


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №10 от «24» июня 2017 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина МНОГОФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В ТРУБАХ

(наименование дисциплины)

Б1.В.ДВ.10.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика,

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование нефтегазовых процессов

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Магистр

(квалификация)

<p>Разработчик (составитель) <u>Доцент, кандидат физико-математических наук</u> <u>профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> /Киреев В.Н. (подпись, Фамилия И.О.)</p>
---	--

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Киреев В.Н

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «24» июня 2017 г. №10

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: изменена литература, протокол № 11 от «14» июня 2018 г

Заведующий кафедрой



_____ / Ковалева Л.А.

Список документов и материалов

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3 Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4 Фонд оценочных средств по дисциплине	6
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	6
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	8
4.3 Рейтинг-план дисциплины	8
5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	9
5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	9
6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	10

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

ОК-1 – способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПК-1 – способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Основные характеристики многофазных течений в трубах, основы их классификации и основные математические модели	ОК-1	
	2. Современные численные методы моделирования многофазных течений	ПК-1	
Умения	1. Ставить и решать задачи о многофазных течениях	ОК-1	
	2. Программно реализовывать численные методы в виде компьютерного кода	ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Навыки анализа оригинальных работ по численному моделированию многофазных течений	ОК-1	
	2. Навыки использования современных численных методов для моделирования двухфазных течений.	ПК-1	

2 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Многофазные течения в трубах*» относится к *вариативной* части и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Целями освоения дисциплины «Многофазные течения в трубах» является получение студентами теоретических знаний и практических навыков в области математического описания и численного моделирования многофазных течений в трубах, а также ознакомление с современным состоянием теории многофазных сред: освоение классических методов и моделей многофазных течений; освоение основных методов численного моделирования многофазных потоков; иметь представление о современных пакетах прикладных программ численного моделирования многофазных потоков.

Для освоения дисциплины «Многофазные течения в трубах» необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Математический анализ
- Аналитическая геометрия
- Линейная алгебра
- Дифференциальные уравнения
- Векторный и тензорный анализ
- Механика сплошных сред
- Программирование

Знания и умения, накопленные при изучении дисциплины «Многофазные течения в трубах», используются при выполнении магистерской диссертации.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

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

ОК-1 – способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать основные характеристики многофазных течений в трубах, основы их классификации и основные математические модели	Не знает или знает частично основные характеристики многофазных течений в трубах, основы их классификации и основные математические модели	Знает основные характеристики многофазных течений в трубах, основы их классификации и основные математические модели
Второй этап (уровень)	Уметь ставить и решать задачи о многофазных течениях	Не умеет ставить и решать задачи о многофазных течениях	Умеет ставить и решать задачи о многофазных течениях
Третий этап (уровень)	Владеть навыками анализа оригинальных работ по численному моделированию многофазных течений	Удовлетворительно владеет навыками анализа оригинальных работ по численному моделированию многофазных течений	Хорошо владеет навыками анализа оригинальных работ по численному моделированию многофазных течений

ПК-1 – способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать современные численные методы моделирования многофазных течений	Не знает или знает частично современные численные методы моделирования многофазных течений	Знает современные численные методы моделирования многофазных течений
Второй этап (уровень)	Уметь программно реализовывать численные методы в виде компьютерного кода	Не умеет программно реализовывать численные методы в виде компьютерного кода	Умеет программно реализовывать численные методы в виде компьютерного кода
Третий этап (уровень)	Владеть навыками использования современных численных методов для моделирования двухфазных течений	Удовлетворительно владеет навыками использования современных численных методов для моделирования двухфазных течений	Хорошо владеет навыками использования современных численных методов для моделирования двухфазных течений

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов

дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Основные характеристики многофазных течений в трубах, основы их классификации и основные математические модели	ОК-1	Лабораторные работы
	2. Современные численные методы моделирования многофазных течений	ПК-1	
2-й этап Умения	1. Ставить и решать задачи о многофазных течениях	ОК-1	Лабораторные работы
	2. Программно реализовывать численные методы в виде компьютерного кода	ПК-1	
3-й этап Владеть навыками	1. Навыки анализа оригинальных работ по численному моделированию многофазных течений	ОК-1	Лабораторные работы
	2. Навыки использования современных численных методов для моделирования двухфазных течений.	ПК-1	

Темы лабораторной работы №1

Тема 1.1 Численное решение задачи о расслоенном течении двух вязких несжимаемых несмешивающихся жидкостей с фиксированной границей раздела с помощью метода контрольного объема

