

**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**  
**МЕХАНИКА ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ**


<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.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 133,5 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> Домашнее задание Контрольная работа Коллоквиум Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2018**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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:** теоретическое изучение элементарных процессов, протекающих в двухфазных системах, позволяющее рассчитывать характеристики реальных систем

### Задачи дисциплины

- освоение обучающимися различных методов описания процессов в механике сплошных сред с использованием законов сохранения;
- приобретение навыков формулировать математическое описание для различных задач в двухфазных системах с использованием законов (уравнений) сохранения и условий совместности на границе раздела фаз;
- освоение способов решения различных задач двухфазной гидродинамики и их доведения до получения количественных результатов.

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 проводить базовыми методами экспериментальные исследования и теоретическое описание основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Знает и умеет использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании	знать: - методы анализа и математического описания двухфазных систем; общую формулировку законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах, формулировку универсальных и специальных условий совместности на межфазных границах; - основы механики простых двухфазных систем.  уметь: - анализировать постановку задач в двухфазных системах с движущейся границей раздела фаз, выбирать метод анализа и способ решения; - выполнять математическое описание процессов, протекающих в двухфазных системах на основе методов механики сплошных сред, условий совместности на границе раздела фаз.
ПК-3 Готов к расчетно-экспериментальному анализу особенностей низкотемпературных процессов	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Владеет методами и подходами описания теплофизических процессов при низких температурах в установках специального назначения	знать: - основные характерные задачи с движением границы раздела фаз и методы их описания; - классификацию, количественные характеристики и структуру двухфазных течений в каналах, основы расчета динамики и теплопереноса в двухфазных течениях.  уметь: - проводить гидравлический и тепловой анализ двухфазных течений в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		вертикальных и горизонтальных каналах.

## 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 аппарат тензорной алгебры применительно к теории и задачам механики жидкости и газа, основные законы механики жидкости и газа – уравнение неразрывности, уравнение движения; формулировку уравнения движения в различных видах: уравнение Эйлера, уравнение Навье-Стокса, уравнение Рейнольдса; теорему и формулу Бернулли
- знать способы расчета процессов переноса в условиях существенной неравновесности
- уметь Выполнять экспериментальные и численные исследования гидродинамических процессов, проводить обработку и анализ экспериментальных данных
- уметь определять интенсивность неравновесных процессов тепло-массопереноса

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 6 зачетных единиц, 216 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	Механика двухфазных систем	180	7	32	16	32	-	-	-	-	-	100	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механика двухфазных систем"</p> <p><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 обработки результатов по изученному в разделе "Механика двухфазных систем" материалу.</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 "Механика двухфазных систем" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. Тема домашней работы "Граничные условия на межфазной поверхности". Примеры заданий: - Формулировка граничных условий на</p>
1.1	Общая формулировка законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах. Условия совместности на границе раздела фаз.	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	
1.2	Основы гидростатики газожидкостных систем	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	
1.3	Математическое описание волнового движения жидкости. Устойчивость границы раздела фаз	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
1.4	Гидродинамика жидких пленок	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
1.5	Движение дискретной частицы, газовых пузырей в жидкости, и жидких капель в газовых потоках.	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	
1.6	Неустановившееся движение газовой полости в жидкости. Уравнение Рэлея.	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	

1.7	Классификация, количественные характеристики и структура двухфазных течений	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	межфазной поверхности Не-II - пар при пленочном кипении. - Формулировка граничных условий при движении двухфазного теплоносителя в канале теплообменника. - Формулировка граничных условий при испарении капли на структурированной подложке.
1.8	Двухфазные течения в условиях теплообмена	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Механика двухфазных систем и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Механика двухфазных систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Механика двухфазных систем"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Проверяется правильность вывода расчетных соотношений и полученные численный результат. Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Пример используемых заданий: В горизонтальном щелевом канале высотой <math>d</math> текут две несмешивающиеся несжимаемые жидкости. Объёмный расход жидкости, движущейся в верхней части канала <math>V_1</math> (на единицу ширины щели), её динамическая вязкость <math>m_1</math>; жидкости, движущейся в нижней части канала, – <math>V_2</math>, <math>m_2</math>. На участке канала длиной <math>L</math> измеренный перепад давлений <math>DP</math>. Считая течение установившимся, определить расстояние от нижней стенки канала до</p>

													границы раздела жидкостей а (представить все корни уравнения и зависимость функции а(х) в интервале от 0 до d) и расход V1. Построить график профиля скорости по сечению канала.
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	216.0		32	16	32	-	2	-	-	0.5	100	33.5
	Итого за семестр	216.0		32	16	32		2		-	0.5		133.5

**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. Механика двухфазных систем

1.1. Общая формулировка законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах. Условия совместности на границе раздела фаз.

