

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

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РАСЧЕТ ПРОЦЕССОВ МАССОПЕРЕНОСА**

<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.09.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 93,5 часа;</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>Контрольная работа</b>	
<b>Перекрестный опрос</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Бобров В.Б.
	Идентификатор	R84cde94f-BobrovVB-6549f943

В.Б. Бобров

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Яньков Г.Г.
	Идентификатор	Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc

Г.Г. Яньков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

Д.Н. Герасимов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение и практическое освоение методов расчета процессов массопереноса.

### Задачи дисциплины

- изучение физических механизмов переноса тепла и массы в процессах тепло- и массообмена;;
- изучение математического описания совместно протекающих процессов тепло- и массообмена применительно к типовым конструкциям и режимам работы энергетического оборудования, а также аппаратов и установок для различных областей новой техники и технологии;;
- освоение методов решения задач массообмена;;
- приобретение навыков расчета процессов массопереноса в элементах тепломассообменного оборудования на основе научно обоснованных соотношений..

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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы, используемые в атомной энергетике	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Имеет навыки математического описания и моделирования процессов в рабочих телах и элементах энергетических установок	знать: - закономерности процессов и методы расчета тепло- и массообмена при фазовых превращениях.; - физические механизмы переноса тепла и массы и методы расчета свойств смеси;.  уметь: - рассчитывать тепло- и массообменное оборудование энергетических установок.; - составлять математическое описание процессов тепло- и массообмена применительно к режимам работы элементов энергетических установок;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплофизика и молекулярная физика (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать курс теплообмена
- уметь решать задачи по теплообмену

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	Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях	41.25	2	4.00	-	12.25	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p>
1.1	Диффузия и причины ее возникновения	2.25		0.25	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Концентрация смеси	3.25		0.25	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Скорость диффузии	3.25		0.25	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.4	Массовые и мольные потоки	3.25		0.25	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.5	Закон Фика для бинарной смеси	5.5		0.5	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.6	Эквимолярная и эквимассовая противодиффузия	4.25		0.25	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
1.7	Свойства смеси	6		1	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.8	Аналогия процессов молекулярного переноса массы, импульса и энергии	4.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
1.9	Расчет диффузии в многокомпонентных газовых смесях	6.5		0.5	-	3	-	-	-	-	-	3	-	

1.10	Термо- и бародиффузия в бинарной смеси	2.50	0.25	-	0.25	-	-	-	-	-	2	-	Изучение материала по разделу "Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 369 - стр. 388 [4], стр. 468 - стр. 499
2	Одномерные задачи диффузии	27.75	5.0	-	7.75	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Одномерные задачи диффузии" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Одномерные задачи диффузии" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
2.1	Диффузия через неподвижный слой газовой смеси	6.75	1	-	2.75	-	-	-	-	-	3	-	
2.2	Каталитический реактор	2.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.3	Диффузия сопровождающаяся гомогенной химической реакцией	2.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.4	Одновременный перенос тепла и массы через слой газовой смеси	6	1	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
2.5	Способы измерения влажности	7	1	-	3	-	-	-	-	-	3	-	
2.6	Нестационарное испарение	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Одномерные задачи диффузии" и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу

													"Одномерные задачи диффузии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Одномерные задачи диффузии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 397 - стр. 406	
3	Задачи конвективного тепло- и массообмена	31	6	-	9	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Задачи конвективного тепло- и массообмена"
3.1	Уравнение конвективной диффузии	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
3.2	Уравнение сохранения импульса	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Задачи конвективного тепло- и массообмена" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
3.3	Уравнения сохранения энергии	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.4	Аналогия процессов теплообмена и массообмена	5	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.5	Постановка и автоматическое решение задачи о сопротивлении трения, ТО и МО при продольном обтекании плоской пластины (ламинарное течение)	7	1	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Задачи конвективного тепло- и массообмена" и подготовка к контрольной работе
3.6	Расчет сопротивления трения, ТО и МО с учетом влияния поперечного потока массы	10	1	-	5	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Задачи конвективного тепло- и массообмена" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Задачи конвективного тепло- и массообмена" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 102 - стр. 122
4	Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы	9.0	1	-	3	-	1.0	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на решения минизадачи по разделу "Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы". Студенты необходимо повторить теоретический материал. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующее: Пар конденсируется из насыщенной паровоздушной смеси, движущейся сверху вниз в вертикальной круглой трубе, наружная поверхность которой охлаждается водой. Труба диаметром 12×1 мм изготовлена из стали с теплопроводностью 15 Вт/(м·К). На наружной поверхности трубы имеются отложения, что создает дополнительное термическое сопротивление величиной $8 \cdot 10^{-4}$ м²К/Вт. Коэффициент теплоотдачи со стороны охлаждающей воды можно принять постоянным и равным 5 кВт/(м²К). Термическое сопротивление пленки конденсата принять постоянным по длине и равным $10^{-4}$ м²К/Вт. Давление смеси можно считать не изменяющимся по длине трубы. Определить длину трубы, необходимую для того, чтобы температура смеси на выходе стала равной $t_{out}$ .
4.1	Расчет конденсатора методом Кольборна и Хоугена	9.0	1	-	3	-	1.0	-	-	-	4	-	теоретический материал. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующее: Пар конденсируется из насыщенной паровоздушной смеси, движущейся сверху вниз в вертикальной круглой трубе, наружная поверхность которой охлаждается водой. Труба диаметром 12×1 мм изготовлена из стали с теплопроводностью 15 Вт/(м·К). На наружной поверхности трубы имеются отложения, что создает дополнительное термическое сопротивление величиной $8 \cdot 10^{-4}$ м²К/Вт. Коэффициент теплоотдачи со стороны охлаждающей воды можно принять постоянным и равным 5 кВт/(м²К). Термическое сопротивление пленки конденсата принять постоянным по длине и равным $10^{-4}$ м²К/Вт. Давление смеси можно считать не изменяющимся по длине трубы. Определить длину трубы, необходимую для того, чтобы температура смеси на выходе стала равной $t_{out}$ . <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 82 - стр. 86
	Экзамен	35.0	-	-	-	-	1.0	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.00	16.00	-	32.00	-	2.0	-	-	0.5	60	33.5	

