

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клементьев Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.06.2026 17:00:32
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина: Моделирование гидравлического разрыва пласта

направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

направленность (профиль): Цифровые технологии в нефтегазовом деле

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании базовой кафедры ООО «РН-ГИР»

Протокол № 4 от 27 апреля 2026 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний, умений и навыков у магистров квалифицированно и компетентно оценивать качество входных данных для моделирования гидравлического разрыва пласта, процедуру построения модели гидравлического разрыва пласта и результатов численного моделирования.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с методами и задачи моделирования гидравлического разрыва пласта;
- дать основные понятия, связанные с моделированием гидравлического разрыва пласта;
- разобраться в необходимых данных для построения модели гидравлического разрыва пласта и данных, используемых для ее калибровки и верификации;
- научить строить одномерные модели гидравлического разрыва пласта;
- познакомить с производственными процессами, использующими моделирование гидравлического разрыва пласта, и дать навыки практического использования результатов;
- разъяснить основы гидроразрыва пласта и объяснить использование моделирования для задач проектирования ГРП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знание: методов первичной обработки информации, статистических методов анализа, современных представлений о процессах и явлениях, происходящих в продуктивных коллекторах, последовательность действий при бурении скважин, перечня необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений.

Умения: использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе освоения дисциплины, интерпретировать основные признаки геологического осложнения по данным ГТИ, классифицировать исходную информацию о работе элементов комплекса, интерпретировать КПД по результатам тестовых нагнетаний при опрессовке открытого ствола и проводить расчёт безопасных границ бурения на качественном уровне.

Владение: механизмами и методиками поиска, сбора и обработки информации, необходимой для решения поставленной задачи, методами прогноза аномально-высокого пластового давления по данным ГИС и навыками интерпретации опрессовок открытого ствола.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Геомеханическое моделирование» и служит основой для освоения: «Научно-исследовательская работа» и написания выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

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 планировать и проводить аналитические, имитационные и экспери-	ПКС-3.1 Исследует технологические процессы при освоении месторождений	Знать ПКС-3.1-З1: основные методы контроля качества построенной геомеханической модели
		Уметь ПКС-3.1-У1: интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования
		Владеть ПКС-3.1-В1: методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса
	ПКС-3.2	Знать ПКС-3.2-З1: методы обработки исходных данных о

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ментальные исследования, критически оценивать данные и делать вывод	Интерпретирует результатов экспериментальных исследований	работе элементов комплекса Уметь ПКС-3.2-У1: интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения Владеть ПКС-3.2-В1: перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений
	ПКС-3.3 Проводит оценку эффективности существующих технологических процессов, проектов и др.	Знать ПКС-3.3-З1: критерии применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования Уметь ПКС-3.3-У1: применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования Владеть ПКС-3.3-В1: навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производств
ПКС-4 Способен использовать профессиональные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	ПКС-4.1 Пользуется специализированными программными продуктами	Знать ПКС-4.1-З1: специализированные программные комплексы
		Уметь ПКС-4.1-У1: использовать методические указания по специализированному ПО
		Владеть ПКС-4.1-В1: навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)
	ПКС-4.2 Разрабатывает физические, математические и компьютерные модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к процессу освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе	Знать ПКС-4.2-З1: стадии построения геомеханических моделей, теоретические основы алгоритмов расчёта геомеханической модели
		Уметь ПКС-4.2-У1: выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований
		Владеть ПКС-4.2-В1: методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции
ПКС-4.3 Работает с пакетами программ, позволяющих проводить математическое моделирование основных технологических процессов и технологий, применяемых при освоении месторождений	Знать ПКС-4.3-З1: основные технологические процессы и технологии, применяемые при геомеханическом моделировании	
	Уметь ПКС-4.3-У1: использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых в геомеханическом моделировании	
	Владеть ПКС-4.3-В1: навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Контроль, час.	Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	2/3	16	30	-	27	35	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение	1	-	-	5	6	ПКС-3.1, ПКС-3.2	Тест Построение геомеханической модели (этап 1)
2	2	Основные законы механики горных пород	3	2	-	5	10	ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	
3	3	Жидкости ГРП и пропанты. Оборудование флота ГРП. Лабораторные исследования свойств	5	4	-	5	14	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	
4	4	Основы моделирования ГРП	1	6	-	5	12	ПКС-4.1, ПКС-4.2	Тест Построение геомеханической модели (этап 2)
5	5	Исходные данные для моделирования ГРП	1	6	-	5	12	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	
6	6	Интерпретация мини-ГРП и калибровка модели ГРП	3	6	-	5	14	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	Тест Построение геомеханической модели (этап 3)
7	7	Повторный и много-стадийный ГРП	2	6	-	5	13	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	
8	1-7	Экзамен	-	-	-	27	27	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	Вопросы к экзамену
Итого:			16	30	-	62	108	Х	Х

заочная форма обучения (ЗФО)

Не реализуется.

очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Не реализуется.

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

РАЗДЕЛ 1. «ВВЕДЕНИЕ».

Введение в моделирование ГРП. Цели и задачи проектирования и инженерного сопровождения ГРП. Понятие интенсификации притока. Основные формулы. Понятие скин-фактора, безразмерного и размерного индекса продуктивности. Область применения ГРП. Достоинства ГРП, недостатки и ограничения (геологические, технологические риски проведения работ).

РАЗДЕЛ 2. «ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД»

Используемые геомеханические понятия (напряжения и деформации, модуль Юнга и коэффициент Пуассона). Основы теории упругости. Понятие напряженного состояния горных пород. Влияние на технологические параметры ГРП.

Лабораторные исследования kernового материала по определению упруго-прочностных свойств горных пород. Понятие динамических (по данным ГИС) и статических упругих свойств горных пород (по результатам kernовых исследований). Построение и использование корреляционных зависимостей. Оценка упруго-прочностных свойств горных пород. Влияние порового (пластового) давления на профиль напряжений горных пород. Понятие АВПД и АНПД. Оценка горизонтальных напряжений, верификация. Оценка направлений горизонтальных напряжений.

РАЗДЕЛ 3. «ЖИДКОСТИ ГРП И ПРОПАНТЫ. ОБОРУДОВАНИЕ ФЛОТА ГРП. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ.»

Реологические модели жидкостей ГРП. Свойства жидкостей ГРП. Пропанты. Свойства пропантов. Базовые понятия контроля качества пропантов. Лаборатории ГРП (стационарная, полевая). Виды лабораторных тестов. Контроль качества жидкости ГРП. Оборудование флота ГРП. Краткий обзор контроля качества при проведении ГРП. Технологические процессы ГРП. График закачки типового ГРП. Технологии ГРП.

РАЗДЕЛ 4. «ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРП»

Модели ГРП. 1D модели: PKN, KGD. Анализ поведения графиков давления на устье и забое при ГРП. 2D: P3D (Lumped, Cell Based), Planar 3D. Сравнительный анализ моделей и расчетов для различных симуляторов ГРП.

РАЗДЕЛ 5. «ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРП»

Необходимые данные ГИС, конструкции скважины, ФЕС, продуктивных характеристик скважины-кандидата для оценки перспективности проведения ГРП. Особенности, ограничения. Понятие «пакета входных данных». Построение планшета ГРП. Составление предварительного дизайна ГРП.

РАЗДЕЛ 6. «ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МИНИГРП И КАЛИБРОВКА МОДЕЛИ ГРП»

Интерпретация мини-ГРП, калибровка модели. 4 типовых варианта утечек. PDL и трещиноватость. Анализ по Хорнеру. Калибровка геомеханических моделей и редизайн ГРП. Калибровка итоговой модели по результатам ГРП. Отчётность по результатам проведения ГРП.

РАЗДЕЛ 7. «ПОВТОРНЫЙ И МНОГОСТАДИЙНЫЙ ГРП»

Повторный ГРП. Изменение при изменении пластового давления. Изменение напряжений и в рамках 1D геомеханической модели в процессе разработки. Влияние разработки на локальное изменение напряжений. Изменение параметров трещины ГРП. Переориентация трещины ГРП. Многостадийный ГРП. Компоновки заканчивания горизонтальных скважин. Условия применения компоновок заканчивания: особенности, достоинства и недостатки.

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	1	-	-	Введение в моделирование ГРП. Цели и задачи проектирования и инженерного сопровождения ГРП. Понятие интенсификации притока. Основные формулы. Понятие скин-фактора, безразмерного и размерного индекса продуктивности. Область применения ГРП. Достоинства ГРП, недостатки и ограничения (геологические, технологические риски проведения работ).
2	2	1	-	-	Используемые геомеханические понятия: – Напряжения и деформации. – Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Основы теории упругости. Понятие напряженного состояния горных пород. Влияние на технологические параметры ГРП.
3	2	1	-	-	Лабораторные исследования кернового материала по определению упруго-прочностных свойств горных пород. Понятие динамических (по данным ГИС) и статических упругих свойств горных пород (по результатам керновых исследований). Построение корреляционных зависимостей.
4	2	1	-	-	Оценка упруго-прочностных свойств горных пород. Расчет

