

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Аэрокосмические технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕПЛОМАССОБМЕН И ТЕПЛОЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соколов В.П.
	Идентификатор	R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c

В.П. Соколов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	RP722806b-ShevchenkoIGV-73cb47f

И.В. Шевченко

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение проблем тепловой защиты и теплового состояния теплонапряженных узлов и деталей энергетического оборудования, а также методов выполнения соответствующих расчетов температурных полей применительно к различным системам охлаждения.

Задачи дисциплины

- Освоение основных физических принципов построения методов и средств тепловой защиты.;
- Приобретение умения оценивать влияния свойств поверхности на конвективный теплообмен в пограничном слое.;
- Освоение методов физического и математического моделирования процессов термо – газодинамики и тепло - массообмена на поверхностях теплонапряженных элементов конструкций.;
- Приобретения умения использования математических моделей, алгоритмов расчетов температурных полей и потребной толщины материалов теплозащитных покрытий для теплонапряженных элементов конструкции.;
- Владение испытаниями, диагностикой и эксплуатационными требованиями к тепловой защите теплонапряженных узлов..

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
ПК-2 Способен выполнять разработку теплотехнических решений для аэрокосмической техники	ИД-1 _{ПК-2} Разрабатывает теплотехнические решения для обеспечения функционирования экипажа и оборудования	знать: - Методы тепловой защиты при различных принципах отвода теплоты.;- Методы физического и математического моделирования процессов термо - газодинамики и тепло - массообмена.;- Назначение, области применения и методы тепловой защиты.;- Методов и средств тепловой защиты теплоэнергетических установок.. уметь: - Использовать математический аппарат и программные средства для определения тепловых нагрузок.;- Использовать физические и математические модели для анализа тепловые процессы.;- Выполнять инженерные расчеты температурных полей и выбора теплозащитных материалов.;- Проводить выбор эффективных способов тепловой защиты и методов охлаждения элементов теплоэнергетических установок..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Аэрокосмические технологии в теплоэнергетике и теплотехнике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 4 зачетных единицы, 144 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	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.	14	3	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения теплообмена." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения теплообмена."</p>	
1.1	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		
2	Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 45-63 [6], 245-26</p>
2.1	Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-		

3	Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 87-96
4	Тепло- и массообмен. Основные понятия.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепло- и массообмен. Основные понятия."
4.1	Тепло- и массообмен. Основные понятия.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепло- и массообмен. Основные понятия." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 78-159 [8], 102-104, 106-120
5	Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации."
5.1	Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 93-105
6	Методы интенсификации теплообмена.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы интенсификации теплообмена."
6.1	Методы интенсификации теплообмена.	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу

													"Методы интенсификации теплообмена." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 45-68 [7], 145-287
7	Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы охлаждения деталей турбокомпрессора."
7.1	Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы охлаждения деталей турбокомпрессора." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 45-320
8	Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок." <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок."
8.1	Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 45-287
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32		2		-	0.5		77.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.

1.1. Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.

Виды переноса теплоты. Сложный теплообмен. Методы исследования тепловых процессов. Основные понятия, используемые при описании процессов переноса тепла. Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Математическая формулировка задач теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности..

2. Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.

2.1. Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.

Температурное поле. Тепловой поток и плотность теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность через однослойные и многослойные плоские и цилиндрические стенки. Термическое сопротивление. Основные понятия. Физика излучения. Поверхностное излучение. Спектральное и интегральное излучение. Поток и плотность потока излучения. Интенсивность излучения. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением в поглощающих и излучающих средах. Численные методы расчета температурных полей..

3. Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.

3.1. Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.

Коэффициент теплоотдачи. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Условия однозначности. Основные положения теории пограничного слоя. Основы теории подобия. Условия подобия физических явлений. Критериальные уравнения. Определяющие и определяемые критерии. Физический смысл основных критериев подобия. Теплоотдача при вынужденном течении жидкостей в трубах. Расчетные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном обтекании пучков труб. Теплоотдача при свободной конвекции..

4. Тепло- и массообмен. Основные понятия.

4.1. Тепло- и массообмен. Основные понятия.

Молекулярная диффузия. Конвективный массообмен. Массоотдача. Аналогия процессов тепло- и массообмена. Тепломассообмен при химических превращениях..

5. Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.

5.1. Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.

Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсация. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Конструктивный и поверочный расчеты теплообменных аппаратов..

6. Методы интенсификации теплообмена.

6.1. Методы интенсификации теплообмена.

Пленочная и капельная конденсация. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Конструктивный и поверочный расчеты теплообменных аппаратов..

7. Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.

7.1. Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.

Системы охлаждения деталей газовых турбин. Охлаждения рабочих и сопловых лопаток, Охлаждение дисков. Охлаждение подшипников. Газо-воздушные и воздушно - масляные теплообменники. Оценка эффективности охлаждения. Термобарьерные покрытия и их характеристики. Технологии изготовления компактных теплообменников. Принципы построения гидравлический сетей и расчеты потерь давления. Экспериментальные методы определения эффективности охлаждения..

8. Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.

8.1. Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.

Теплообмен и трение на проницаемой поверхности. Охлаждение вторичным воздухом. Пленочное охлаждение. Применение керамических материалов. Системы охлаждения топливом. Теплообмен при использовании эндотермических реакций. Системы тепловой защиты перспективных энергетических установок и летательных аппаратов. Течение в трехмерном пограничном слое. Теплообмен в разряженном газе. Терморегулирование. Теплозащитные покрытия. Требования к теплозащитным покрытиям. Сублимирующиеся и плавящиеся стекловидные покрытия, Влияние горения на унос покрытия..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет теплопроводности через плоские и цилиндрические стенки; оформление результатов расчета;
2. Решение задач по определению коэффициентов теплоотдачи;
3. Расчет температурного состояния стенки при наличие защитного покрытия;
4. Выбор режима движения жидкости и соответствующее критериальное уравнение; сравнение результатов расчетов разными методами;
5. Расчет двумерного температурного поля методом конечных элементов.;
6. Гидравлический и тепловой расчет теплообменных аппаратов;
7. Моделирование потокораспределения воздуха в каналах охлаждения.;
8. Использование основного закона лучистого теплообмена; оценка результатов расчетов.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения тепломасообмена."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя."

