



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО:
на заседании кафедры прикладной
физики,
Упротокол от «23» марта 2022 г. № 7
Р
Зав. кафедрой  / Л.А. Ковалева
В

СОГЛАСОВАНО:
Директор физико-технического
института
 /И.Ф. Шарафуллин
«25» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы механики многофазных систем

Вариативная часть

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки
Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):



/ к.ф.-м.н., доцент, доцент, Мусин А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплин), приняты на заседании кафедры прикладной физики, протокол от «23» марта 2022 г. № 7.

Заведующий кафедрой _____  / Л.А.Ковалева

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры
2. Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
 - Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)
 - Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,
соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной
профессиональной образовательной программы**

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы;

ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы;

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать методологию математического моделирования, основные уравнения и краевые условия при решении задач механики многофазных сред, методы численного решения уравнений	ПК-1	
	Знать фундаментальную научную базу в области физики, механика жидкости, газа и плазмы, механики многофазных сред, методы получения, обработки и хранения научной информации, основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения.	ПК-2	
Умения	Уметь формулировать гипотезу и решать задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения; использовать численные методы и алгоритмы решения типовых задач, а также современные методы для исследования и решения задач механики многофазных систем.	ПК-1	
	Уметь формировать план исследования; выбирать необходимые методы исследования,	ПК-2	

	модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования		
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть методами построения математических моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазных систем	ПК-1	
	Владеть методологией и навыками постановки задач теоретического и прикладного характера в рамках механики многофазных систем	ПК-2	

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы механики многофазных систем» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Целью дисциплины «Основы механики многофазных систем» является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о основах механики многофазных систем, подготовка научной базы, на основе которой строится профессиональная подготовка выпускников, что позволяет будущим специалистам не только получить глубокие знания, но и вырабатывать у них необходимые навыки для решения сложных естественно-научных и технических задач, развивать способности к научным обобщениям и выводам.

Задачи дисциплины – изучение фундаментальных понятий и методов теплофизики и механики многофазных систем. Формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области механики многофазных систем, сформулировать основные понятия и определения для постановки задач по механики многофазных систем, формирование у аспирантов умения строить физические и математические модели, развитие практических навыков по решению задач механики многофазных систем, развитие способности оценить последние достижения в области механики многофазных систем, умение ставить и решать современные научные проблемы в коммуникации со своими коллегами, вести преподавание.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Механика», «Физика конденсированного состояния», «Механика сплошных сред» и тесным образом связана с дисциплинами «Численные методы», «Вычислительная физика», «Компьютерное моделирование», «Численное моделирование», "Математический анализ" и "Дифференциальные уравнения".

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

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

Код и формулировка компетенции:

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: методологию математического моделирования, основные уравнения и краевые условия при решении задач механики многофазных сред, методы численного решения уравнений	Не знает методологию математического моделирования и основные уравнения	Имеет фрагментарные знания методологии математического моделирования и основных уравнений и краевых условий при решении задач механики многофазных сред	Знает методологию математического моделирования и основные уравнения и краевые условия при решении задач механики многофазных сред. Понимает методы численного решения уравнений	Уверенно разбирается в методологии и математического моделирования, знает основные уравнения и краевые условия при решении задач механики многофазных сред и методы численного решения уравнений
Второй этап (уровень)	Уметь: формулировать гипотезу и решать задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения; использовать численные	Не умеет формулировать гипотезу и решать задачи, по дисциплине	Может решить некоторые задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения	Может сформулировать гипотезу и решать задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ	Самостоятельно формулирует гипотезу и решает задачи, по дисциплине изученными методами и приводит анализ полученного

	методы и алгоритмы решения типовых задач, а также современные методы для исследования и решения задач механики многофазных систем.			полученног о решения; знает численные методы и алгоритмы решения типовых задач	о решения; использует численные методы и алгоритмы решения типовых задач, а также современн ые методы для исследован ия и решения задач механики многофазн ых систем
Третий этап (уровень)	Владеть: методами построения математически х моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазных систем	Не владеет методами построения математическ их моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазных систем	Знает методы построения математических моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазных систем	Применяет некоторые методы построения математиче ских моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазн ых систем	Самостояте льно строит математиче ские модели и алгоритмы численного решения задач механики многофазн ых систем

ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворитель но»)	3 («Удовлетворительн о»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: фундаменталь ную научную базу в области физики, механика жидкости, газа и плазмы, механики	Не знает фундаменталь ную научную базу в области физики, механика жидкости, газа и плазмы, механики	Имеет фрагментарные знания фундаментально й научной базы в области физики, механика жидкости, газа и плазмы,	Знает фундамент альную научную базу в области физики, механика жидкости,	Уверенно знает фундамент альную научную базу в области физики, механика

