

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №10 от «30» мая 2019 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*(наименование дисциплины)*

Б1.В.ДВ.04.02 вариативная часть, дисциплина по выбору

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

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

03.04.01 Прикладные математика и физика.

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование нефтегазовых процессов и технологий

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Магистр

*(квалификация)*

Разработчик (составитель) к.ф.-м.н. (должность, ученая степень, ученое звание)	 /Ахмадуллин Ф.Ф. (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: Ахмадуллин Ф.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «30» мая 2019 г.  
№10

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А.

## и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
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	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
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	

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

**ОПК 5** - способностью применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности

**ПК-1** способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах	ПК-1	
	2. планирование физических исследований для получения необходимых для моделирования данных	ОПК-5	
Умения	1. решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	ПК-1	
	2. организовать полный процесс моделирования месторождений	ОПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть пакетами программ, предназначенных для моделирования месторождений	ПК-1	
	2. Получить опыт организации и планирования физических исследований для получения необходимых для моделирования данных	ОПК-5	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Геологическое и гидродинамическое моделирование низкопроницаемых месторождений» является обязательной в вариативной части и входит в раздел «Б1.В.ДВ.04.02» ФГОС по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Цель дисциплины проектирование разработки месторождений с целью рационального и эффективного извлечения.

Для ее успешного освоения обучающийся должен знать механику сплошной среды, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, молекулярную физику. Знание основ курса «Геологическое и гидродинамическое моделирование низкопроницаемых месторождений» необходимо при изучении спецкурсов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **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

**ОПК - 5** способностью применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Зачтено	Не зачтено
Первый этап (уровень)	Современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах	Не знает основные законы т Имеет частичные знания об основных законах	Знает, но допускает незначительные ошибки Знает основные законы
Второй этап (уровень)	Решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	Не показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные законы	Умеет, но допускает незначительные ошибки Умеет использовать основные законы
Третий этап (уровень)	Владеть пакетами программ, предназначенных для моделирования месторождений	Не владеет на достаточном уровне Частично владеет основными методами	Владеет, но допускает незначительные ошибки Владеет в полной мере

**ПК-1** способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения	
		Зачтено	Не зачтено

компетенци и	(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		
Первый этап (уровень)	. планирование физических исследований для получения необходимых для моделировани я данных	Не знает основные законы т Имеет частичные знания об основных законах	Знает, но допускает незначительные ошибки Знает основные законы
Второй этап (уровень)	организовать полный процесс моделировани я месторождени й	Не показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные законы	Умеет, но допускает незначительные ошибки Умеет использовать основные законы
Третий этап (уровень)	Получить опыт организации и планирования физических исследований для получения необходимых для моделировани я данных	Не владеет на достаточном уровне Частично владеет основными методами	Владеет, но допускает незначительные ошибки Владеет в полной мере

**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**

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	1. современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах	ПК-1	Лабораторная работа
	2. планирование физических исследований	ОПК-5	Лабораторная

	для получения необходимых для моделирования данных		работа
Умения	1. решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах	ПК-1	Лабораторная работа
	2. организовать полный процесс моделирования месторождений	ОПК-5	Лабораторная работа
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть пакетами программ, предназначенных для моделирования месторождений	ПК-1	Лабораторная работа
	2. Получить опыт организации и планирования физических исследований для получения необходимых для моделирования данных	ОПК-5	Лабораторная работа

### Зачет

Перевод оценки из 100-балльной производится следующим образом:

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

### Критерии оценки:

- **зачтено.** Умеет отвечать на вопросы по термодинамики, успешно выполнены лабораторные работы.
- **не зачтено.** Не умеет отвечать на вопросы по термодинамики, лабораторные работы не выполнены.

### Список лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Построение модели, соответствующей низким проницаемостям в верхней части пласта и равномерному увеличению к подошве пласта.

Лабораторная работа 2. Построение модели, соответствующей высоким проницаемостям в верхней части пласта и равномерному уменьшению к подошве пласта.

Лабораторная работа 3. Построение однослойной модели.

Лабораторная работа 4. Построение многослойной модели.

Лабораторная работа 5. Запуск и мониторинг моделирования, просмотр результатов и создание отчетов.

Лабораторная работа 6. Создание модели нелетучей нефти с использованием результатов обработки исходных данных.

Лабораторная работа 7. Увязка результатов моделирования с данными по истории разработки.

Лабораторная работа 8. Радиальная модель скважины для исследования процесса конусообразования

Лабораторная работа 9. Обработка и редактирование лабораторных исследований керна, редактирование разломов, создание структурной модели и структурированной сетки.

Лабораторная работа 10. Создание структурной модели, модели свойств, подсчет объемов и создание локальных измельчений

### Вопросы по теоретическому материалу

1. Сущность, цели моделирования.
2. Постановка задач моделирования.
3. Данные, необходимые для построения ГДМ: сбор, подготовка и обработка.
4. Капиллярные силы.



