

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация об электронной подписи:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 22.04.2024 16:29:30  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

  
Ю.В. Ваганов

«22» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплина: Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли

направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

направленность: Разработка нефтяных и газовых месторождений

форма обучения: очная

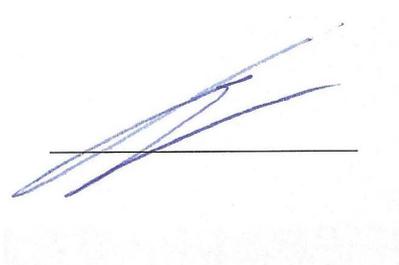
Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2020г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело, направленность Разработка нефтяных и газовых месторождений к результатам освоения дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли»

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений  
Протокол № 10 от «31» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой  С.И. Грачев

Рабочую программу разработали:

С.Ф. Мулявин, профессор, д-р техн. наук, доцент



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: владение методами математического моделирования при изменении флюидонасыщающих характеристик пласта-коллектора; создание математической модели пласта и ее вариаций на базе имитационного программирования, посредством которого можно прогнозировать поведение коллектора при различных условиях эксплуатации..

Задачи дисциплины: научить обучающихся

- решению основных дифференциальных уравнений (основы математической физики);
- выводу основных уравнений однофазной фильтрации;
- конечно-разностная аппроксимации уравнений линейного потока;
- численному решению уравнений однофазной фильтрации;
- математическому моделированию многофазного потока в нефтяных пластах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основ высшей математики и физики;

умения:

- проводить поэтапные расчеты и составлять алгоритмы для проведения расчетов

владение:

- навыками работы на персональном компьютере.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин: «Компьютерное гидродинамическое моделирование месторождений», «Проектирование разработки газовых месторождений», «Методы математической физики в нефтегазодобыче».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-3 Способен проводить анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения за-дачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок	ПКС-3. 31 Знать: - основные (наиболее распространенные) профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов	Знать: <i>основные системы компьютерной алгебры, их возможности и ограничения (31.1)</i>
	ПКС-3. У1 Уметь: - разрабатывать физические, математические и компьютерные модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к процессу освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе	Уметь: <i>строить сложные алгоритмы в системе компьютерной алгебры(У1.1)</i>
	ПКС-3. В1 Владеть: - навыками работы с пакетами программ, позволяющих проводить	Владеть: <i>основами работы в системах компьютерной алгебры В1.1)</i>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
	математическое моделирование основных технологических процессов и технологий, применяемых при освоении месторождений, в том числе на континентальном шельфе, применении современных энергосберегающих технологий.	
ПКС-4. Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	ПКС-4.31. Знать: способы анализа и обобщения экспериментальных данных о работе технологического оборудования	Знать: <i>методики и подходы к обработке данных (31.2)</i>
	ПКС-4.У1. Уметь: анализировать и определять преимущества и недостатки применяемого технологического оборудования в РФ и за рубежом	Уметь: <i>обрабатывать данные различного формата (У1.2)</i>
	ПКС-4.В1. Владеть: обладает навыками интерпретации данных работы оборудования, технических устройств в нефтегазовой отрасли	Владеть: <i>методами обработки данных, получаемых в ходе работы телеметрического и иного оборудования (В1.2)</i>

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	1/2	16	32	-	60	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Основные понятия математического моделирования. Методы математической физики	2	6	-	6	14	ПКС-3.31 ПКС-3.У1	Вопросы для письменного опроса
2	2	Основы фильтрации	3	6	-	6	15		Вопросы для

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
		пластовых флюидов						ПКС-3.В1	письменного опроса
3	3	Математическое моделирование многофазного потока в нефтяных пластах.	3	10	-	6	19	ПКС-4.31 ПКС-4.У1 ПКС-4.В1	Вопросы для письменного опроса
4	4	Моделирование притока к горизонтальным скважинам	4	4	-	6	14	ПКС-4.31 ПКС-4.У1 ПКС-4.32	Вопросы для письменного опроса
5	5	Моделирование многофазных течений по трубам	4	6	-	-	10	ПКС-4.31 ПКС-3.31, ПКС-3.У1, ПКС-3.В1	Вопросы для письменного опроса
6	Экзамен		-	-	-	36	36	ПКС-3.31, ПКС-3.У1, ПКС-3.В1 ПКС-4.31 ПКС-4.У1 ПКС-4.В1	Экзаменационные вопросы и задания
Итого:			16	32	-	60	108	X	X

### заочная форма обучения (ЗФО)

Не реализуется.

### очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Не реализуется

Таблица 5.1.2

### 5.2. Содержание дисциплины.

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Традиционные подходы к моделированию. Аппроксимация. Основы линейной алгебры. Системы компьютерной алгебры и основы построения алгоритмов.

Раздел 2. Свойства породы-коллектора и флюидов. Закон сохранения массы. Основное уравнение однофазной фильтрации. Стационарное и нестационарное течение однофазного флюида по пласту. Численная модель нестационарного течения слабосжимаемой жидкости по однородному коллектору. Реализация модели течения для неоднородного коллектора. Методики описания граничных условий задачи. Применение модели нестационарного течения слабосжимаемой жидкости для гидродинамических исследований скважин. Модели течения для сжимаемой жидкости.

Раздел 3. Уравнение неразрывности для многофазного течения жидкости по пласту. Уравнение Дарси для многофазного потока. Концепция относительных фазовых проницаемостей. Основные подходы к моделированию ОФП и обработке промысловых и лабораторных данных. Классическая модель Баклея-Левретта. Двухмерная модель Баклея-Левретта. Численная реализация двухмерной модели Баклея-Левретта. Практическое применение теории многофазной фильтрации в задачах нефтегазодобычи.

Раздел 4. Аналитические модели притока к горизонтальной скважине. Полуаналитический метод точечных стоков и источников. Подходы к моделированию зоны пониженной проницаемости вокруг горизонтального окончания скважины. Моделирование притока к трещине ГРП.

Раздел 5. Многофазные одномерные течения. Подходы к моделированию. Статистические и механистические модели. Моделирование течения газожидкостной смеси. Моделирование течения смеси жидкости и твердых частиц. Простейшая модель многофазного течения. Модель Хэгдорна-Брауна для газожидкостной смеси. Модель Мура для совместного течения жидкости и твердых частиц

#### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

##### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Основные понятия математического моделирования. Методы математической физики
2	2	3	-	-	Основы фильтрации пластовых флюидов.
3	3	3	-	-	Математическое моделирование многофазного потока в нефтяных пластах.
4	4	4	-	-	Моделирование притока к горизонтальным скважинам
5	5	4	-	-	Моделирование многофазных течений по трубам
Итого:		16	X	X	

##### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	6	-	-	Основы построения алгоритмов
2	2	6	-	-	Построение нестационарной двухмерной модели течения однофазной жидкости по однородному пласту
3	3	4	-	-	Построение одномерной модели Баклея-Леверетта
4	3	6	-	-	Построение двухмерной модели Баклея-Леверетта для неоднородного пласта
5	4	4	-	-	Построение модели притока несжимаемой жидкости к горизонтальной скважине
6	5	4	-	-	Построение модели Хэгдорна-Брауна
7	5	2	-	-	Построение модели Мура
Итого:		32	X	X	

##### Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	6	-	-	Классификации методов моделирования по характеру моделей, по характеру моделируемых объектов, по сферам приложения моделирования	Подготовка к письменному опросу
2	2	6	-	-	Режимы течения флюида. Система критериев потери напора при различных течениях жидкости. Структурное описание геологической модели	Подготовка к практическим занятиям и письменному опросу
3	2	6			Классификация фильтрационных потоков	Подготовка к практическим занятиям и письменному опросу
4	3	6			Математические модели фильтрации нефти, газа и воды. Модель Баклея-Левретта, модель Рапопорта-Лиса, модель Маскета-Миреса.	Подготовка к практическим занятиям, письменному опросу и к презентации доклада
5	1-5	36	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		60	X	X		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (практические занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия)

### 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

### 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

### 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.1	Решение практических работ по разделу 2	7
1.2	Письменный опрос по разделам 1-2 дисциплины	15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	22
2 текущая аттестация		
2.1	Решение практических работ по разделу 3	18
2.2	Письменный опрос по разделу 3 дисциплины	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	28
3 текущая аттестация		
3.1	Решение практических работ по разделу 4	10
3.2	Презентация доклада	10
3.3	Письменный опрос по разделу 4 дисциплины	30
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	50
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. PTC machcad 15.
3. Windows 8

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Персональные компьютеры	Проектор, экран

## **11. Методические указания по организации СРС**

11.1 Методические указания для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине "Математическое моделирование" [Текст] : для студентов всех форм обучения направления 130500 - Нефтегазовое дело. Ч. 2. Методы математической физики / ТюмГНГУ ; сост. Ю. Е. Катанов. - Тюмень : ТюмГНГУ, - 31 с.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли

Код, направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность Разработка нефтяных и газовых месторождений

