

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО
К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Декан факультета МП
Ашуралиева Р.К.
Подпись ФИО
«20» 09 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
председатель методического
совета ДГТУ
Суракатов Н.С.
Подпись ФИО
«27» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЬ)

Дисциплина М1.Б.2 Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 21.04.01 Нефтегазовое дело
шифр и полное наименование направления (специальности)

по магистерской программе «Разработка нефтяных месторождений»

факультет Магистерской подготовки
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Бурение нефтяных и газовых скважин
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника(степень) магистр

Форма обучения очная, курс 1 семестр (ы) 1
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 2 ЗЕТ (72 ч.)
лекции ; экзамен ,
(семестр)

практические (семинарские) занятия 34 (час); зачет 1 сем
(семестр)

лабораторные занятия - (час); самостоятельная работа 38 (час);
курсовой проект (работа, РГР) (семестр).

Зав.кафедрой /Алиев Р.М./
подпись ФИО
Начальник УО /Магомаева Э.В./
подпись ФИО

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с
учетом рекомендаций и ООП ВО по направлению и профилю
подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело, «Бурение нефтяных и газовых скважин»
Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры
от 03.09.2018 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю).
 Алиев Р.М.
подпись ФИО

ОДОБРЕНО:

**Методической Комиссией по УГС и
направлений подготовки 21.00.00.-
Прикладная геология, горное дело,
нефтегазовое дело и геодезия**

Председатель МК, к.т.н., ст.препод.



подпись

Курбанов Ш.М.

ФИО

АВТОР ПРОГРАММЫ:

Курбанов Ш.М.

к.т.н., ст. преподаватель



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель дисциплины – изучение основных понятий, приемов и методов математического моделирования и применение их к решению задач в нефтегазовой отрасли. Задачи дисциплины: ознакомление магистрантов с важнейшими понятиями математического моделирования и применение основных методов и приемов математического моделирования для решения задач нефтегазовой отрасли; рассмотрение базовых понятий математического моделирования; демонстрация основных методов и приемов решения задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО:

Дисциплина «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» относится к базовым дисциплинам по направлению «Нефтегазовое дело». Дисциплина базируется на цикле естественнонаучных дисциплин, входящих в модуль математика, информатика, подземная гидромеханика, теория многокомпонентной фильтрации, освоенными слушателями на предыдущих этапах. Дисциплина является предшествующей для изучения «Общей теории динамических систем».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

В процессе освоения дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции при освоении ООП ВО реализующей ФГОС ВО:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способность формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности (ОПК-1);
- способность изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ОПК-4);
- способность готовности к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-5);
- способность формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности (ПК-1);
- способность использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов (ПК-4).

Студент должен знать:

- основные принципы построения математических моделей;
- основные методы исследования математических моделей.
- основные понятия задач нефтегазовой отрасли
- основные принципы математического моделирования процессов в пласте
- основные типы уравнений математической физики и методы их решения,

- основные математические модели, применяемые для описания пластов, содержащих нефть и газ

Студент должен уметь:

- строить математические модели;
- анализировать полученные результаты, строить иерархическую цепочку моделей;
- применять основные приемы математических моделей при решении задач нефтегазовой отрасли
- применять полученные знания, навыки и умения в последующей профессиональной деятельности

Студент должен владеть:

- основными понятиями и принципами математического моделирования.
- навыками постановки задач подземной механики жидкостей и газов;
- навыками решения научно-исследовательских и прикладных задач нефтегазодобычи
- теоретическими знаниями, полученными при изучении базовых и специальных дисциплин;
- методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;
- методами подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Содержание дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в математическое моделирование. 1. Определение и назначение математических моделей 2. Классификация математических моделей 3. Этапы построение математических моделей 4. Примеры математических моделей	1	1		2		2	Входная КР
2	Основные уравнения фильтрации жидкостей и газов 1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности 2. Закон сохранения импульса. Уравнение фильтрации 3. Закон сохранения энергии. Уравнение теплопроводности 4. Уравнение состояния. Линейные и нелинейные законы фильтрации		2-3		4		4	ПЗ КР-1
3	Методы решения задач однофазной фильтрации 1. Аналитические методы решения задач многофазной фильтрации 2. конечно-разностные методы решения задач многофазной фильтрации 3. неявная схема для уравнения многофазной фильтрации 4. метод совместно решения		3-5		4		6	
4	Математические модели транспортируемых сред 1. Математические модели жидкости (идеальная и вязкая жидкость, сжимаемая и несжимаемая жидкость, ньютоновская и неньютоновская жидкость)		6-7		4		2	ПЗ КР-2