Предмет и задачи курса. Методы анализа и математический аппарат при описании двухфазных систем. Общая формулировка законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах. Законы сохранения массы и импульса сплошной среды. Тензор плотности потока импульса. Закон сохранения энергии. Законы сохранения для бинарных смесей.. Граница раздела фаз. Нахождение скорости границы. Универсальные условия совместности на межфазных границах; частные случаи записи. Специальные условия совместности на границах для малоинтенсивных процессов..

#### 1.2. Основы гидростатики газожидкостных систем

Поверхностные явления (термодинамические соотношения). Поверхностное натяжение. Уравнение гидростатического равновесия газожидкостных систем. Форма свободной поверхности жидкости в сосудах. Подъем жидкости в капиллярах. Уравнение для осесимметричных равновесных поверхностей раздела фаз. Анализ численных решений уравнения гидростатики для осесимметричных поверхностей..

1.3. Математическое описание волнового движения жидкости. Устойчивость границы раздела фаз

Стоячие и прогрессивные волны. Понятие устойчивости границы раздела фаз. Математическое описание волнового движения границы раздела идеальных несжимаемых сред в линейном приближении. Капиллярные и гравитационные волны. Неустойчивость Тейлора. Неустойчивость Гельмгольца; критическая скорость ее возникновения..

#### 1.4. Гидродинамика жидких пленок

Режимы течения жидких пленок на вертикальных и наклонных поверхностях. Ламинарный режим течения. Устойчивость ламинарного режима. Волновой режим течения. Интенсификация поперечных процессов переноса в волновом режиме течения пленки..

1.5. Движение дискретной частицы, газовых пузырей в жидкости, и жидких капель в газовых потоках.

Потенциальное течение жидкости. Потенциал скорости при обтекании твердой сферы идеальной жидкостью. «Абсолютное» и «относительное» движения. Обтекание сферы вязкой жидкостью при малых значениях числа  $Re$ .. Качественные закономерности подъемного движения газовых пузырей в жидкости. Условия сферичности всплывающего пузыря. Анализ опытных результатов по всплытию методами теории подобия. Особенности движения сферических и деформированных капель в газовом потоке. Скорость витания. Дробление капель..

#### 1.6. Неустановившееся движение газовой полости в жидкости. Уравнение Рэлея.

Неустановившееся движение газовой полости в жидкости. Уравнение Рэлея, его динамическая и энергетическая формы. Явление кавитации. Поле давлений в окрестности схлопывающейся газовой полости. Динамическая и энергетическая схемы роста паровых пузырей в объеме перегретой жидкости. Анализ механизма роста паровых пузырей при кипении на поверхности нагрева. Условия отрыва растущего пузыря от греющей поверхности..



### 1.7. Классификация, количественные характеристики и структура двухфазных течений

Классификация и количественные характеристики двухфазных потоков. Структура двухфазных течений в вертикальных и горизонтальных каналах. Карты режимов течения. Методы расчета истинного объемного паросодержания при пузырьковом и снаряжном режимах течения. Расчет скорости скольжения. Барботажный процесс. Уравнение сохранения импульса одномерного двухфазного потока. Гомогенная модель расчета гидравлического сопротивления при двухфазном течении и ее модификации. Модель раздельных цилиндров. Расчет местных гидравлических сопротивлений..

### 1.8. Двухфазные течения в условиях теплообмена

Уравнение сохранения энергии парожидкостного потока. Влияние теплообмена на гидравлическое сопротивление. Расчет гидравлического сопротивления неадиабатного парожидкостного потока. Смена режимов течения в парогенерирующем канале. Кризисы теплоотдачи в парогенерирующих каналах. Теплоотдача при двухфазных течениях.. Количественные характеристики пористых структур. Однофазное течение в пористых средах. Закон Дарси. Двучленный закон фильтрации. Относительные фазовые проницаемости. Математическое описание двухфазной фильтрации..

## 3.3. Темы практических занятий

1. Теоретические основы механики двухфазных систем (4 часа).;
2. Гидростатическое равновесие газожидкостных систем (4 часа).;
3. Волновые движения газожидкостных систем (4 часа).;
4. Гидродинамика жидких пленок (4 часа).;
5. Обтекание твердой сферы идеальной и вязкой жидкостью (2 часа).;
6. Всплытие одиночных газовых пузырей различных размеров в жидкости. Движение жидких капель в газовых потоках (2 часа).;
7. Уравнение Рэлея. Динамическая и энергетическая схемы роста паровых пузырей в объеме перегретой жидкости. Рост пузыря на греющей поверхности (4 часа).;
8. Расчет истинного объемного паросодержания двухфазного потока (4 часа).;
9. Расчет гидравлического сопротивления в адиабатных и неадиабатных двухфазных потоках. Гомогенная модель расчета и методика раздельных цилиндров (4 часа)..

