

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клементьев Сергей Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 16.09.2024 09:08:04
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2558d7400d1

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВИШ ЕГ

_____ Тверяков А.М.

« ____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина: 3D геомеханическое моделирование

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 «ТННЦ»

Протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

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

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с методами и задачи геомеханического моделирования;
- дать основные понятия, связанные с геомеханикой;
- разобраться в необходимых данных для построения геомеханической модели и данных, используемых для ее калибровки и верификации;
- научить строить одномерные геомеханические модели;
- познакомить с производственными процессами, использующими геомеханическое моделирование, и дать навыки практического использования результатов;
- разъяснить основы гидроразрыва пласта и объяснить использование геомеханического 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: «1D геомеханическое моделирование при бурение скважин» 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 экспериментальные исследования, кри-	ПКС-3.1 Исследует технологические процессы при освоении месторождений	Знать З1: основные методы контроля качества построенной геомеханической модели
		Уметь У1: интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования
		Владеть В1: методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса
	ПКС-3.2 Интерпретирует резуль-	Знать З2: методы обработки исходных данных о работе элементов комплекса
		Уметь У2: интерпретировать по данным ГТИ основные

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
тически оценивать данные и делать вывод	татов экспериментальных исследований	признаки геологического осложнения Владеть В2: перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений
	ПКС-3.3 Проводит оценку эффективности существующих технологических процессов, проектов и др.	Знать З3: критерии применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования Уметь У3: применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования Владеть В3: навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производств
ПКС-4 Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов	ПКС-4.1 Пользуется специализированными программными продуктами	Знать З4: специализированные программные комплексы
		Уметь У4: использовать методические указания по специализированному ПО
	Владеть В4: 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 З5: стадии построения геомеханических моделей, теоретические основы алгоритмов расчёта геомеханической модели
		Уметь У5: выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований
	Владеть В5: 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 З6: основные технологические процессы и технологии, применяемые при геомеханическом моделировании	
	Уметь У6: использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых в геомеханическом моделировании	
Владеть В6: навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании		

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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	2/4	24	24	-	36	60	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 в геомеханическое моделирование	2	2	-	8	12	ПКС-3.1, ПКС-3.2	Тест Построение геомеханической модели (этап 1)
2	2	Построение геомеханической модели	4	4	-	8	16	ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	
3	3	Исследования кернового материала	4	4	-	8	16	ПКС-3.3, ПКС-4.3	
4	4	Режимы напряжений горных пород	4	4	-	8	16	ПКС-4.1, ПКС-4.2	Тест Построение геомеханической модели (этап 2)
5	5	Моделирование гидроразрыва пласта	4	4	-	8	16	ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.3	
6	6	Использование результатов геомеханического моделирования для решения производственных задач	2	2		10	14	ПКС-4.1, ПКС-4.2	Тест Построение геомеханической модели (этап 3)
7	7	Трехмерные и четырехмерные геомеханические модели	4	4		10	18	ПКС-3.2, ПКС-4.1, ПКС-4.3,	
8	1-7	Экзамен	-	-	-	36	36	ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-4.3	Вопросы к экзамену
Итого:			24	24	-	96	144	X	X

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 в геомеханическое моделирование».**

Тема 1. Введение в геомеханическое моделирование. Цели геомеханического моделирования (в зависимости от геологии объекта, задач разработки и его статуса (разведка, разработка и т.д.)).

Тема 2. Используемые понятия. Напряжения и деформации. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Закон Гука, типы напряжений в массиве пород.

РАЗДЕЛ 2. «Построение геомеханической модели».

Тема 3. Процесс построения геомеханической модели. Одномерные, трехмерные и четырехмерные геомеханические модели. Особенности, используемые данные, ограничения, процедура использования результатов.

Тема 4. Необходимые данные для построения геомеханической модели в части ГИС. Используемые приборы, особенности, ограничения.

РАЗДЕЛ 3. «Исследование кернового материала».

Тема 5. Исследования кернового материала для оценки упруго-прочностных свойств. Типы тестов, базовые и продвинутое алгоритмы тестирования. Работа со слабоконсолидированным керном, низкопроницаемыми отложениями. Профильные типы исследования кернового материала. Построение корреляций керн-керн, керн-ГИС.

Тема 6. Расчет динамических упругих свойств из данных ГИС и переход к статическим упругим свойствам через корреляции керн-ГИС, керн-керн. Особенности, ограничения, используемые подходы. Расчет прочностных свойств. Качественная проверка получаемых данных.

