

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

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Техника и физика низких температур

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕПЛОМАССООБМЕН**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.04</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5; 6 семестр - 5; всего - 10</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>360 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 60 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 48 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 76 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 97,5 часа; 6 семестр - 107,5 часов; всего - 205,0 часов</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Коллоквиум</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа; всего - 1,0 час</b>

**Москва 2018**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ястребов А.К.
	Идентификатор	R0e5b2163-YastrebovAK-2523fea7

(подпись)

А.К. Ястребов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

(подпись)

А.П. Крюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение закономерностей переноса теплоты для процессов теплопроводности, конвекции, теплового излучения, теплообмена при фазовых переходах и массообмена

### Задачи дисциплины

- изучение методов исследования процессов теплообмена;
- получение информации о методах расчета количественных характеристик процессов теплообмена для основных видов переноса теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение), а также при наличии фазовых переходов и массообмена;
- приобретение навыков применения этих методов для решения различных прикладных задач, возникающих в инженерной практике.

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 анализировать результаты расчетов процессов переноса, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования специального назначения	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов энергетического оборудования различного назначения	знать: - основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах; - способы расчета температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока; - способы расчета теплового потока между телами различной формы при теплообмене излучением; - особенности процессов переноса тепла и массы в многокомпонентных системах.  уметь: - вычислять коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции; - вычислять коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных поверхностях; - вычислять коэффициент теплоотдачи при кипении в большом объеме и при движении кипящей жидкости; - участвовать в экспериментальных исследованиях процессов теплообмена и обработке результатов экспериментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и физика низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы дисциплин "Математика" и "Общая физика"

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 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ 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	Основы теории теплообмена	144	5	32	-	48	-	-	-	-	-	64	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет температурного поля в плоской пластине с внутренними источниками тепла при несимметричных граничных условиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы теории теплообмена"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основы теории теплообмена и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории теплообмена"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 319-512 [2], 257-539 [3], 56-78</p>	
1.1	Классификация процессов тепломассообмена	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Теплопроводность	58		12	-	22	-	-	-	-	-	-	24		-
1.3	Конвективный теплообмен	58		12	-	22	-	-	-	-	-	-	24		-
1.4	Теплообмен излучением	22		6	-	4	-	-	-	-	-	-	12		-

														[4], 99-191 [5], 19-38 [6], 158-498
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	48	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	48	2	-	-	0.5	97.5			
2	Основы переноса тепла и массы	144	6	28	14	28	-	-	-	-	-	74	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы переноса тепла и массы"
2.1	Массообмен	12		6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов
2.2	Теплообмен при конденсации	44		10	-	14	-	-	-	-	-	20	-	обработки результатов по изученному в разделе "Основы переноса тепла и массы" материалу.
2.3	Теплообмен при кипении	46		12	-	14	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
2.4	Лабораторные работы	42		-	14	-	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основы переноса тепла и массы и подготовка к контрольной работе
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы переноса тепла и массы"
	Всего за семестр	180.0		28	14	28	-	2	-	-	0.5	74	33.5	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 25-318 [2], 33-256 [3], 3-55 [4], 5-98 [5], 2-18 [6], 13-157

	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>107.5</b>	
	<b>ИТОГО</b>	<b>360.0</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	<b>76</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>1.0</b>	<b>205.0</b>	

**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. Основы теории теплообмена

#### 1.1. Классификация процессов тепломассообмена

Предмет курса. Основные способы переноса теплоты..

#### 1.2. Теплопроводность

Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле, изотермические поверхности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Закон Фурье. Теплопроводность различных веществ. Условия однозначности.. Стационарная теплопроводность одно- и многослойной стенок простейшей геометрии. Условие рационального выбора материала тепловой изоляции для цилиндрической стенки. Учет зависимости теплопроводности от температуры. Интенсификация теплопередачи. Эффективность оребрения. Теплопроводность ребер. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты.. Нестационарная теплопроводность в пластине, цилиндре, шаре. Основы теории регулярного режима. Нестационарный перенос тепла теплопроводностью в полубесконечном теле. Особенности многомерных задач теплопроводности. Теорема перемножения решений..