4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепло- и массообмен. Основные понятия."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы интенсификации теплообмена."
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы охлаждения деталей турбокомпрессора."
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок."

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:											
Методов и средств тепловой защиты теплоэнергетических установок.	ИД-1ПК-2	+	+								Контрольная работа/Процессы теплопроводности в газах и твердых телах
Назначение, области применения и методы тепловой защиты.	ИД-1ПК-2				+						Контрольная работа/Моделирование процессов тепло-массообмена.
Методы физического и математического моделирования процессов термо - газодинамики и тепло - массообмена.	ИД-1ПК-2									+	Контрольная работа/Методы охлаждения и системы тепловой защиты основных узлов и деталей энергетических установок.
Методы тепловой защиты при различных принципах отвода теплоты.	ИД-1ПК-2			+							Контрольная работа/Моделирование процессов тепло-массообмена.
Уметь:											
Проводить выбор эффективных способов тепловой защиты и методов охлаждения элементов теплоэнергетических установок.	ИД-1ПК-2									+	Контрольная работа/Методы интенсификации теплообмена при конвекции, кипении и конденсации. Методы расчета.
Выполнять инженерные расчеты температурных полей и выбора теплозащитных материалов.	ИД-1ПК-2									+	Контрольная работа/Методы охлаждения и системы тепловой защиты основных узлов и деталей энергетических установок.
Использовать физические и математические модели для анализа тепловые процессы.	ИД-1ПК-2			+							Контрольная работа/Моделирование процессов тепло-массообмена.
Использовать математический аппарат и программные средства для определения тепловых нагрузок.	ИД-1ПК-2					+		+			Контрольная работа/Методы интенсификации теплообмена при конвекции, кипении и конденсации. Методы расчета.

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы интенсификации теплообмена при конвекции, кипении и конденсации. Методы расчета. (Контрольная работа)
2. Методы охлаждения и системы тепловой защиты основных узлов и деталей энергетических установок. (Контрольная работа)
3. Моделирование процессов тепло-массообмена. (Контрольная работа)
4. Процессы теплопроводности в газах и твердых телах (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Андреев, В. К. Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев, Сибирск. федерал. ун-т, Ин-т вычислительного моделирования СО РАН . – Санкт-Петербург : Лань, 2021 . – 240 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1998-2 .;
2. Исаев, А. И. Расчет температурных полей узлов энергетических установок / А. И. Исаев, [и др.] ; ред. И. Г. Киселев . – Л. : Машиностроение, 1978 . – 192 с.;
3. Иванов, В. Л. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок : [учебник для вузов] / В. Л. Иванов, Э. А. Манушин ; общ. ред. А. Ю. Варакин . – 3-е изд., перераб. и доп . – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019 . – 534 с. – (Техническая физика и энергомашиностроение) . - ISBN 978-5-7038-4813-5 .;
4. Учебное пособие по курсу "Спецвопросы теплообмена": Математическое моделирование процессов теплообмена / О. В. Доброчеев, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; Ред. В. А. Горбенко . – М. : Изд-во МЭИ, 1986 . – 92 с.;
5. Витков, Г. А. Гидравлическое сопротивление и теплообмен / Г. А. Витков, Л. П. Холпанов, С. Н. Шерстнев, Ин-т новых химических проблем Рос. акад. наук . – М. : Наука, 1994 . – 288 с. - ISBN 5-02-001642-X : 2550.00 .;
6. Теория теплообмена : Учебник для машиностроительных специальностей технических университетов и вузов / С. И. Исаев, и др. ; Ред. А. И. Леонтьев . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997 . – 683 с. - ISBN 5-7038-1265-8 : 40000.00 .;

7. Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров : Справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк . – М. : Машиностроение, 2004 . – 512 с. - ISBN 5-942750-48-3 .;
8. Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М.- "Тепломассообмен", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (240 с.)
<https://e.lanbook.com/book/145855>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. FlowVision;
4. Ansys / CAE Fidesys.

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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-207, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-207, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен и теплозащита элементов теплоэнергетических установок

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Процессы теплопроводности в газах и твердых телах (Контрольная работа)
- КМ-2 Моделирование процессов тепло-массообмена. (Контрольная работа)
- КМ-3 Методы интенсификации теплообмена при конвекции, кипении и конденсации. Методы расчета. (Контрольная работа)
- КМ-4 Методы охлаждения и системы тепловой защиты основных узлов и деталей энергетических установок. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.					
1.1	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения процессов теплообмена.		+			
2	Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.					
2.1	Механизм теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах: металлах, диэлектриках.		+			
3	Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.					
3.1	Конвективный теплообмен. Основные положения теории пограничного слоя.			+		
4	Тепло- и массообмен. Основные понятия.					
4.1	Тепло- и массообмен. Основные понятия.			+		
5	Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.					
5.1	Теплоотдача при кипении. Теплообмен при конденсации.				+	
6	Методы интенсификации теплообмена.					
6.1	Методы интенсификации теплообмена.				+	
7	Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.					
7.1	Методы охлаждения деталей турбокомпрессора.				+	+

8	Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.				
8.1	Системы о тепловой защиты перспективных энергетических установок.				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25