РАЗДЕЛ 4. «Режимы напряжений горных пород».

Тема 7. Расчет вертикального напряжения. Понятие порового и пластового давления. Понятие АВПД и АНПД. Прогноз АВПД по данным ГИС. Калибровочная информация.

Тема 8. Общие и эффективные напряжения. Главные напряжения.

Тема 9. Напряженное состояние массива горных пород. Режимы напряжений. Способы оценки режима напряжений. Расчет минимального горизонтального напряжения. Способы его верификации.

Тема 10. Расчет максимального горизонтального напряжения. Способы его верификации. Оценка направления минимального/максимального горизонтального напряжения, способы, верификация. Влияние на основные параметры бурения, ГРП, разработки.

РАЗДЕЛ 5. «Моделирование гидроразрыва пласта».

Тема 11. Определение ГРП. График закачки типового ГРП. Лабораторные эксперименты. Техничко-технологические особенности ГРП. Модели ГРП в симуляторах ГРП. Теория ГРП.

Тема 12. Верификация моделей. Жидкости ГРП. Проппанты. Технологии ГРП. Заканчивания горизонтальных скважин. Флот и техника при ГРП. Моделирование процессов при ГРП.

Тема 13. Модели ГРП. 1D модели: PKN, KGD. Автомодельные решения. Анализ поведения графиков давления на устье и забое при ГРП. 2D: P3D (Lumped, Cell Based), P13D. Сравнительный анализ моделей и расчетов для различных симуляторов ГРП.

Тема 14. Интерпретация мини-ГРП, калибровка модели. 4 типичных варианта утечек. PDL и трещиноватость. Анализ по Хорнеру.

Тема 15. Калибровка геомеханических моделей и редизайн трещины ГРП. Влияние разработки на ГРП. Изменение напряжений в рамках 1D геомеханической модели в процессе разработки. Влияние разработки на локальное изменение регионального стресса (уравнения пороупругости).

Тема 16. Повторный ГРП. Переориентация трещины ГРП. Авто-ГРП. Активация разломов/естественных трещин.

РАЗДЕЛ 6. «Использование результатов геомеханического моделирования для решения производственных задач».

Тема 17. Расчет устойчивости ствола скважины. Способы верификации, использование результатов для реальных производственных процессов.

Тема 18. Слабосцементированные горные породы. Особенности разработки, риски. Расчет предельно допустимой депрессии с использованием результатов геомеханического моделирования.

РАЗДЕЛ 7. «Трехмерные и четырехмерные геомеханические модели».

Тема 19. Граф построения трехмерной/четырёхмерной геомеханической модели. Способы расчета «связанно» гидродинамико-геомеханической модели.

Тема 20. Распространение упругих свойств в межскважинное пространство.

Тема 21. Задание граничных условий, расчет куба поровых давлений. Построение куба поровых давлений в условиях АВПД.

Тема 22. Анализ и верификация результатов 3D/4D моделирования. Прискважинные модели, реактивация разломов и естественных трещин. Тектоническое моделирование.

Тема 23. Использование полученных результатов 3D/4D моделирования для решения задач бурения скважин ПРБ и эксплуатационных скважин.

Тема 24. Использование полученных результатов 3D/4D моделирования для решения задач ГТМ и разработки.