#### 1.3. Конвективный теплообмен

Основные понятия и определения. Классификация процессов. Дифференциальное уравнение энергии. Система уравнений конвективного теплообмена. Приближение пограничного слоя. Основы теории подобия. Понятие подобия физических процессов. Критерии и уравнения подобия. Метод анализа размерностей.. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании тел. Осреднение уравнений конвективного теплообмена для турбулентного пограничного слоя. Продольное обтекание пластины, ламинарный и турбулентный пограничный слой. Аналогия Рейнольдса. Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании труб.. Особенности конвективного теплообмена при течении в каналах. Расчет теплоотдачи для стабилизированного течения. Теплоотдача при ламинарном режиме, задача Гретца-Нуссельта. Закономерности теплоотдачи при турбулентном режиме течения.. Теплообмен при естественной конвекции около вертикальной пластины и горизонтальной трубы при ламинарном и турбулентном пограничном слое. Естественная конвекция в узких каналах. Понятие о конвективной неустойчивости стратифицированного слоя жидкости..

#### 1.4. Теплообмен излучением

Основные понятия. Законы излучения черного тела. Особенности реальных поверхностей. Лучистый теплообмен в диатермической среде. Общий метод расчета для серых поверхностей и диффузного излучения. Угловые коэффициенты. Решение задач для простейших схем..

### 2. Основы переноса тепла и массы

#### 2.1. Массообмен

Совместные процессы тепло- и массообмена. Характеристики переноса массы и энергии в бинарной системе. Диффузия, закон Фика. Система дифференциальных уравнений для тепло- и массообмена. Аналогия процессов тепло- и массообмена при низкой интенсивности массообмена. Тройная аналогия. Особенности тепло- и массообмена при значительном поперечном потоке массы..



## 2.2. Теплообмен при конденсации

Классификация процессов, возможные режимы конденсации пара. Система уравнений для движения жидкости со свободной поверхностью при фазовом переходе I рода. Решение Нуссельта для пленочной конденсации на вертикальной стенке и его последующие уточнения. Конденсация на горизонтальной трубе. Числа подобия. Турбулентное течение конденсированной пленки. Особенности пленочной конденсации внутри труб. Механизм и теплообмен при капельной конденсации..

## 2.3. Теплообмен при кипении

Классификация процессов. Модели элементарных процессов. Режимы кипения в большом объеме. Теплоотдача в различных режимах, кризисы кипения. Теоретические модели теплообмена при кипении в большом объеме. Устойчивость процесса с точки зрения теплового баланса греющей стенки. Кипение при вынужденном течении жидкости. Теплообмен при движении фронта фазового перехода..

## 2.4. Лабораторные работы

Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима. Опытное изучение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции воздуха около тел различной геометрии. Изучение теплоотдачи при кипении азота в большом объеме..

## 3.3. Темы практических занятий

1. Стационарные задачи теплопроводности без внутренних источников тепла (8 часов).;
2. Стационарные задачи теплопроводности при наличии внутренних источников тепла (6 часов).;
3. Нестационарные задачи теплопроводности (8 часов).;
4. Конвективный теплообмен при внешнем обтекании тел (6 часов).;
5. Конвективный теплообмен при ламинарном течении в каналах (6 часов).;
6. Конвективный теплообмен при турбулентном течении в каналах (4 часа).;
7. Теплообмен при естественной конвекции около тел различной формы (6 часов).;
8. Теплообмен излучением (4 часа).;
9. Пленочная конденсация неподвижного пара на вертикальных плоскостях и трубах (6 часов).;
10. Пленочная конденсация неподвижного пара на горизонтальных трубах (4 часа).;
11. Пленочная конденсация движущегося пара (4 часа).;
12. Теплообмен при пузырьковом кипении в большом объеме (6 часов).;
13. Кризисы кипения, теплообмен при пленочном кипении в большом объеме (4 часа).;
14. Теплообмен при кипении движущейся в канале жидкости (4 часа)..

## 3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима (4 часа).;
2. Опытное изучение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции воздуха около тел различной геометрии (4 часа).;
3. Изучение теплоотдачи при кипении азота в большом объеме (6 часов)..