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
					вертикального напряжения. Влияние порового (пластового) давления на профиль напряжений горных пород. Понятие АВПД и АНПД. Оценка максимального горизонтального напряжения. Способы его верификации. Оценка направления горизонтальных напряжений.
5	3	1	-	-	Реологические модели жидкостей ГРП. Свойства жидкостей ГРП
6	3	1	-	-	Пропанты. Свойства пропантов. Базовые понятия контроля качества пропантов.
7	3	1	-	-	Лаборатории ГРП (стационарная, полевая). Виды лабораторных тестов. Контроль качества жидкости ГРП.
8	3	1	-	-	Оборудование флота ГРП. Краткий обзор контроля качества при проведении ГРП.
9	3	1	-	-	Технологические процессы ГРП. График закачки типового ГРП. Теория ГРП. Технологии ГРП.
10	4	1	-	-	Модели ГРП. 1D модели: PKN, KGD. Анализ поведения графиков давления на устье и забое при ГРП. 2D: P3D (Lumped, Cell Based), Planar 3D. Сравнительный анализ моделей и расчетов для различных симуляторов ГРП.
11	5	1	-	-	Необходимые данные ГИС, конструкции скважины, ФЕС, продуктивных характеристик скважины-кандидата для оценки перспективности проведения ГРП. Особенности, ограничения. Понятие «пакета входных данных». Построение планшета ГРП. Составление предварительного дизайна ГРП.
12	6	1	-	-	Интерпретация мини-ГРП, калибровка модели. 4 типовых варианта утечек. PDL и трещиноватость. Анализ по Хорнеру.
13	6	1	-	-	Калибровка геомеханических моделей и редизайн ГРП.
14	6	1	-	-	Калибровка итоговой модели по результатам ГРП. Отчётность по результатам проведения ГРП.
15	7	1	-	-	Повторный ГРП. Изменение при изменении пластового давления Изменение напряжений и в рамках 1D геомеханической модели в процессе разработки. Влияние разработки на локальное изменение напряжений. Изменение параметров трещины ГРП. Переориентация трещины ГРП.
16	7	1	-	-	Многостадийный ГРП. Компоновки заканчивания горизонтальных скважин. Условия применения компоновок заканчивания: особенности, достоинства и недостатки.
Итого:		16	X	X	X

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	1	-	-	Основные законы механики горных пород
2	3	1	-	-	Жидкости ГРП и пропанты. Оборудование флота ГРП. Лабораторные исследования свойств
3	4	9	-	-	Основы моделирования ГРП
4	5	1	-	-	Исходные данные для моделирования ГРП
5	6	9	-	-	Интерпретация мини-ГРП и калибровка модели ГРП
6	7	9	-	-	Повторный и многостадийный ГРП
Итого:		30	X	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	5	-	-	Введение	Изучение теоретического материала по разделам
2	2	5	-	-	Основные законы механики горных пород	
3	3	5	-	-	Жидкости ГРП и пропанты. Оборудование флота ГРП. Лабораторные исследования свойств	
4	4	5	-	-	Основы моделирования ГРП	
5	5	5	-	-	Исходные данные для моделирования ГРП	
6	6	5	-	-	Интерпретация мини-ГРП и калибровка модели ГРП	
7	7	5	-	-	Повторный и многостадийный ГРП	
8	Экзамен	27	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		62	X	X	X	X

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

- визуализация учебного материала в формате PDF, Microsoft Office в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- практические занятия в ПО РН-Сигма и РН-Грид;
- 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. 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	Тестирование по разделам 1-3 дисциплины	10
1.2	Построения геомеханической модели (Этап 1)	20
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
2.1	Тестирование по разделам 1-5 дисциплины	10
2.2	Построения геомеханической модели (Этап 2)	20
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
3.1	Тестирование по разделам 1-7 дисциплины	20
3.2	Построения геомеханической модели (Этап 3)	20
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

11. Методические указания по организации СРС

11.1 Методические указания по подготовке к практическим заданиям.

Работа обучающегося на практических занятиях включает в себя навыки: обработки результатов опрессовок открытого ствола (LOT-test); анализа результатов измерений пластового давления; расчёта коэффициента аномальности и основных показателей для ликвидации ГНВП; обработки результатов тестирований упруго-прочностных характеристик пород; построения корреляционных связей керн-керн, керн/ГИС; прогноза аномально-высокого пластового давления и калибровки на прямых измерениях.

11.2 Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося включает в себя: подготовку к экзаменационным вопросам по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Рекомендуемая литература сообщается преподавателем на занятиях.

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Моделирование гидравлического разрыва пласта

Код, направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Цифровые технологии в нефтегазовом деле

№ 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	Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах : учебное пособие для спо / Г. Г. Гилаев, В. А. Ольховская, Г. Г. Гилаев, В. М. Хафизов. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 304 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/351920 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Лань". - ISBN 978-5-507-46838-6 : ~Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР	30	100	+

*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <https://jirbis.tyuiu.ru>