	многофазных сред, методы получения, обработки и хранения научной информации, основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения.	многофазных сред	механики многофазных сред	газа и плазмы, механики многофазных сред, основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения	жидкости, газа и плазмы, механики многофазных сред, методы получения, обработки и хранения научной информации, основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения
Второй этап (уровень)	Уметь: формировать план исследования; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	Не умеет формировать план исследования и выбирать необходимые методы исследования	Знает методы исследования и методологию модификации существующих и разработки новых методов, исходя из задач конкретного исследования	Выбирает необходимые методы исследования, может модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	Самостоятельно формирует план исследования; выбирает необходимые методы исследования, модифицирует существующие и разрабатывает новые методы, исходя из задач конкретного исследования
Третий этап (уровень)	Владеть: методологией и навыками постановки задач теоретического	Не знает методологию и не имеет навыки постановки задач	Знает методологию постановки задач теоретического и прикладного	Знает методологию и имеет навыки постановки задач	Самостоятельно ставит задачи теоретического и

о прикладного характера в рамках механики многофазных систем	и теоретического и прикладного характера в рамках механики многофазных систем	характера в рамках механики многофазных систем	в теоретического и прикладного характера в рамках механики многофазных систем	прикладного характера в рамках механики многофазных систем
--	---	--	---	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать методологию математического моделирования, основные уравнения и краевые условия при решении задач механики многофазных сред, методы численного решения уравнений	ПК-1	Реферат или презентация доклада
	Знать фундаментальную научную базу в области физики, механика жидкости, газа и плазмы, механики многофазных сред, методы получения, обработки и хранения научной информации, основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения.	ПК-2	Реферат или презентация доклада
2-й этап Умения	Уметь формулировать гипотезу и решать задачи, по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения; использовать численные методы и алгоритмы решения типовых задач, а также современные методы для исследования и решения задач механики	ПК-1	Письменная работа

	многофазных систем. Уметь формировать план исследования; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования	ПК-2	Письменная работа
3-й этап Владеть навыками	Владеть методами построения математических моделей и алгоритмов численного решения задач механики многофазных систем	ПК-1	Отчет
	Владеть методологией и навыками постановки задач теоретического и прикладного характера в рамках механики многофазных систем	ПК-2	Отчет

Экзаменационные билеты

Экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов

Примерные вопросы для экзамена:

1. Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию многофазных систем.
2. Теория метода конечных разностей.
3. Явные и неявные методы.
4. Многошаговые методы.
5. Прямые и итерационные методы.
6. Основания для классификации моделей.
7. Постановка задач, формализация моделей, допущения и ограничения моделей, реализация моделей на компьютерах, проверка адекватности моделей, идентификация параметров модели.
8. Математическая классификация уравнений.
9. Гиперболические, параболические и эллиптические уравнения.
10. Постановка граничных и начальных условий.
11. Основные типы численного решения, диссипация и дисперсия.

12. Модифицированные уравнения.
13. Метод Уорминга-Катлера-Ломакса.
14. Метод Дюфорты-Франкела.
15. Неявный метод переменных направлений.
16. Метод ВВЦП.
17. Метод Аллена-Чена.
18. Метод контрольного объема.
22. Основы методов расщепления.
23. Методы частиц в ячейках.
24. Метод крупных частиц.
25. Метод потоков.

Образец экзаменационного билета:

БИЛЕТ №1

1. Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию многофазных систем.
2. Метод контрольного объема.

Примерные критерии оценивания ответа на кандидатском экзамене/экзамене:

5 (отлично) выставляется аспиранту, если аспирант дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание терминологии. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

4 (хорошо) выставляется аспиранту, если аспирант раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

3 (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы аспирантом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

2 (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Далее перечисляются все оценочные средства, представленные в таблице, с примерами заданий, вопросов, вариантов контрольных работ и т.д. Ниже приведено несколько наиболее распространенных примеров.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации (КСР) (письменная работа)

1. Многофазные системы. Основные определения и предположения.

2. Рассмотрение конкретных математических моделей многофазных систем.
3. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Работа внутренних сил. Уравнение энергии и притока тепла.
4. Вывод и анализ уравнений сохранения масс и импульсов фаз, уравнений энергии и притока тепла.
5. Решение задач тепло- и массообмена для несжимаемой жидкости.
6. Решение дифференциальных уравнений движения для идеальной жидкости.