## 3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы теории теплообмена"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы переноса тепла и массы"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы теории теплообмена"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы переноса тепла и массы"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Основы теории теплообмена"
2. Консультации проводятся по разделу "Основы переноса тепла и массы"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории теплообмена"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы переноса тепла и массы"

### **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	
<b>Знать:</b>				
особенности процессов переноса тепла и массы в многокомпонентных системах	ИД-2ПК-2		+	Коллоквиум/Массообмен
способы расчета теплового потока между телами различной формы при теплообмене излучением	ИД-2ПК-2	+		Контрольная работа/Теплообмен излучением
способы расчета температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока	ИД-2ПК-2	+		Контрольная работа/Теплопроводность
основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах	ИД-2ПК-2	+		Коллоквиум/Классификация процессов теплообмена
<b>Уметь:</b>				
участвовать в экспериментальных исследованиях процессов теплообмена и обработке результатов экспериментов	ИД-2ПК-2		+	Лабораторная работа/Изучение теплоотдачи при кипении азота в большом объеме  Лабораторная работа/Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима  Лабораторная работа/Опытное изучение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции воздуха около тел различной геометрии
вычислять коэффициент теплоотдачи при кипении в большом объеме и при движении кипящей жидкости	ИД-2ПК-2		+	Контрольная работа/Теплообмен при кипении
вычислять коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных	ИД-2ПК-2		+	Контрольная работа/Теплообмен при конденсации

поверхностях				
вычислять коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции	ИД-2ПК-2	+		Контрольная работа/Конвективный теплообмен

#### **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: Письменная работа

1. Конвективный теплообмен (Контрольная работа)
2. Теплообмен излучением (Контрольная работа)
3. Теплопроводность (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Классификация процессов теплообмена (Коллоквиум)

###### **6 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Изучение теплоотдачи при кипении азота в большом объеме (Лабораторная работа)
2. Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима (Лабораторная работа)
3. Опытное изучение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции воздуха около тел различной геометрии (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Теплообмен при кипении (Контрольная работа)
2. Теплообмен при конденсации (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Массообмен (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №5)

Экзамен (Семестр №6)

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. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : учебное пособие для вузов по энергетическим специальностям / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 550 с. - ISBN 5-7046-1270-9 .;

2. Ягов, В. В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / В. В. Ягов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2014 . – 542 с. - ISBN 978-5-383-00854-6 .;
3. Ястребов, А. К. Некоторые задачи теплообмена в однофазных и двухфазных системах : учебное пособие по курсу "Тепло- и массообмен" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. К. Ястребов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1564-4 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7266](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7266);
4. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 196 с. - ISBN 978-5-383-00259-9 .;
5. Гиневский, А. Ф. Лабораторные работы по теплообмену. Часть 1. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Тепло- и массообмен" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" подготовки "Техника и физика низких температур" и др. / А. Ф. Гиневский, П. В. Королев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 40 с. - ISBN 978-5-7046-1661-0 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8173](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8173);
6. Григорьев Б.А.- "Тепломассообмен", Издательство: "МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005637.html>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. MathCad;
4. Matlab.

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

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
9. 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	М-503, Учебная лаборатория "Программно-аппаратная средства защиты информации"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, кондиционер

	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-404, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-503, Учебная лаборатория "Программно-аппаратная средства защиты информации"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, кондиционер
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-404, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-400, Учебная лаборатория теплообмена	стол, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	М-503, Учебная лаборатория "Программно-аппаратная средства защиты информации"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, кондиционер
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-404, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "ИТ"	стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепломассообмен

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Классификация процессов теплообмена (Коллоквиум)

КМ-2 Теплопроводность (Контрольная работа)

КМ-3 Конвективный теплообмен (Контрольная работа)

КМ-4 Теплообмен излучением (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	7	12	15
1	Основы теории теплообмена					
1.1	Классификация процессов тепломассообмена		+			
1.2	Теплопроводность			+		
1.3	Конвективный теплообмен				+	
1.4	Теплообмен излучением					+
Вес КМ, %:			5	40	40	15

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-5 Массообмен (Коллоквиум)

КМ-6 Теплообмен при конденсации (Контрольная работа)

КМ-7 Теплообмен при кипении (Контрольная работа)

КМ-8 Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима (Лабораторная работа)

КМ-9 Опытное изучение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции воздуха около тел различной геометрии (Лабораторная работа)

КМ-10 Изучение теплоотдачи при кипении азота в большом объеме (Лабораторная работа)

10

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	3	7	12	14	14	14



1	Основы переноса тепла и массы						
1.1	Массообмен	+					
1.2	Теплообмен при конденсации		+				
1.3	Теплообмен при кипении			+			
1.4	Лабораторные работы				+	+	+
Вес КМ, %:		10	25	25	13	13	14