

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория многофазных сред Б1.В.ДВ.01.01

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Компьютерная механика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Губайдуллин Д.А.

Рецензент(ы): Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Поташев К. А.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (с.н.с) Губайдуллин Д.А. (Кафедра аэрогидромеханики, отделение механики), gubaidullin@imm.knc.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8	способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

1. понимать основы и особенности механики многофазных сред
2. обладать теоретическими знаниями о механике многофазных сред
3. ориентироваться в основных положениях механики многофазных сред.
4. приобрести навыки вывода основных уравнений и постановки, решения задач в области механики многофазных сред.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Компьютерная механика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смеси.	3	2	2	0	12
2.	Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергии.	3	2	4	0	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.	3	4	2	0	12
4.	Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газозвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газозвеси.	3	2	2	0	12
5.	Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.	3	2	2	0	12
6.	Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газозвесах. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.	3	4	4	0	6
7.	Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.	3	2	2	0	6
	Итого		18	18	0	72

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смеси.

Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смеси. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смеси. Многофазные среды. Основные определения и предположения. Понятие многофазного континуума. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение.

Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергии.

Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергии. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергии. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс и импульсов фаз. Работа внутренних сил. Уравнения энергии и притока тепла.

Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.

Уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс фаз. Уравнения сохранения импульсов фаз. Влияние объемной концентрации дисперсных частиц на параметры смеси. Эффективная вязкость смеси. Кинетика фазовых переходов, формула Герца-Кундсена-Ленгмюра.

Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газозвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газозвеси.

Межфазовое взаимодействие в газозвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газозвеси. Межфазовое взаимодействие в газозвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газозвеси. Межфазовое взаимодействие в газозвеси. Равновесная и замороженная схемы газозвесей. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газозвеси

Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.

Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы. Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.

Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газозвесах. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.

Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газозвесах. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны. Линейная теория распространения слабых возмущений в монодисперсных газозвесах. Дисперсионные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Динамика импульсных волн. Расчет структур ударных волн сжатия.

Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.

Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Метод усреднения дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
Текущий контроль			
1	Контрольная работа	ПК-8	1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смеси.
2	Письменное домашнее задание	ПК-8	2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергии.
3	Письменное домашнее задание	ПК-8	3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.
	Экзамен	ПК-8	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
					3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Тема 1

1. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами.
2. Уравнение сохранения масс и импульсов фаз.
3. Уравнения энергии и притока тепла.
4. Уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси.
5. Уравнения сохранения масс фаз.

2. Письменное домашнее задание

Тема 2

1. Уравнения гидромеханики монодисперсной смеси идеального газа с каплями или частицами (газовзвесей). Уравнения сохранения, совместного деформирования и состояния фаз.
2. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Равновесная и замороженная схемы газовзвесей. Время скоростной межфазной релаксации. Учет полдисперсности газовзвесей.
3. Обтекание твердой сферы. Вращение сферической частицы. Влияние непоступательности потока вдали частицы. Влияние радиального движения около сферы. Нестационарные эффекты силового взаимодействия фаз.
4. Обтекание капли. Внутренне движение и деформация капель. Устойчивость сферических межфазовых границ. Дробление капель в газовых потоках.
5. Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.

3. Письменное домашнее задание

Тема 3

1. Линейная теория распространения слабых возмущений в монодисперсных газовзвесах.

Линеаризированные уравнения движения и состояния. Межфазное взаимодействие.

Характерные времена межфазного взаимодействия.

2. Дисперсионные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Прямое и обратное преобразование Фурье. Динамика импульсных волн.

3. Линейная теория распространения слабых возмущений в полидисперсных газовзвесах. Характерные параметры. Линеаризованные уравнения движения и состояния. Дисперсные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты.

4. Схема ударно волнового эксперимента для исследования волн в газовзвесах. Структура стационарных ударных волн в газовзвесах и паро-капельных средах. Уравнения стационарного одномерного движения.

5. Равновесные параметры за волной. Исследования поля интегральных кривых одномерного стационарного течения газовзвеси. Расчет структур ударных волн сжатия. Особенности структуры ударной волны.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Многофазные среды. Основные определения и предположения. Понятие многофазного континуума. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение.

2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс и импульсов фаз. Работа внутренних сил. Уравнения энергии и притока тепла.