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	-	-	Тема 1. Введение в геомеханическое моделирование. Цели геомеханического моделирования (в зависимости от геологии объекта, задач разработки и его статуса (разведка, разработка и т.д.)) Тема 2. Используемые понятия. Напряжения и деформации. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Закон Гука, типы напряжений в массиве пород.
2	2	4	-	-	Тема 3. Процесс построения геомеханической модели. Одномерные, трехмерные и четырехмерные геомеханические модели. Особенности, используемые данные, ограничения, процедура использования результатов. Тема 4. Необходимые данные для построения геомеханической модели в части ГИС. Используемые приборы, особенности, ограничения
3	3	4	-	-	Тема 5. Исследования кернового материала для оценки упругопрочностных свойств. Типы тестов, базовые и продвинутое алгоритмы тестирования. Работа со слабоконсолидированным керном, низкопроницаемыми отложениями. Профильные типы исследования кернового материала. Построение корреляций керн-кern, kern-ГИС. Тема 6. Расчет динамических упругих свойств из данных ГИС и переход к статическим упругим свойствам через корреляции kern-ГИС, kern-кern. Особенности, ограничения, используемые подходы. Расчет прочностных свойств. Качественная проверка получаемых данных
4	4	2	-	-	Тема 7. Расчет вертикального напряжения. Понятие порового и пластового давления. Понятие АВПД и АНПД. Прогноз АВПД по данным ГИС. Калибровочная информация. Тема 8. Общие и эффективные напряжения. Главные напряжения
5	4	2	-	-	Тема 9. Напряженное состояние массива горных пород. Режимы напряжений. Способы оценки режима напряжений. Расчет минимального горизонтального напряжения. Способы его верификации. Тема 10. Расчет максимального горизонтального напряжения. Способы его верификации. Оценка направления минимального/максимального горизонтального напряжения, способы, верификация. Влияние на основные параметры бурения, ГРП, разработки.
6	5	1	-	-	Тема 11. Определение ГРП. График закачки типового ГРП. Лабораторные эксперименты. Техничко-технологические особенности ГРП. Модели ГРП в симуляторах ГРП. Теория ГРП. Тема 12. Верификация моделей. Жидкости ГРП. Пропранты. Технологии ГРП. Заканчивание горизонтальных скважин. Флот и техника при ГРП. Моделирование процессов при ГРП.
7	5	2	-	-	Тема 13. Модели ГРП. 1D модели: PKN, KGD. Автомодельные решения. Анализ поведения графиков давления на устье и забое при ГРП. 2D: P3D (Lumped, Cell Based), P13D. Сравнительный анализ моделей и расчетов для различных симуляторов ГРП. Тема 14. Интерпретация мини-ГРП, калибровка модели. 4 типичных варианта утечек. PDL и трещиноватость. Анализ по Хорнеру
8	5	1	-	-	Тема 15. Калибровка геомеханических моделей и редизайн трещины ГРП. Влияние разработки на ГРП. Изменение напряжений в рамках 1D геомеханической модели в процессе разработки. Влияние разработки на локальное изменение регионального стресса (уравнения пороупругости).

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
					Тема 16. Повторный ГРП. Переориентация трещины ГРП. Авто-ГРП. Активация разломов/естественных трещин.
9	6	2	-	-	Тема 17. Расчет устойчивости ствола скважины. Способы верификации, использование результатов для реальных производственных процессов. Тема 18. Слабосцементированные горные породы. Особенности разработки, риски. Расчет предельно допустимой депрессии с использованием результатов геомеханического моделирования.
10	7	1	-	-	Тема 19. Графическое построения трехмерной/четырёхмерной геомеханической модели. Способы расчета «связанно» гидродинамико-геомеханической модели. Тема 20. Распространение упругих свойств в межскважинное пространство.
11	7	2	-	-	Тема 21. Задание граничных условий, расчет куба поровых давлений. Построение куба поровых давлений в условиях АВПД. Тема 22. Анализ и верификация результатов 3D/4D моделирования. Прискважинные модели, реактивация разломов и естественных трещин. Тектоническое моделирование.
12	7	1	-	-	Тема 23. Использование полученных результатов 3D/4D моделирования для решения задач бурения скважин ПРБ и эксплуатационных скважин. Тема 24. Использование полученных результатов 3D/4D моделирования для решения задач ГТМ и разработки.
Итого:		24	X	X	X

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Загрузка данных инклинометрии, ГИС в РН-Сигма
2	2	4	-	-	Загрузка результатов тестирования керна в РН-Сигма
3	3	4	-	-	Расчет динамических и статических упругих, прочностных свойств и калибровка на керновые данные
4	4	2	-	-	Расчет порового давления (в том числе в условиях АВПД и калибровка на замеры порового давления) и вертикального напряжения.
5	4	2	-	-	Расчет минимального горизонтального напряжения (в том числе калибровка на данные стресс-тестов и мини-ГРП)
6	5	1	-	-	Расчет максимального напряжения, устойчивости ствола скважины по различным критериям устойчивости, определение предельной депрессии для выноса песка (в том числе с примером анализа бурения скважины)
7	5	1	-	-	Загрузка сетки, кубов пористости и сеймики в РН-Сигма
8	5	2	-	-	Наращивание сетки для построения 3D геомеханической модели
9	6	2	-	-	Загрузка кубов порового давления, водонасыщенности в РН-Сигма и задание граничных условий для 4D геомеханической модели
10	7	2	-	-	Распространение свойств в межскважинное пространство и нарощенную модель (в том числе с трендами сеймики)
11	7	1	-	-	Расчет 4D геомеханической модели и анализ получаемых результатов (в том числе анализ реактивации разломов и трещин, РУСС для скважин и т.д.)
12	7	1	-	-	Использование полученных результатов для построения дизайна ГРП в РН-ГРИД
Итого:		24	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	8	-	-	Введение в геомеханическое моделирование	Изучение теоретического материала по разделам
2	2	8	-	-	Построение геомеханической модели	
3	3	8	-	-	Исследования кернового материала	
4	4	8	-	-	Режимы напряжений горных пород	
5	5	8	-	-	Моделирование гидроразрыва пласта	
6	6	10	-	-	Использование результатов геомеханического моделирования для решения производственных задач	
7	7	10	-	-	Трехмерные и четырехмерные геомеханические модели	
13	Экзамен	36	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		96	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. 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	Промежуточное тестирование по разделам 1-3 дисциплины	10
1.2	Построение геомеханической модели (этап 1)	20
ИТОГО за первую текущую аттестацию		30
2 текущая аттестация		
2.1	Промежуточное тестирование по разделам 1-5 дисциплины	10
2.2	Построение геомеханической модели (этап 2)	20
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		30
3 текущая аттестация		
3.1	Промежуточное тестирование по разделам 1-7 дисциплины	21
3.2	Построение геомеханической модели (этап 3)	19
ИТОГО за третью текущую аттестацию		40
ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: 3D геомеханическое моделирование