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-3 Способен проводить анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок	Знать: <i>основные системы компьютерной алгебры, их возможности и ограничения (31.1)</i>	Не знает о системах компьютерной алгебры. Не может объяснить функции подобных систем и принципы их работы	Демонстрирует отдельные знания о системах компьютерной алгебры. Знаком с основными функциями и принципами работы систем компьютерной алгебры	Демонстрирует достаточные знания о системах компьютерной алгебры. Может рассказать о принципах построения алгоритмов в подобных системах.	Демонстрирует исчерпывающие знания и может рассказать про функционал и ограничения основных систем компьютерной алгебры.
	Уметь: <i>строить сложные алгоритмы в системе компьютерной алгебры(У1.1)</i>	Не умеет строить алгоритмы в системе компьютерной алгебры	Может построить основу алгоритма в системе компьютерной алгебры.	Умеет строить алгоритмы в системе компьютерной алгебры. Построенный по примеру алгоритм дает правильный результат.	В совершенстве умеет строить, изменять и совершенствовать алгоритмы в системе компьютерной алгебры.
	Владеть: <i>основами работы в системах компьютерной алгебры В1.1)</i>	Не владеет основами работы в системах компьютерной алгебры	Владеет основами работы в системах компьютерной алгебры, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками работы в системах компьютерной алгебры, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками работы в системах компьютерной алгебры

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-4. Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	Знать: <i>методики и подходы к обработке данных (3I.2)</i>	Не знает методики и подходы к обработке данных	Демонстрирует отдельные знания о методиках и подходах к обработке данных	Демонстрирует достаточные знания о методиках и подходах к обработке данных. Способен объяснить принципы передачи данных между компонентами информационной системы	Демонстрирует исчерпывающие знания о методиках и подходах к обработке данных.
	Уметь: <i>обрабатывать данные различного формата (У1.2)</i>	Не умеет обрабатывать данные различного формата	Умеет производить данные различного формата, но допускает значительные ошибки	Умеет производить обработку данных, допускает незначительные ошибки	В совершенстве умеет производить обработку данных.
	Владеть: <i>методами обработки данных, получаемых в ходе работы телеметрического и иного оборудования (В1.2)</i>	Не владеет методами обработки данных	Владеет методами обработки данных на низком уровне, допускает значительные ошибки	Хорошо владеет методами обработки данных, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет методами обработки данных

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли

Код, направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность Разработка нефтяных и газовых месторождений

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Математическое моделирование /В. И. Рейзлин. – М.: Юрайт, учебное пособие.- 2016	10	16	100	
2	Рейзлин, Валерий Израилевич. Математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. - 2-е изд., пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2020. - 126 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/451402">https://urait.ru/bcode/451402</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".	ЭР	16	100	+
3	Основы эксплуатации гидравлических систем нефтегазовой отрасли : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки специалистов 130500 "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.]. ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень: Вектор Бук, 2012. - 400 с.	28	16	100	-
4	Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли на базе MathCAD 15 : учебное пособие / Ж. М. Колев [и др.] ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2018. - 209 с.	20+ЭР	16	100	+
5	Зозуля, Григорий Павлович. Физика нефтегазового пласта = Petrophysics stratum : учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров по направлению 130500 "Нефтегазовое дело" и для подготовки дипломированных специалистов специальности 130503 "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" / Г. П. Зозуля, Н. П. Кузнецов, А. К. Ягафаров ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2006. - 250 с.: ил. - URL: <a href="http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2015/10/20151005_102953.pdf">http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2015/10/20151005_102953.pdf</a>	192+ЭР	16	100	+
6	Нефтегазовая гидромеханика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Нефтегазовое дело" / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Г. Д. Розенберг; под ред. С. С. Григоряна. - 2-е изд., доп. - Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2005. - 544 с.	171	16	100	-

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Грачев

« 05 » \_\_\_\_\_ 20 20 г.

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова

« 05 » \_\_\_\_\_ 20 20 г.

М.п.



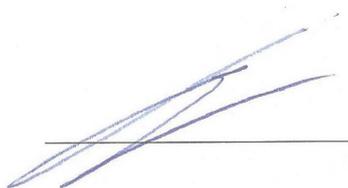
**Дополнения и изменения  
на 2021/2022 учебный год**

В рабочую программу по дисциплине «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» вносятся следующие дополнения и изменения:

1. Материально-техническое обеспечение дисциплины актуализировано

В другой части программа по дисциплине актуальна для 2021/2022 учебного года.

Дополнения и изменения  
внес профессор, д.т.н.



С.Ф. Мулявин

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры. Протокол от «03» 09 2021 г. № 1.

СОГЛАСОВАНО:  
Заведующий кафедрой РЭНГМ



С. И. Грачев