;
3. Расчет теплоотдачи при кипении на поверхности. Расчет кризисов кипения 1-го рода;
4. Расчет теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Принципы тепломассообмена"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплопроводность"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конвективный теплообмен"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплообмен излучением"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепломассообменные аппараты"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы массообмена"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
основные механизмы переноса теплоты и массы и их особенности в различных теплоэнергетических установках	ИД-3 _{ОПК-4}				+						Тестирование/Теплоотдача при фазовых переходах
методики расчета процессов теплопроводности и излучения в теплообменном оборудовании	ИД-3 _{ОПК-4}	+	+								Тестирование/Основные понятия теплообмена
методики расчета процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена	ИД-3 _{ОПК-4}			+							Решение задач/Теплообмен излучением в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой
Уметь:											
рассчитывать температурные поля в элементах конструкций тепловых установок	ИД-3 _{ОПК-4}							+	+		Тестирование/Задачи стационарной теплопроводности Тестирование/Излучение в лучепрозрачной среде
рассчитывать процессы теплообмена при вынужденной и естественной конвекции	ИД-3 _{ОПК-4}						+				Контрольная работа/Массообмен Расчетно-графическая работа/Тепловой расчет теплообменного аппарата
проводить тепловой расчет теплообменных аппаратов	ИД-3 _{ОПК-4}					+					Решение задач/Вынужденная конвекция

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Основные понятия тепломассообмена (Тестирование)
2. Теплоотдача при фазовых переходах (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Вынужденная конвекция (Решение задач)
2. Теплообмен излучением в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой (Решение задач)

6 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Излучение в лучепрозрачной среде (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи стационарной теплопроводности (Тестирование)
2. Массообмен (Контрольная работа)
3. Тепловой расчет теплообменного аппарата (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Солодов А.П. - "Математические модели пленочной конденсации", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (120 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72234;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72234)

2. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 196 с. - ISBN 978-5-383-00468-5 .;

3. Цветков, Ф. Ф. Теплообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4233.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения	Ж-417/1, Компьютерный	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол

промежуточной аттестации	класс ИДДО	письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основные понятия тепломассообмена (Тестирование)

КМ-2 Теплообмен излучением в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой (Решение задач)

КМ-3 Теплоотдача при фазовых переходах (Тестирование)

КМ-4 Вынужденная конвекция (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	15	15	11
1	Основные понятия тепломассообмена					
1.1	Основные понятия тепломассообмена		+			
2	Теплопроводность					
2.1	Одномерные стационарные задачи теплопроводности		+			
2.2	Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности		+			
3	Теплообмен излучением					
3.1	Законы излучения. Теплообмен излучением в прозрачной среде			+		
3.2	Теплообмен излучением в системе с излучающей и поглощающей газовой средой			+		
4	Свободная конвекция					
4.1	Уравнения теории конвективного теплообмена				+	
4.2	Свободная конвекция				+	
5	Вынужденная конвекция					
5.1	Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах)					+
5.2	Внешняя задача конвективного теплообмена					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тепловой расчет теплообменного аппарата (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Массообмен (Контрольная работа)
- КМ-3 Задачи стационарной теплопроводности (Тестирование)
- КМ-4 Излучение в лучепрозрачной среде (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	7	7	11
1	Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя					
1.1	Теплообмен излучением в прозрачной среде		+	+		
1.2	Теплообмен излучением между излучающей и поглощающей средой		+	+		
2	Тепломассообменные аппараты					
2.1	Типы теплообменных аппаратов				+	+
2.2	Инженерные методы расчета тепломассообмена в энергетических установках				+	+
3	Основы массообмена					
3.1	Основные понятия массообмена				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25