## 3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение истинного объемного паросодержания двухфазного потока в барботажном процессе (4 часа).;
2. Гидродинамика вертикального газожидкостного потока (4 часа).;
3. Определение размеров капель, испаряющихся в парогазовую среду (4 часа).;
4. Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом капиллярных волн (4 часа)..

## 3.5 Консультации

### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Механика двухфазных систем"

## 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	
<b>Знать:</b>			
основы механики простых двухфазных систем	ИД-2ПК-1	+	Контрольная работа/Основы гидростатики газожидкостных систем
методы анализа и математического описания двухфазных систем; общую формулировку законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах, формулировку универсальных и специальных условий совместности на межфазных границах	ИД-2ПК-1	+	Домашнее задание/Методы анализа и математического описания двухфазных систем
классификацию, количественные характеристики и структуру двухфазных течений в каналах, основы расчета динамики и теплопереноса в двухфазных течениях	ИД-2ПК-3	+	Лабораторная работа/Определение истинного объемного паросодержания двухфазного потока в барботажном процессе
основные характерные задачи с движением границы раздела фаз и методы их описания	ИД-2ПК-3	+	Лабораторная работа/Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом капиллярных волн
<b>Уметь:</b>			
выполнять математическое описание процессов, протекающих в двухфазных системах на основе методов механики сплошных сред, условий совместности на границе раздела фаз	ИД-2ПК-1	+	Коллоквиум/Граничные условия на межфазной поверхности
анализировать постановку задач в двухфазных системах с движущейся границей раздела фаз, выбирать метод анализа и способ решения	ИД-2ПК-1	+	Лабораторная работа/Определение размеров капель, испаряющихся в парогазовую среду
проводить гидравлический и тепловой анализ двухфазных течений в вертикальных и горизонтальных каналах	ИД-2ПК-3	+	Лабораторная работа/Гидродинамика вертикального газожидкостного потока

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Гидродинамика вертикального газожидкостного потока (Лабораторная работа)
2. Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом капиллярных волн (Лабораторная работа)
3. Определение истинного объемного паросодержания двухфазного потока в барботажном процессе (Лабораторная работа)
4. Определение размеров капель, испаряющихся в парогазовую среду (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы анализа и математического описания двухфазных систем (Домашнее задание)
2. Основы гидростатики газожидкостных систем (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Граничные условия на межфазной поверхности (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

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

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

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

1. Лабунцов, Д. А. Механика двухфазных систем : учебное пособие для вузов по направлению "Техническая физика" / Д. А. Лабунцов, В. В. Ягов . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 384 с. - ISBN 978-5-383-00036-6 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5286](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5286);

2. Куликов, А. С. Механика двухфазных систем. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Механика двухфазных систем" по направлению "Техническая физика" / А. С. Куликов, П. В. Королев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 68 с. - ISBN 978-5-383-00217-9 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=301](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=301);

3. Пузина, Ю. Ю. Процессы в холодильной и криогенной технике. Механика двухфазных систем : практикум по курсу "Механика двухфазных систем" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика", профиль подготовки "Техника и физика низких температур" / Ю. Ю. Пузина, П. В. Королев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019

. – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2240-6 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11011](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11011).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad;
4. Matlab.

## 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. 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. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. 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-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная

	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-418/1, Учебная лаборатория механики двухфазных систем	стол, стул, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "НТ"	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

### Механика двухфазных систем

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Методы анализа и математического описания двухфазных систем (Домашнее задание)
- КМ-2 Основы гидростатики газожидкостных систем (Контрольная работа)
- КМ-3 Граничные условия на межфазной поверхности (Коллоквиум)
- КМ-4 Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом капиллярных волн (Лабораторная работа)
- КМ-5 Определение размеров капель, испаряющихся в парогазовую среду (Лабораторная работа)
- КМ-6 Гидродинамика вертикального газожидкостного потока (Лабораторная работа)
- КМ-7 Определение истинного объемного паросодержания двухфазного потока в барботажном процессе (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16	16	16
1	Механика двухфазных систем								
1.1	Общая формулировка законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах. Условия совместности на границе раздела фаз.		+				+		
1.2	Основы гидростатики газожидкостных систем			+		+			
1.3	Математическое описание волнового движения жидкости. Устойчивость границы раздела фаз			+		+			
1.4	Гидродинамика жидких пленок				+				
1.5	Движение дискретной частицы, газовых пузырей в жидкости, и жидких капель в газовых потоках.				+		+		
1.6	Неустановившееся движение газовой полости в жидкости. Уравнение Рэлея.				+		+		
1.7	Классификация, количественные характеристики и структура двухфазных течений							+	+
1.8	Двухфазные течения в условиях теплообмена							+	+
Вес КМ, %:			15	25	20	10	10	10	10