

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.07.2026 14:20:16
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина: Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли

направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

направленность (профиль): Бурение и восстановление скважин сложного

профиля

форма обучения: очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры бурения нефтяных и газовых скважин

Протокол № 17 от 22 апреля 2026г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины:

Формирование у магистрантов системных знаний и практических навыков применения методов математического моделирования для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач в области бурения и восстановления скважин сложного профиля.

Задачи дисциплины:

1. Сформировать у обучающихся знания:
 - о классификации математических моделей, их достоинствах, недостатках и областях применения в нефтегазовом деле;
 - об основных физико-математических принципах, описывающих процессы бурения, крепления, освоения и ремонта скважин (гидродинамика, механика горных пород, тепломассообмен);
 - о требованиях к исходным данным для построения адекватных моделей месторождений и процессов строительства скважин.
2. Научить применять методы математического аппарата:
 - использовать дифференциальные уравнения в частных производных для описания фильтрационных потоков в пласте и движения бурового раствора;
 - применять численные методы для решения прикладных инженерных задач, не имеющих аналитического решения;
 - осуществлять постановку краевых задач для моделирования напряжённо-деформированного состояния горной породы вокруг ствола скважины.
3. Обеспечить овладение практическими навыками работы с программными комплексами:
 - формировать навыки создания геолого-гидродинамических и геомеханических моделей продуктивных пластов в специализированном ПО;
 - обучить методам расчёта траектории ствола скважины и прогнозированию её поведения с учётом технологических параметров бурения;
 - научить проводить имитационное моделирование процессов для оценки рисков возникновения осложнений (поглощения, прихваты, ГНВП).
4. Развить умения по анализу и интерпретации результатов:
 - научить критически оценивать адекватность и точность построенных моделей путём сопоставления расчётных данных с фактическими промысловыми данными;
 - сформировать способность интерпретировать выходные данные моделирования для принятия обоснованных технических решений (например, корректировка профиля скважины, выбор режима бурения);
 - обучить использованию результатов моделирования при проектировании и оптимизации технологических процессов.
5. Способствовать формированию исследовательских компетенций:
 - подготовить студентов к выполнению научно-исследовательской работы (НИР), курсового и дипломного проектирования, где применение методов моделирования является ключевым инструментом исследования

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 подготовки выпускной квалификационной работы.

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) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности	ПКС-1.1: Контролирует соответствие выполняемых работ утверждённой проектной и технической документации.	Знать: ПКС-1.1-31 структуру и состав проектной и технической документации на строительство и ремонт скважин; ПКС-1.1-32 требования нормативных документов (ГОСТ, РД, регламенты) к оформлению и ведению документации; ПКС-1.1-33 методику проверки соответствия фактических технологических параметров бурения проектным значениям.
		Уметь: ПКС-1.1-У1 анализировать проектную документацию на предмет полноты и корректности исходных данных для построения математической модели; ПКС-1.1-У2 сопоставлять фактические данные, полученные в ходе строительства скважины (например, с датчиков телеметрии), с проектными значениями траектории и режимными параметрами; ПКС-1.1-У3 выявлять отклонения от проекта и документировать их.
		Владеть: УК-2.5-В1 навыками работы в системах электронного документооборота предприятия; УК-2.5-В2 методами сравнительного анализа плановых и фактических показателей с использованием инструментов визуализации (графики, диаграммы).
	ПКС-1.2: Осуществляет контроль качества применяемых материалов, реагентов и оборудования	Знать: ПКС-1.2-31: Влияние качества входных данных (точность, полнота, актуальность) на достоверность и точность результатов математического моделирования («мусор на входе — мусор на выходе»); ПКС-1.2-32: Методы оценки качества и верификации геолого-геофизических, петрофизических и промысловых данных, используемых в качестве основы для создания моделей. ПКС-1.2-33: Требования к качеству и калибровке математических моделей, алгоритмов их работы и программного обеспечения для моделирования. ПКС-1.2-34: Нормативные документы и отраслевые стандарты, регламентирующие требования к результатам моделирования и отчётности. Уметь: ПКС-1.2-У1. Проводить первичный анализ и фильтрацию исходных данных, выявляя пропуски, аномальные значения и систематические ошибки перед их использованием в модели. ПКС-1.2-У2. Применять методы кросс-плотации и статистического анализа для проверки согласованности и корреляции различных наборов данных между собой. ПКС-1.2-У3. Выполнять валидацию и калибровку построенной математической модели путём сопоставления её прогнозов с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине
		фактическими историческими данными разработки месторождения или результатами физических экспериментов. ПКС-1.2-У4. Оценивать чувствительность модели к изменению ключевых параметров и определять степень неопределённости полученных результатов.
		Владеть: ПКС-1.2-В1. Навыками использования специализированного программного обеспечения (Python, R, MATLAB) для автоматизации процессов контроля качества данных и анализа ошибок. ПКС-1.2-В2. Опытном документировании процесса контроля качества данных и валидации модели, включая формирование отчётов о проделанной работе и обосновании степени доверия к результатам моделирования. ПКС-1.2-В3. Способностью аргументированно отстаивать качество своей модели и её результатов перед техническими специалистами и руководством, указывая на допущенные упрощения и существующие неопределённости.
ПКС-4 - Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	ПКС-4.1: Осуществляет сбор, обработку и интерпретацию данных геофизических исследований в процессе бурения (LWD) в режиме реального времени.	Знать: ПКС-4.1-31 физические основы методов каротажа во время бурения (MWD/LWD). ПКС-4.1-32 форматы передачи телеметрических данных. ПКС-4.1-33 принципы калибровки и коррекции первичных геофизических данных.
		Уметь: ПКС-4.1-У1 импортировать потоковые данные из систем сбора информации в модуль геонавигации ПО. ПКС-4.1-У2 выполнять фильтрацию и очистку данных от шумов. ПКС-4.1-У3 интерпретировать обработанные данные для определения литологии пласта и положения траектории скважины.
		ПКС-4.1-В1 инструментами модуля геонавигации в специализированных САПР для визуализации данных LWD. ПКС-4.1-В2 методиками привязки данных ГИС к проектному профилю скважины.