Темы рефератов (доклада)

1. Основные методы и принципы численного моделирования многофазных систем.
2. Классификация математических моделей механики многофазных систем
3. Математическая классификация дифференциальных уравнений в частных производных
4. Метод конечных разностей
5. Метод контрольного объема
6. Метод конечных элементов
7. Спектральные методы

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. - М. ; Л. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1950. - 678 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-1896-7 ; Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256639>.
2. Формалев В.Ф. Численные методы [Электронный ресурс] / Формалев В. Ф. — М.: Физматлит, 2006 .— 400 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 5-9221-0737-2 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/69333/>>.
3. Волков, Е.А. Численные методы. — СПб. : Лань, 2008. — 249 с. Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=54

Дополнительная литература:

1. Вержбицкий В. М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): учебное пособие.- М.: Директ-Медиа, 2013.-400 с.
2. Бахвалов Н. С. , Жидков Н. П. , Кобельков Г. М. Численные методы:

Учеб.пособие.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.-636 с.

3. Седов Л. И. Механика сплошной среды : в 2 т. / Л. И. Седов ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова .— Изд. 6-е, стер. — СПб. : Лань, .— (Классический университетский учебник) .Т. 1 .— 2004 .— 528 с.; Т. 2 .— 2004 .— 560 с.
4. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 010701 "Фундаментальная математика и механика" и 010800 "Механика и математическое моделирование" / Р. И. Нигматуллин .— М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014 .— 639 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986. [Электронный ресурс]. - URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83193&razdel=10555>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. «Электронная библиотека БашГУ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 421 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>3 .Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных</p>	<p>Аудитория № 218 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p>Аудитория № 421 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Графические станции DEPO Race 535/ Мониторы AOC23 - 11 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

<p>консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (физмат корпус - учебное, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p>Читальный зал №1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p>Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, WI-FI доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест-50, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>Аудитория №406 Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Kyocera; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p>	
--	--	--

**Приложение № 1 к макету рабочей программы
дисциплины (модуля)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы механики многофазных систем» на 6 семестр
(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ зачету (контроль)	36

Формы контроля: кандидатский экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6			
1.	<p>Основы механики многофазных систем. Введение в численные методы решения задач механики многофазных систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теория математического моделирования. Концепция и основы метода конечных разностей. - Обзор основных методов численного моделирования. - Классификация физико-математических моделей механики многофазных систем. - Методы математического моделирования. Численные методы решения задач механики многофазных систем. 	2		15	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3	Изучить материал	Реферат или презентация доклада
2.	<p>Компьютерная реализация математических моделей механики многофазных систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Компьютерная реализация 		2	15	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3	Построить компьютерную модель	Письменная работа

	<p>математических моделей.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Идентификация и обоснование моделей в механике многофазных систем. - Примеры математического моделирования в механике многофазных систем. <p>Компьютерное моделирование задач фильтрации.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделирование многофазных течений в скважинах и трубопроводах. 						
3.	<p>Моделирование реальных процессов и многофазных систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделирование многофазных систем в нефтегазовом комплексе. - Моделирование многофазных систем в энергетике. - Применение математических моделей механики многофазных систем в экономике. 		2	34	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3, 4, 5	Провести математическое моделирование физического процесса	Отчет
	Всего часов:	2	4	64			

**Приложение № 2 к макету рабочей программы
дисциплины (модуля)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы механики многофазных систем» на 5-6 семестры
(наименование дисциплины)
Заочная форма обучения
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ зачету (контроль)	9

Формы контроля: экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6			
1.	Основы механики многофазных систем. Введение в численные методы решения задач механики многофазных систем: - Теория математического моделирования. Концепция и основы метода конечных разностей. - Обзор основных методов численного моделирования. - Классификация физико- математических моделей механики многофазных систем. - Методы математического моделирования. Численные методы решения задач механики многофазных систем.	2		15	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3	Изучить материал	Реферат или презентация доклада
2.	Компьютерная реализация математических моделей механики многофазных систем: - Компьютерная реализация		2	25	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3	Построить компьютерную модель	Письменная работа

	<p>математических моделей.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Идентификация и обоснование моделей в механике многофазных систем. - Примеры математического моделирования в механике многофазных систем. <p>Компьютерное моделирование задач фильтрации.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделирование многофазных течений в скважинах и трубопроводах. 						
3.	<p>Моделирование реальных процессов и многофазных систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Моделирование многофазных систем в нефтегазовом комплексе. - Моделирование многофазных систем в энергетике. - Применение математических моделей механики многофазных систем в экономике. 		2	49	О1, 2, 3, Д 1, 2, 3, 4, 5	Провести математическое моделирование физического процесса	Отчет
	Всего часов:	2	4	89			

