

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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №6 от «22» января 2021г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  / Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Геомеханическое моделирование месторождений и скважин

Б1.В.ДВ.01.02 часть, формируемая участниками образовательных отношений

программа магистратуры

Направление подготовки
03.04.02 «Физика»

Направленность подготовки
«Цифровые модели и технологии нефтегазовых месторождений»

Квалификация
Магистр

Разработчик (составитель) к.ф.-м.н.	 /Дударева Д.И.
--	--

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: Дударева Д.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «22» января 2021 №6

Заведующий кафедрой  / Л.А.Ковалева

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____, протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой  / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____, протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой  / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____, протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой  / Ковалева Л.А. /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	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	ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать современные представления о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах
		ИД-2ПК-1. Умеет 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;	Уметь решать конкретные прикладные задачи, связанные с фильтрационными процессами в нефтегазовых пластах
		ИД-3ПК-1. Владеет 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.	Владеть пакетами программ, предназначенных для моделирования месторождений

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Геологическое моделирование месторождений и скважин» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе 1 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 моделирование месторождений и скважин» 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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции¹:

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ИД-1ПК-1.	Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Не знает основные законы или имеет частичные знания об основных законах	Знает, но допускает незначительные ошибки Знает основные законы
ИД-2ПК-1.	Умеет 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;	Не показывает сформированные умения Частично умеет использовать основные законы	Умеет, но допускает незначительные ошибки Умеет использовать основные законы

¹ Составляется для каждой компетенции, закрепленной за дисциплиной

ИД-3ПК-1.	Владеет 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.	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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИД-1ПК-1.	Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Лабораторная работа
ИД-2ПК-1.	Умеет 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;	Лабораторная работа
ИД-3ПК-1.	Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы	Лабораторная работа

	разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.	
--	---	--

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для зачета*:

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.

Рейтинг план-дисциплины

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 Дююи, 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)
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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 421 компьютерный класс (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 консультаций: № 421 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: № 421 (физмат корпус-учебное).</p> <p>6. 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>7. Помещения для хранения и ремонта оборудования: аудитория: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p>	<p align="center">Аудитория № 421</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Графические станции DEPO Race 535/ Мониторы AOC23 - 11 шт.</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 Согр – 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> <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>

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Геомеханическое моделирование месторождений и скважин на 1 семестре
(наименование дисциплины)

очно-заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	43,2
лекций	18
практических/ семинарских	-
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	37,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма (ы) контроля:

зачет 1 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	12	О1 – пр. 1.1-1.4; О3 – пр. 5.1- 5.5, стр. 5-11;	1. 2	Собеседование, проверка правильности решенных задач
2.	Построение модели, соответствующей низким проницаемостям в верхней части пласта и равномерному увеличению к подошве пласта.		1		2	12	О3 – пр. 5.1 Д2 – 3-4; Д3;	1. 3	Собеседование, проверка правильности решенных задач.
3.	Уравнения фильтрации жидкости и газа, Закон		1		2	12	О1 – пр. 2.2 – 2.5; О3 – 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		2	12	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		2	12	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	12	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.		1		2	12	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	14	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	14	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
	Всего часов:		14		18	112			