	<p>2. Математические модели газообразные сплошных сред (совершенный газ, реальный газ)</p> <p>3. математическая модель упругого деформируемого трубопровода</p> <p>4. ламинарное и турбулентное течение жидкости в трубопроводе</p>					
5.	<p>Математические модели одномерных течений жидкости и газа в трубопроводах</p> <p>1. Моделирование и расчет установившихся режимов работы трубопроводов</p> <p>2. Моделирование и расчет неустановившегося течения сжимаемой жидкости в трубопроводе</p> <p>3. Моделирование и расчет неустановившегося течения газа в газопроводе</p> <p>4. Распространение волн в трубопроводах. Гидравлический удар в трубопроводах</p>	8-9	4		8	
6.	<p>Обыкновенные дифференциальные уравнения в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли</p> <p>1. Уравнения первого порядка. Общие методы интегрирования</p> <p>2. Линейные уравнения. Общие методы интегрирования</p> <p>3. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Общие методы интегрирования</p> <p>4. Нелинейные уравнения второго порядка. Фазовая плоскость. Особые точки. Устойчивость по Ляпунову.</p>	10-11	4		8	
7.	<p>Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли</p> <p>1. Уравнения первого порядка. Уравнения с двумя переменными. Задача с начальными условиями (задача Коши)</p> <p>2. Уравнения второго порядка с двумя переменными. Классификация уравнений. Преобразование уравнений к каноническому виду.</p> <p>3. Характеристики уравнения. Решение гиперболических уравнений методом характеристик</p> <p>4. Типичные краевые задачи для уравнений второго порядка</p>	12-13	4		8	КР-3

Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Волновое уравнение. Частные решения для волнового уравнения 2. Уравнения Лапласа. Частные решения для уравнения Лапласа. 3. Уравнение диффузии. Частные решения для уравнения диффузии.	14-15		4			
Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности	16-17		4			
Итого:			34		38	Зачет

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практического занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4
1	Введение в математическое моделирование. 1. Определение и назначение математических моделей 2. Классификация математических моделей 3. Этапы построение математических моделей 4. Примеры математических моделей	2	1,2
2	Основные уравнения фильтрации жидкостей и газов 1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности 2. Закон сохранения импульса. Уравнение фильтрации 3. Закон сохранения энергии. Уравнение теплопроводности 4. Уравнение состояния. Линейные и нелинейные законы фильтрации	2	1,2
3	Основные уравнения фильтрации жидкостей и газов 1. Закон сохранения энергии. Уравнение теплопроводности 2. Уравнение состояния. Линейные и нелинейные законы фильтрации	2	1,2
4	Методы решения задач однофазной фильтрации 1. Аналитические методы решения задач многофазной фильтрации 2. конечно-разностные методы решения задач многофазной фильтрации	2	1,2
5	Методы решения задач однофазной фильтрации 1. неявная схема для уравнения многофазной фильтрации 2. метод совместно решения	2	1,2
6	Математические модели транспортируемых сред 1. Математические модели жидкости (идеальная и вязкая жидкость, сжимаемая и несжимаемая жидкость, ньютоновская и неньютоновская жидкость) 2. Математические модели газообразные сплошных сред (совершенный газ, реальный газ)	2	1,2

7	Математические модели транспортируемых сред 1. математическая модель упругого деформируемого трубопровода 2. ламинарное и турбулентное течение жидкости в трубопроводе	2	1,2
8	Математические модели одномерных течений жидкости и газа в трубопроводах 1. Моделирование и расчет установившихся режимов работы трубопроводов 2. Моделирование и расчет неустановившегося течения сжимаемой жидкости в трубопроводе	2	1,2
9	Математические модели одномерных течений жидкости и газа в трубопроводах 1. Моделирование и расчет неустановившегося течения газа в газопроводе 2. Распространение волн в трубопроводах. Гидравлический удар в трубопроводах	2	1,2
10	Обыкновенные дифференциальные уравнения в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Уравнения первого порядка. Общие методы интегрирования 2. Линейные уравнения. Общие методы интегрирования	2	1,2
11	Обыкновенные дифференциальные уравнения в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Общие методы интегрирования 2. Нелинейные уравнения второго порядка. Фазовая плоскость. Особые точки. Устойчивость по Ляпунову.	2	1,2
12	Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Уравнения первого порядка. Уравнения с двумя переменными. Задача с начальными условиями (задача Коши) 2. Уравнения второго порядка с двумя переменными. Классификация уравнений. Преобразование уравнений к каноническому виду.	2	1,2
13	Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Характеристики уравнения. Решение гиперболических уравнений методом характеристик 2. Типичные краевые задачи для уравнений второго порядка	2	1,2

14	Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Волновое уравнение. Частные решения для волнового уравнения	2	1,2
15	Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 2. Уравнения Лапласа. Частные решения для уравнения Лапласа. 3. Уравнение диффузии. Частные решения для уравнения диффузии.	2	1,2
16	Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 3. Уравнение диффузии. Частные решения для уравнения диффузии.	2	1,2
17	Уравнения математической физики в задачах моделирования в нефтегазовой отрасли 1. Решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности	2	1,2
	Итого:	34 ч.	