3. Поверхности разрыва. Термодинамика гетерогенной смеси с фазовыми переходами. Равновесная смесь двух сред. Примеры газовзвеси и жидкости с пузырьками газа.

4. Уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Основные предположения. Уравнения сохранения масс фаз. Уравнения сохранения масс на межфазовой границе. Уравнения сохранения импульсов фаз. Сила действующая на одиночное включение со стороны несущей фазы. Влияние объемной концентрации дисперсных частиц на параметры смеси. Эффективная вязкость смеси.

5. Уравнение энергии фаз. Межфазовая работа и теплообмен. Уравнения притока тепла фаз. Уравнения состояния. Уравнения термодинамического равновесия дисперсной смеси.

Кинетика фазовых переходов, формула Герца-Кундсена-Ленгмюра.

6. Уравнения гидромеханики монодисперсной смеси идеального газа с каплями или частицами (газовзвесей). Уравнения сохранения, совместного деформирования и состояния фаз.

7. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Равновесная и замороженная схемы газовзвесей. Время скоростной межфазной релаксации. Учет полдисперсности газовзвесей.

8. Обтекание твердой сферы. Вращение сферической частицы. Влияние непоступательности потока вдали частицы. Влияние радиального движения около сферы. Нестационарные эффекты силового взаимодействия фаз.

9. Обтекание капли. Внутренне движение и деформация капель. Устойчивость сферических межфазовых границ. Дробление капель в газовых потоках.

10. Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.

11. Линейная теория распространения слабых возмущений в монодисперсных газовзвесах.

Линеаризированные уравнения движения и состояния. Межфазное взаимодействие.

Характерные времена межфазного взаимодействия.

12. Дисперсионные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Прямое и обратное преобразование Фурье. Динамика импульсных волн.

13. Линейная теория распространения слабых возмущений в полидисперсных газовзвесах. Характерные параметры. Линеаризованные уравнения движения и состояния. Дисперсные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты.

14. Схема ударно волнового эксперимента для исследования волн в газовзвесах. Структура стационарных ударных волн в газовзвесах и паро-капельных средах. Уравнения стационарного одномерного движения.

15. Равновесные параметры за волной. Исследования поля интегральных кривых одномерного стационарного течения газовзвеси. Расчет структур ударных волн сжатия. Особенности структуры ударной волны.

16. Нестационарные волновые течения газозвеси. Метод численного интегрирования уравнений. Распад произвольного разрыва давления и течения в ударной трубе.
17. Отражение ударной волны от неподвижной стенки. О разлете слоев жидкости под действием взрывных волн. Разлет слоя дисперсных частиц под действием взрыва.
18. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Постановка задачи нелинейных колебаний дисперсных систем. Метод усреднения решения дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц.
19. Вибрационные движения частиц в плоской стоячей волне.
20. Вибрационное движение частиц в плоской бегущей волне. Эффект группирования дисперсных частиц.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	30
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
		3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Марон В. И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 256 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3189

Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости.- Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 64 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44842

7.2. Дополнительная литература:

Новиков И.И. Термодинамика: учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592с.

<http://e.lanbook.com/view/book/286/>

Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: Интерконтакт Наука, 2008, 174 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=345214>

Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=237608>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

А.А.Самарский, Е.С.Николаев. Методы решения сеточных уравнений -

http://eknigi.org/estestvennye_nauki/146927-metody-resheniya-setochnyx-uravnenij.html

Бесплатная электронная библиотека. А.А. Самарский, А.В. Гулин, Численные методы -

<http://www.mat.net.ua/mat/Gulin-Chislennie-metodi.htm>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Реферативная база научной информации - <http://www.scopus.com/home.url>

Электронные ресурсы издательства - <http://link.springer.com/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
самостоятельная работа	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
контрольная работа	При подготовке к выполнению контрольных работ студентам рекомендуется проработать соответствующий материал, заблаговременно сформулировать и задать преподавателю возникшие вопросы, подготовить краткий справочный материал по используемым уравнениям и формулам при решении задач для сокращения затрачиваемого времени.
письменное домашнее задание	Письменные домашние задания предназначены для самостоятельной проработки лекционного материала и овладения практическими навыками его применения для решения задач. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
экзамен	Подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Теория многофазных сред" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Теория многофазных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Компьютерная механика .