	Итого за семестр	144.00		16.0 0	-	32. 00	2.0	-	0.5	93.5	
--	------------------	--------	--	-----------	---	-----------	-----	---	-----	------	--

**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. Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях

##### 1.1. Диффузия и причины ее возникновения

Концентрационная диффузия. Термодиффузия. Бародиффузия. Диффузия в поле внешних сил.

##### 1.2. Концентрация смеси

В массовых единицах. В мольных единицах.

##### 1.3. Скорость диффузии

Относительно средней массовой. Относительно средней мольной.

##### 1.4. Массовые и мольные потоки

В массовых единицах. В мольных единицах.

##### 1.5. Закон Фика для бинарной смеси

В массовых единицах (относительно средней массовой скорости и неподвижной системы координат). В мольных единицах (относительно средней мольной скорости и неподвижной системы координат).

##### 1.6. Эквимольная и эквимассовая противодиффузия

Эквимольная противодиффузия. Эквимассовая противодиффузия. Диффузия газа в твердом теле.

##### 1.7. Свойства смеси

Коэффициент диффузии. Теплоемкость, вязкость, теплопроводность газовой смеси.

##### 1.8. Аналогия процессов молекулярного переноса массы, импульса и энергии

Поток Стефана. Коэффициент массоотдачи.

##### 1.9. Расчет диффузии в многокомпонентных газовых смесях

Для идеальных газовых смесей (точно). Уравнение Стефана - Максвелла (точно). Эффективный коэффициент диффузии для двухкомпонентной системы.

##### 1.10. Термо- и бародиффузия в бинарной смеси

Термодиффузия. Бародиффузия.

#### 2. Одномерные задачи диффузии

##### 2.1. Диффузия через неподвижный слой газовой смеси

Вывод формулы Стефана. Случай эквимольной противодиффузии.

##### 2.2. Каталитический реактор

Решение для реакции димеризации.

##### 2.3. Диффузия сопровождающаяся гомогенной химической реакцией

Решение для малой концентрации одного компонента.

2.4. Одновременный перенос тепла и массы через слой газовой смеси  
Перенос тепла в смеси. Пленочная модель.

2.5. Способы измерения влажности  
Гигрометр точки росы. Психрометр Августа.

2.6. Нестационарное испарение  
Получение автомодельного решения. Анализ безразмерного профиля.

### 3. Задачи конвективного тепло- и массообмена

3.1. Уравнение конвективной диффузии  
Случай ПС, ГУ.

3.2. Уравнение сохранения импульса  
Случай ПС, ГУ.

3.3. Уравнения сохранения энергии  
Случай ПС, ГУ.

3.4. Аналогия процессов теплообмена и массообмена  
Частный случай существования аналогии (равенство теплоемкостей). Частный случай существования аналогии ( $Le=1$ ). Система уравнений. ГУ. Параметр проницаемости.

3.5. Постановка и автомодельное решение задачи о сопротивлении трения, ТО и МО при продольном обтекании плоской пластины (ламинарное течение)  
Система уравнений для ПС. Получение автомодельного решения.

3.6. Расчет сопротивления трения, ТО и МО с учетом влияния поперечного потока массы  
 $C_f$ .  $Nu$ .  $Sh$ .  $Z$ -поправка.