4.3 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Простейшие математические модели и основы математического моделирования	2	1,2,3	КР
2	Получение математических моделей. Постановка задачи. Построение математической модели. Этапы построения математической модели.	4	1,2,3	КР
3	Исследование математической задачи, к которой привела математическая модель	4	1,2,3	КР
4	Теоретическое исследование математических моделей	4	1,2,3	КР
5	Понятия подземной гидродинамики в моделировании. Закон Дарси. Проницаемость. Потенциальная скорость течения.	4	1,2,3	КР

6	Течение реального газа. Потенциал скорости реального газа.	4	1,2,3	КР
7	Стационарное и нестационарное течение.	4	1,2,3	КР
8	Типы флюидов. Характер течения флюидов в пористой среде.	4	1,2,3	КР
9	Порядок составления уравнений для моделирования.	4	1,2,3	КР
10	Многокомпонентные системы. Составление блок-схем решения уравнения.	4	1,2,3	КР
	Итого:	38 ч.		

4.3 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Виды моделей (математические, физические). Понятие о математическом моделировании. Основные этапы моделирования. Геологическая и гидродинамическая модели. Совокупность исходных данных о строении и процессах, происходящих в пласте (базы данных). Цели и задачи моделирования (прогнозирование разработки, решение исследовательских задач).	2	1,2,3	КР
2	Закон сохранения массы. Закон движения. Модели фильтрации: многокомпонентная (композиционная), многофазная, понятие о моделях физико-химических и тепловых методов повышения нефтеотдачи. Свойства флюидов и породы. Начальные и граничные условия.	4	1,2,3	КР

3	<p>Дискретизация по пространству и по времени. Явная и неявная схемы. Дискретизация двух- и трехмерных уравнений. Погрешности дискретизации. Понятие об устойчивости вычислений. Метод рядов Фурье и матричный метод исследования устойчивости. Типы сеток и задание граничных условий. Материальный баланс (консервативные схемы).</p>	6	1,2,3	КР
4	<p>Дискретизация и решение уравнений фильтрации. Дискретизация по пространству, аппроксимация проводимостей. Взвешивание проводимостей (определение относительных фазовых проницаемостей против потока). Дискретизация по времени: явно-неявный (IMPES) и неявный (SS) методы. Учет нелинейностей (сильные и слабые нелинейности). Аппроксимация проводимостей по времени. Об устойчивости основных методов. Устойчивость решения по отношению к проводимостям (выбор временного шага).</p>	6	1,2,3	КР
5	<p>Моделирование скважин. Модель Писмана. Виды граничных условий на скважинах в случае многофазной фильтрации. Скин-фактор. Учет локальных эффектов вблизи скважин при моделировании (псевдофункции, измельчение разностной сетки). Особенности моделирования горизонтальных скважин и скважин, пересеченных трещинами гидравлического разрыва.</p>	6	1,2,3	КР
6	<p>Исходные данные для моделирования. Источники информации. Подготовка данных. Переход от геологической модели к гидродинамической. Свойства пласта и методы их определения (геометрические размеры, пористость, насыщенность и капиллярное давление, абсолютная проницаемость, фазовые проницаемости для двух- и трехфазной фильтрации). Свойства флюидов. Промысловые данные по скважинам. Схематизация пласта. Выбор расчетной модели.</p>	6	1,2,3	КР

7	Методы определения эффективных характеристик расчетных блоков. Эффективные характеристики (пористость, абсолютная и относительные проницаемости, капиллярное давление). Осреднение и масштабирование. Псевдофункции фазовых проницаемостей и капиллярного давления.	4	1,2,3	КР
8	Этапы создания модели для решения практических задач разработки. Построение статической (геолого-математической) модели. Воспроизведение истории разработки. Прогнозирование технологических показателей разработки с помощью модели. Задание граничных условий при переходе на прогноз. Выбор оптимальной технологии разработки. Постоянно действующие модели. Иерархические модели.	4	1,2,3	КР
	Итого:	38 час.		