Темы лабораторной работы №2

Тема 2.1 Численное решение задачи о деформации жидкой капли при сдвиговом течении с помощью метода Volume-of-Fluid

Тема 2.2 Численное решение задачи о всплытии газового пузырька с помощью метода Volume-of-Fluid

Тема 2.3 Численное решение задачи о неустойчивости Рэлея-Тейлора с помощью метода Volume-of-Fluid

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Часть 1. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 464 с.
2. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 6. Гидродинамика. – 5-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 736 с.
3. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
4. Prosperetti A., Tryggvason G. Computational Methods for Multiphase Flow. – Cambridge University Press, 2007. – 470 p.
5. Hirt C.W., Nichols B.D. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries // Journal of Computational Physics. – 2001. – Vol. 39, No. 1. – pp. 201–225

Дополнительная литература:

1. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика – М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 640 с.
2. Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семенов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. – М.: Физматлит, 2001. – 608 с.

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

1. Сайт, посвящённый вычислительной гидродинамике <https://www.cfd-online.com/>

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

Вид занятий	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<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 № 425 (физмат корпус-учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных 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 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>6. Помещения для хранения и ремонта оборудования: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p>	<p align="center">Аудитория № 425</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютер в составе Asus Intel Core i3, монитор, кондиционер (сплит-система)Haier, копировальный аппарат Canon FC-230, персональный компьютер в комплекте №1 KlamaS office, монитор DELL 21 - 8 шт., принтер HP Laser Jet 1220 лазерный, принтер Samsung ML-1750 лазерный, проектор BenQ Projector, системный блок компьютера Celeron, шкаф лабораторный.</p> <p align="center">Аудитория № 218</p> <p>Учебная мебель, доска аудиторная, кондиционер(сплит-система) Haier, экран настенный с электроприводом Classic Lyra, ноутбук HPMini, проектор BenQ.</p> <p align="center">Читальный зал №1</p> <p>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 align="center">Читальный зал №2</p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p align="center">Аудитория №406</p> <p>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> <p align="center">Аудитория №610г</p>	<p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.№104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>4. Права на использование Roxar software. Лицензия № RU 970297-A</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Многофазные течения в трубах на 3 семестр
(наименование дисциплины)

очная
(форма обучения)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	22,2
лекций	–
практических/ семинарских	–
лабораторных	22
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	49,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	–

Форма(ы) контроля: _____
зачет 3 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 студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
МОДУЛЬ 1								
1	Многофазные течения, их классификация. Основы математического моделирования многофазных течений	–	–	2	7,3	[1], [2]		
2	Математическая модель для расслоенного режима течения в трубах. Вывод аналитического решения.	–	–	4	8,5	[1], [2]		
3	Метод контрольного объема для решения задачи о расслоенном течении двух несмешивающихся жидкостей с фиксированной границей раздела	–	–	4	8,5	[3]		Лабораторная работа №1
МОДУЛЬ 2								
4	Численные методы отслеживания межфазной границы в многофазных течениях	–	–	4	8,5	[4]		
5	Метод Volume-of-Fluid. Учет сил поверхностного натяжения на межфазной границе	–	–	4	8,5	[5]		
6	Алгоритм численного решения задач двухфазного течения	–	–	4	8,5	[3], [4], [5]		Лабораторная работа №2
	Всего часов:	–	–	22	49,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Многофазные течения в трубах на 3 семестр
(наименование дисциплины)

очно-заочная
(форма обучения)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	24,2
лекций	–
практических/ семинарских	–
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	83,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	–

Форма(ы) контроля: _____
зачет 3 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 студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
МОДУЛЬ 1								
1	Многофазные течения, их классификация. Основы математического моделирования многофазных течений	–	–	4	12,1	[1], [2]		
2	Математическая модель для расслоенного режима течения в трубах. Вывод аналитического решения.	–	–	4	13,2	[1], [2]		
3	Метод контрольного объема для решения задачи о расслоенном течении двух несмешивающихся жидкостей с фиксированной границей раздела	–	–	4	13,1	[3]		Лабораторная работа №1
МОДУЛЬ 2								
4	Численные методы отслеживания межфазной границы в многофазных течениях	–	–	4	13,2	[4]		
5	Метод Volume-of-Fluid. Учет сил поверхностного натяжения на межфазной границе	–	–	4	14,2	[5]		
6	Алгоритм численного решения задач двухфазного течения	–	–	4	18	[3], [4], [5]		Лабораторная работа №2
	Всего часов:	–	–	24	83,8			