Код, направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Цифровые технологии в нефтегазовом деле

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-3	ПКС-3.1 Исследует технологические процессы при освоении месторождений	Знать 31: основные методы контроля качества построенной геомеханической модели	Не способен определить основные методы контроля качества построенной геомеханической модели	Демонстрирует знания по основным методам контроля качества построенной геомеханической модели	Демонстрирует достаточные знания по основным методам контроля качества построенной геомеханической модели	Демонстрирует исчерпывающие знания по основным методам контроля качества построенной геомеханической модели
		Уметь У1: интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования	Не умеет интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования	Умеет интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования	Умеет хорошо интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования	В совершенстве умеет интерпретировать качество результатов геомеханического моделирования
		Владеть В1: методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Не владеет методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Владеет методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Хорошо владеет методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса	В совершенстве владеет методами обработки исходных данных о работе элементов комплекса
	ПКС-3.2 Интерпретирует результатов экспериментальных исследований	Знать 32: методы обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Не способен определить методы обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Демонстрирует отдельные знания по методам обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Демонстрирует достаточные знания по методам обработки исходных данных о работе элементов комплекса	Демонстрирует исчерпывающие знания по методам обработки исходных данных о работе элементов комплекса
		Уметь У2: интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения	Не умеет интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения	Умеет интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения	Умеет хорошо интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения	В совершенстве умеет интерпретировать по данным ГТИ основные признаки геологического осложнения
		Владеть В2: перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений	Не владеет перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений	Владеет перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений	Хорошо владеет перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений	В совершенстве владеет перечнем необходимых данных для прогноза аномально-высоких пластовых давлений

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-3.3 Проводит оценку эффективности существующих технологических процессов, проектов и др.	ПКС-3.3 Проводит оценку эффективности существующих технологических процессов, проектов и др.	Знать З3: критерии применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования	Не способен назвать критерии применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования	Демонстрирует отдельные знания критериев применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования	Демонстрирует достаточные знания критериев применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования	Демонстрирует исчерпывающие знания критериев применимости современных технологий для эксплуатации технологического оборудования
		Уметь У3: применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования	Не умеет применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования	Умеет применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет интерпретировать и применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет применять современные технологии для эксплуатации технологического оборудования
		Владеть В3: навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производства	Не владеет навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производства	Владеет навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производства	Хорошо владеет навыками эффективной эксплуатации технологического оборудования нефтегазового производства	В совершенстве владеет эффективной эксплуатацией технологического оборудования нефтегазового производства
	ПКС-4.1 Пользуется специализированными программными продуктами	Знать З4: специализированные программные комплексы	Не знает специализированные программные комплексы	Демонстрирует знания не всех специализированных программных комплексов	Демонстрирует достаточные знания специализированных программных комплексов	Демонстрирует исчерпывающие знания специализированных программных комплексов
		Уметь У4: использовать методические указания по специализированному ПО	Не умеет применять методические указания по специализированному ПО	Умеет применять методические указания по специализированному ПО, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет применять методические указания по специализированному ПО	В совершенстве умеет применять методические указания по специализированному ПО
		Владеть В4: навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)	Не владеет навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)	Владеет навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)	Хорошо владеет навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)	В совершенстве владеет навыками применения специализированного ПО для решения профессиональных задач (РН-СИГМА, РН-ГРИД)