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.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очно-заочная	1/1	18	16	-	38	36	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

заочная форма обучения (ЗФО)

Не реализуется.

очная форма обучения (ОФО)

Не реализуется.

Очная форма обучения (ОЗФО)

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	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Основные понятия математического моделирования. Методы математической физики	2	3	-	16	21	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Вопросы для письменного опроса
2	2	Основы фильтрации пластовых флюидов	4	3	-	16	23	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Вопросы для письменного опроса
3	3	Математическое моделирование многофазного потока в нефтяных пластах.	4	4	-	16	24	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Вопросы для письменного опроса
4	4	Моделирование притока к горизонтальным скважинам	4	4	-	-	8	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Вопросы для письменного опроса
5	5	Моделирование многофазных течений по трубам	4	2	-	-	6	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Вопросы для письменного опроса
6	Экзамен		-	-	-	-	36	ПКС-1.1, ПКС-1.2; ПКС-4.1	Экзаменационные вопросы и задания
Итого:			18	16	-	38	108	X	X

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-Левверетта. Двухмерная модель Баклея-Левверетта. Численная реализация двухмерной модели Баклея-Левверетта. 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	2	3	4	5	6
1	1	-	-	2	Традиционные подходы к моделированию. Аппроксимация. Основы линейной алгебры. Системы компьютерной алгебры и основы построения алгоритмов
2	2	-	-	4	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
3	3	-	-	4	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.
4	4	-	-	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.
5	5	-	-	4	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
Итого:		X	X	18	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
1	1	-	-	3	Основы построения алгоритмов
2	2	-	-	3	Построение нестационарной двухмерной модели течения однофазной жидкости по однородному пласту

№ п/п	Номер раздела дисципли ны	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
3	3	-	-	2	Построение одномерной модели Баклея-Левретта
4	3	-	-	2	Построение двухмерной модели Баклея-Левретта для неоднородного пласта
5	4	-	-	4	Построение модели притока несжимаемой жидкости к горизонтальной скважине
6	5	-	-	1	Построение модели Хэгдорна-Брауна
7	5	-	-	1	Построение модели Мура
Итого:		X	X	16	X

Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисципли ны	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	-	-	10	Классификации методов моделирования по характеру моделей, по характеру моделируемых объектов, по сферам приложения моделирования	Подготовка к письменному опросу
2	2	-	-	10	Режимы течения флюида. Система критериев потери напора при различных течениях жидкости. Структурное описание геологической модели	Подготовка к практическим занятиям и письменному опросу
3	2	-		10	Классификация фильтративных потоков	Подготовка к практическим занятиям и письменному опросу
4	3	-		8	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	-	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		X	X	38	X	X

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

– визуализация учебного материала в Power Point 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

Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очно-заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	2	3
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 3-4 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 5 дисциплины	30
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	50
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

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»;

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, что нашло

отражение в таблице 10.1.

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3
1	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран.	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.
	Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная лаборатория. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная, проектор, экран	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.

11. Методические указания по организации СРС

11.1 Математическое моделирование многофазного течения в системах нефтегазопромыслового оборудования : методические указания по структуре, содержанию и оформлению курсовых проектов для обучающихся направления подготовки 21.04.01 "Нефтегазовое дело" профиль "Моделирование разработки нефтяных и газовых месторождений" всех форм обучения / ТИУ ; сост.: Н. Г. Мусакаев, Н. В. Назарова. - Тюмень : ТИУ, 2021. - 20 с. - Режим доступа: для автор. пользователей. - Библиогр.: с. 13. - Б. ц. - Текст : электронный.

КАРТА обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли

Код, направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Бурение и восстановление скважин сложного профиля

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	Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебник для среднего профессионального образования / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 126 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15286-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/568277 (дата обращения: 15.06.2026).	ЭР	15	100	+
2	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. - Электрон. текстовые дан. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2006. - 250 с. : ил. - Режим доступа: для автор. пользователей. - Библиогр.: с. 242 (37 назв.). - ISBN 5-88465-698-X : 60.00 р. - Текст : непосредственный + Текст : электронный.	ЭР	15	100	+
3	Математические методы моделирования в геологии : методические указания по лабораторным, самостоятельным и курсовым работам для обучающихся направления подготовки 05.06.01 "Науки о Земле" всех форм обучения / ТИУ ; сост.: В. А. Белкина, Н. В. Санькова. - Тюмень : ТИУ, 2025. - 48 с. - Режим доступа: для автор. пользователей. - Библиогр.: с. 47 - Б. п. - Текст : электронный	ЭР	15	100	+
4	Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений : учебное пособие для вузов / под редакцией А. Б. Шабарова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03665-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/539117 (дата обращения: 15.06.2026).	ЭР	15	100	+

ЭР – электронный ресурс