5. Относительные фазовые проницаемости
6. PVT свойства. Газосодержание, объемный фактор, вязкость, давление насыщения.
7. Основные уравнения фильтрации: закон сохранения массы.
8. Основные уравнения фильтрации: закон движения (Дарси).
9. Основные уравнения фильтрации: уравнения состояния
10. Виды фильтрационных моделей.
11. Уравнения материального баланса.
12. Вывод простейших уравнений фильтрации (для однофазной фильтрации).
13. Обзор различных численных схем.
14. Моделирование скважины в системе «скважина-пласт». Вывод формулы Дюпюи, понятие радиуса Писмана.
15. Организация ввода-вывода данных.
16. Создание простейших моделей.
17. Апскейлинг, чувствительность модели к шагу выбранной сетки.
18. Адаптация: решение обратной задачи.
19. Использование модели для решения прикладных задач: прогнозирование.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

#### **Основная литература**

1. Хабибуллин И.Л. Физика сплошных сред в примерах и задачах: Учебное пособие. – Уфа: БашГУ, 2009. – 87 с. ([URL:https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn](https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn))
2. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач - "Лань"Издательство: 2008.  
([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=140](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=140) )
3. Соболева Е.С. Фатеева Г.М. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики - "Физматлит"Издательство: 2012

#### **Дополнительная литература:**

1. Tempest-More (версия 6.3) Руководство пользователя // ROXAR, 2006 – с. 372
2. Eclipse 100 Справочное руководство // Schlumberger GeoQuest, 2002 – с. 776
3. Eclipse 100 Курс пользователя // Schlumberger GeoQuest, 2003 – с. 439

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

1. <https://www.wikipedia.org/>
2. <http://google.ru>

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

Вид занятий	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 421 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 421 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> № 421 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> № 421 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>6. Помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>7. Помещения для хранения и ремонта оборудования:</b> аудитория: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 421</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Графические станции DEPO Race 535/ Мониторы AOC23 - 11 шт.</p> <p align="center"><b>Читальный зал №1</b></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"><b>Читальный зал №2</b></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"><b>Аудитория №406</b></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"><b>Аудитория №610г</b></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> <p>5. Лицензия на использование программ для ЭВМ ПК «РН-КИМ» (программный комплекс для мониторинга разработки месторождений; программный комплекс для гидродинамического моделирования). Лицензионный договор № 100017/02314Д от 16.06.2017 г. Бессрочно.</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Геологическое и гидродинамическое моделирование низкопроницаемых месторождений на 2 семестре  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32,2
лекций	16
практических/ семинарских	0
лабораторных	16
контроль самостоятельной работы (КСР)	0.2
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	39,8
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	-

Форма контроля:  
зачет 2 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.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение в гидродинамическое моделирование, История развития моделирования, Уравнение материального баланса, Виды моделей, этапы моделирования, Исходные данные и масштабы данных		1		2	4	O1 – пр. 1.1-1.4; O3 – пр. 5.1- 5.5, стр. 5-11;	1. 2	Собеседование, проверка правильности решеных задач
2.	Построение модели, соответствующей низким проницаемостям в верхней части пласта и равномерному увеличению к подошве пласта.		1		2	4	O3 – пр. 5.1 Д2 – 3-4; Д3;	1. 3	Собеседование, проверка правильности решеных задач.
3.	Уравнения фильтрации жидкости и газа, Закон		1		2	4	O1 – пр. 2.2 – 2.5; O3 – пр. 1.1 – 1.3.	1. 4	Собеседование, проверка правильности

	сохранения массы, Многофазная многокомпонентная фильтрация, Модель нелетучей нефти								решеных задач
4.	Уравнения сохранения для трехфазной системы с нелетучей нефтью, Закон Дарси при однофазной и многофазной фильтрации, модель нелетучей нефти Маскета-Мереса, Модель двухфазной фильтрации		1		1	4	O1 – пр. 2.5; O3 – пр. 1.2-1.3;	1. 5, 6	Собеседование, проверка правильности решеных задач.
5.	Построение модели, соответствующей высоким проницаемостям в верхней части пласта и равномерному уменьшению к подошве пласта		1		1	4	O3 – пр.5.1; Д2 – 3-4;	1. 4.2, 4.6, 4.9, 4.11, 4.15, 4.19, 4.23, 4.31, 4.33, 4.35, 4.43, 4.62	Собеседование, проверка лабораторных работ
6.	Свойства флюидов и породы, Характерные зависимости свойств нефти и газа от давления, Зависимости давление-объем-температура (PVT)		1		2	4	O1 – пр. 2.7; O2 – пр. 6.2-6.3, П.3; O3 – пр. 1.4;	1. 6.1, 6.6, 6.7, 6.12, 6.13, 6.18, 6.24, 6.30, 6.31, 6.35, 6.42, 6.47, 6.48, 6.55, 6.57	Собеседование, проверка лабораторных работ
7.	Построение однослойной модели.		3		2	4	O3-4.4; Д2 – 3-4;	1. 7.1, 7.2, 7.9, 7.11, 7.147.20,	Собеседование, проверка

								7.27, 7.29, 7.34, 7.35, 7.37, 7.38, 7.39	лабораторных работ
8.	Свойства пластового газа, Фазовая диаграмма «давление-температура», Свойства нефти и воды, Относительная плотность, Объемный коэффициент, Газовый фактор, Коэффициент изотермической сжимаемости, Соленость, Примеры корреляций		3		2	4	О1 – пр. 2.7; О2 – пр. 6.2-6.3, П.3; О3 – пр. 1.4;	1. 17.1, 17.4, 17.8, 17.11, 17.13, 17.17, 17.20, 17.26, 17.27, 17.32, 17.38, 17.41, 17.51, 17.57, 17.62, 17.66, 17.12, 17.74	Собеседование, проверка лабораторных работ
9.	Построение многослойной модели.		3		2	7,8	О3 -4.4; Д2 – 3-4;	1. 18.1, 18.3, 18.7, 18.11, 18.13, 18.15, 18.21, 18.22, 18.24, 18.27, 18.30, 18.34, 18.38, 18.41, 18.46, 18.49	Собеседование, проверка лабораторных работ
	<b>Всего часов:</b>		16		16	39,8			

