

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


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 133,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Домашнее задание Контрольная работа Коллоквиум Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

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: 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-2ПК-1 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-2ПК-3 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Механика двухфазных систем"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Механика двухфазных систем и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Механика двухфазных систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Механика двухфазных систем"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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 d текут две несмешивающиеся несжимаемые жидкости. Объёмный расход жидкости, движущейся в верхней части канала V_1 (на единицу ширины щели), её динамическая вязкость m_1; жидкости, движущейся в нижней части канала, – V_2, m_2. На участке канала длиной L измеренный перепад давлений DP. Считая течение установившимся, определить расстояние от нижней стенки канала до</p>

													<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.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 23-351 [2], 3-65 [3], 2-47 [4], 15-299 [5], 7-193</p>
	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; 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. 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 всплыванию 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 снарядном 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	
Знать:			
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
Уметь:			
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.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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;
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;
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;

4. Лабунцов Д.А. , Ягов В.В. - "Механика двухфазных систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (384 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72240;

5. Ягов В.В.- "Механика двухфазных систем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012291.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. 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. 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	стол, стул, мультимедийный

	лаборатория криофизики	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