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
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 35: стадии построения геомеханических моделей, теоретические основы алгоритмов расчёта геомеханической модели	Не знает стадии построения геомеханических моделей, теоретические основы алгоритмов расчёта геомеханической модели	Демонстрирует ограниченные знания стадиях построения геомеханических моделей, теоретических основах алгоритмов расчёта геомеханической модели	Демонстрирует достаточные знания о стадиях построения геомеханических моделей, теоретических основы алгоритмов расчёта геомеханической модели	Демонстрирует исчерпывающие знания о стадиях построения геомеханических моделей, теоретических основы алгоритмов расчёта геомеханической модели
		Уметь У5: выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований	Не умеет выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований	Умеет выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований	В совершенстве умеет выполнять построение одномерных моделей механических свойств на основании комплексирования экспериментов по определению механических свойств образцов пород, геофизических исследований скважин и данных сейсмических исследований
		Владеть В5: методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции	Не владеет методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции	Владеет навыками методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции	Хорошо владеет методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции	В совершенстве владеет методами одномерного геомеханического моделирования, методами геомеханического мониторинга состояния породного массива, приемами интерполяции
ПКС-4.3 Работает с пакетами программ, позволяющих прово-		Знать 36: основные технологические процессы и технологии, применяемые при геомеханическом моделировании	Не знает основные технологические процессы и технологии, применяемые при геомеханическом моделировании	Демонстрирует ограниченные знания об основных технологических процессах и технологиях, применяемых при геомеханическом моделировании	Демонстрирует достаточные знания об основных технологических процессах и технологиях, применяемых при геомеханическом моделировании	Демонстрирует исчерпывающие знания об основных технологических процессах и технологиях, применяемых при геомеханическом моделировании

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	дить математическое моделирование основных технологических процессов и технологий, применяемых при освоении месторождений	Уметь У6: использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых в геомеханическом моделировании	Не умеет использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	Умеет использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	В совершенстве умеет использовать алгоритмы для построения математической модели основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании
		Владеть В6: навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	Не владеет навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	Владеет навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	Хорошо владеет навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании	В совершенстве владеет навыками работы с пакетами программ для моделирования основных технологических процессов и технологий, применяемых при геомеханическом моделировании

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: 3D геомеханическое моделирование

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	Заканчивание скважин : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Бурение нефтяных и газовых скважин" / Е. М. Соловьев. - Москва : Недра, 1979. - 304 с. : граф., рис. - Библиогр.: с. 298-300 (67 назв.). - (в пер.) : 0.95 р. - Текст : непосредственный	29	30	100	+
2	Гидромеханика процесса добычи нефти погружными центробежными и штанговыми насосами : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Нефтегазовое дело" / И. Б. Бурцев, Р. Х. Муслимов, Р. Ш. Муфазалов. - Москва : МГГУ, 1996. - 240 с. : граф., рис. - (Высшее горно-нефтяное образование). - Библиогр.: с. 238-239 (18 назв.). - ISBN 5-7418-0118-8 (в пер.) : 80.00 р. - Текст : непосредственный URL : http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/ir-bis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?S21COLOR-TERMS=0&LNG=&Z21ID=GUEST&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=briefHTML_ft&S21CNR=5&C21COM=S&S21ALL=%3C.%3E=%D0%A3%D0%94%D0%9A%20622%2E276%28075%2E8%2F%D0%91%20917%2D070044%3C.%3E&USES21ALL=1	ЭР	30	100	+
3	Геомеханика в бурении : методические указания по организации самостоятельной работы и изучению дисциплины для обучающихся направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин» всех форм обучения / ТИУ ; сост. К. А. Муравьев. - Тюмень : ТИУ, 2018. - 16 с. - Электронная библиотека ТИУ. - Библиогр.: с. 15. - ~Б. ц. - Текст : непосредственный. URL: http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/ir-bis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?S21COLOR-TERMS=0&LNG=&Z21ID=GUEST&I21DBN=READB_FULLTEXT&P21DBN=READB&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=briefHTML_ft&S21CNR=5&C21COM=S&S21ALL=%3C.%3E=%2D253816383%3C.%3E&USES21ALL=1	ЭР	30	100	+

*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>