### 4. Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы

4.1. Расчет конденсатора методом Кольборна и Хоугена  
Свойства смеси. Расход и мощность. Тепло- и массообмен.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Одновременный перенос тепла и массы через слой газовой смеси;
2. Термо- и бародиффузия в бинарной смеси;
3. Расчет конденсатора методом Кольборна и Хоугена;
4. Расчет сопротивления трения, ТО и МО с учетом влияния поперечного потока массы;
5. Аналогия процессов теплообмена и массообмена;
6. Способы измерения влажности;
7. Диффузия через неподвижный слой газовой смеси;
8. Закон Фика для бинарной смеси;
9. Расчет диффузии в многокомпонентных газовых смесях;
10. Свойства смеси;

11. Эквимолярная и эквимассовая противодиффузия;
12. Массовые и мольные потоки;
13. Скорость диффузии;
14. Аналогия процессов молекулярного переноса массы, импульса и энергии;
15. Постановка и автомодельное решение задачи о сопротивлении трения, ТО и МО при продольном обтекании плоской пластины (ламинарное течение);
16. Концентрация смеси.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса 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	3	4	
<b>Знать:</b>						
физические механизмы переноса тепла и массы и методы расчета свойств смеси;	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Одномерные задачи диффузии Контрольная работа/Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях
закономерности процессов и методы расчета тепло- и массообмена при фазовых превращениях.	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Одномерные задачи диффузии Контрольная работа/Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях
<b>Уметь:</b>						
составлять математическое описание процессов тепло- и массообмена применительно к режимам работы элементов энергетических установок;	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Задачи конвективного тепло- и массообмена
рассчитывать тепло- и массообменное оборудование энергетических установок.	ИД-1ПК-1				+	Перекрестный опрос/Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы (Перекрестный опрос)

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи конвективного тепло- и массообмена (Контрольная работа)
2. Одномерные задачи диффузии (Контрольная работа)
3. Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе для студентов ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Григорьев Б.А. , Цветков Ф.Ф. - "Тепломассообмен", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72294](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72294);
2. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену : Учебное пособие для теплоэнергетических специальностей вузов / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко . – М. : Изд-во МЭИ, 1997 . – 136 с. : 9000.00 .;
3. Авчухов, В. В. Задачник по процессам тепломассообмена : Учебное пособие для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / В. В. Авчухов, Б. Я. Паюсте . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 144 с.;
4. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей : (определение и корреляция) : пер. с англ. / Р. Рид, Т. Шервуд ; Переводчик Б. И. Соколов, Е. И. Нортман . – Л. : Химия, 1971 . – 702 с..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Т-412, Учебная лаборатория вычислительной техники	стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-205, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-213, Подсобное помещение	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Расчет процессов массопереноса

(название дисциплины)

## 2 семестр

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

- КМ-1 Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях (Контрольная работа)
- КМ-2 Одномерные задачи диффузии (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы (Перекрестный опрос)
- КМ-4 Задачи конвективного тепло- и массообмена (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Основные понятия и закономерности процесса молекулярной диффузии в бинарных и многокомпонентных смесях					
1.1	Диффузия и причины ее возникновения		+	+		
1.2	Концентрация смеси		+	+		
1.3	Скорость диффузии		+	+		
1.4	Массовые и мольные потоки		+	+		
1.5	Закон Фика для бинарной смеси		+	+		
1.6	Эквимольная и эквимассовая противодиффузия		+	+		
1.7	Свойства смеси		+	+		
1.8	Аналогия процессов молекулярного переноса массы, импульса и энергии		+	+		
1.9	Расчет диффузии в многокомпонентных газовых смесях		+	+		
1.10	Термо- и бародиффузия в бинарной смеси		+	+		
2	Одномерные задачи диффузии					
2.1	Диффузия через неподвижный слой газовой смеси		+	+		

2.2	Каталитический реактор	+	+		
2.3	Диффузия сопровождающаяся гомогенной химической реакцией	+	+		
2.4	Одновременный перенос тепла и массы через слой газовой смеси	+	+		
2.5	Способы измерения влажности	+	+		
2.6	Нестационарное испарение	+	+		
3	Задачи конвективного тепло- и массообмена				
3.1	Уравнение конвективной диффузии				+
3.2	Уравнение сохранения импульса				+
3.3	Уравнения сохранения энергии				+
3.4	Аналогия процессов теплообмена и массообмена				+
3.5	Постановка и автомодельное решение задачи о сопротивлении трения, ТО и МО при продольном обтекании плоской пластины (ламинарное течение)				+
3.6	Расчет сопротивления трения, ТО и МО с учетом влияния поперечного потока массы				+
4	Расчет элементов теплообменного оборудования с учетом процессов переноса массы				
4.1	Расчет конденсатора методом Кольборна и Хоугена			+	
Вес КМ, %:		20	30	30	20