

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

М.В. Рязанцев

«20» 12 2022г.

на основании приказа № 914

от «20» декабря 2022г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Прикладные задачи геомеханики при бурении и разработке
месторождений»

УФА

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ.....	4
1.1 Нормативно-правовая основа разработки программы.....	4
1.2 Цель и задачи реализации программы.....	4
1.3 Планируемые результаты обучения.....	4
1.4. Требования к обучающимся	4
1.5. Срок обучения	5
1.6. Форма обучения	5
1.7 Итоговый документ.....	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	5
2.1. Учебный план	5
2.2. Календарный учебный график (примерный)	6
2.3 Содержание тем программы	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	7
3.1. Материально-технические условия.....	7
3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	7
3.2.1 Основная литература	8
3.3 Кадровые условия	8
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	8
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств.....	9

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа обучения актуальна для специалистов предприятий, которым необходимо понимание проявлений и использования геомеханики на практике при бурении, эксплуатации скважин или разработке месторождений углеводородов. В рамках курса слушатели обучаются навыкам и подходам к решению задач геомеханики.

Категория слушателей – специалисты структурных подразделений нефтяного направления. Группа обучаемых насчитывает до 30 человек.

Программа рассчитана на 16 часов при объеме занятий – 4 часа в день.

Форма обучения – очная, возможно обучение с применением дистанционных образовательных технологий. В последнем случае количество слушателей может быть увеличено.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Нормативно-правовая основа разработки программы

Нормативно-правовую основу разработки программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 №272-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минтруда России от 12.04.2013 №148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
- Приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Программа разработана с учетом профессиональных стандартов:

- 19.007 «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018 г. N 574н.

1.2 Цель и задачи реализации программы

Цель программы: развитие знаний в области геомеханики, получение навыков решения задач геомеханики и понимания области ее применения в практической плоскости.

Задачи программы:

- Ознакомление с теорией геомеханики
- Ознакомление с подходами к решению задач геомеханики

1.3 Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п. 1.2:

Слушатель должен знать:

- Теоретические основы геомеханики;
- Области применения геомеханики и круг решаемых задач;
- Основные явления, происходящие в околоскважинном пространстве и пласте, связанные с геомеханикой;
- Этапы построения цифровой геомеханической модели.

Слушатель должен уметь:

- Выделять принадлежность задачи к геомеханике;
- Понимать пути и способы решения поставленных задач в рамках геомеханики;
- Решать базовые задачи геомеханики и проводить простые оценки без использования специального программного обеспечения;
- Составлять план работы по поставленной задаче в рамке геомеханики.

1.4. Требования к обучающимся. Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, имеют среднее профессиональное и (или) высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного образца.

Категория слушателей: Программа актуальна для широкого круга специалистов, включая руководящий состав, в области геологии, разработки, мониторинга, гидродинамического моделирования и смежных областей.

1.5. Срок обучения

Программа рассчитана на 16 часов, при объеме занятий – 4 (академических) часа в день в течение 4 дней.

1.6. Форма обучения

Форма обучения - очная, возможно обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

1.7 Итоговый документ

Итоговый документ - удостоверение о повышении квалификации установленного образца, выдается слушателям, успешно прошедшим курс и получившим оценку «зачтено». Слушатели, не прошедшие аттестацию, получают справку установленного образца о прохождении курса.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

№ п/ п	Наименование тем	Всего, час.	Аудиторные занятия		Дистанционные занятия		Форма контроля
			ЛЗ	СРС	ЛЗ	СРС	
1	Основные понятия о напряженно-деформированном состоянии породы	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	Самост. работа
2	Напряженное состояние пласта и его источники	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	Самост. работа
3	Теория фильтрации в пороупругой среде	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа
4	Критерии разрушения породы. Устойчивость разломов	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	Самост. работа
5	Изменение порового пространства под действием напряжения	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	Самост. работа
6	Напряженное состояние околоскважинного пространства	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа
7	Образование магистральных трещин	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа
8	Устойчивость ствола скважины	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	Самост. работа
9	Генерация песка	0,5	0,5	0	0,5	0	Самост. работа
10	Критерии роста магистральных трещин	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа
11	Переориентация трещин повторного ГРП	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	Самост. работа
12	Критерии образования трещин автоГРП	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа

13	Общие сведения о построении геомеханических моделей	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Самост. работа
14	Итоговая аттестация	1,5	0	1,5	0	1,5	Самост. работа
	Всего	16	8,5	7,5	8,5	7,5	

2.2. Календарный учебный график (примерный)

Для очного и дистанционного обучения

Неделя обучения	1	2	3	4	5	6	7	Итого часов
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	
1 неделя	-	4	4	4	4	-	-	16
Итого:	-	4	4	4	4	-	-	16
Примечание: ИА - Самостоятельная работа (зачет)								

2.3 Содержание разделов программы

Тема №1. Основные понятия о напряженно-деформированном состоянии породы

Напряжения и деформации. Закон Гука. Механические свойства горных пород и способы их лабораторного измерения. Напряженно-деформированное состояние пороупругой среды.

Тема №2 Напряженное состояние пласта и его источники

Горное давление. Тектонические напряжения и тектонические деформации. Механизмы генезиса аномального пластового давления. Техногенные источники напряженного состояния пласта.

Тема №3 Теория фильтрации в пороупругой среде

Уравнения континуальной фильтрации. Сжимаемости породы и ее порового пространства. Задачи теории фильтрации и способы моделирования.

Тема №4 Критерии разрушения породы. Устойчивость разломов.

Критерий Кулона-Мора. Проблемы критерия Кулона-Мора и реальное поведение горных пород. Другие критерии разрушения. Поверхности разрушения. Влияние пластового давления на разрушение породы. Устойчивость разломов.

Тема №5 Изменение порового пространства под действием напряжения.

Изменение пористости в процессе погружения пласта. Процессы компакциии и дилатансии. Влияние пластового давления на компакцию и дилатансию породы.

Тема №6 Напряженное состояние околоскважинного пространства.

Решение Кирша. Компоненты напряжения на стенке скважины. Сжимающие и разрывные напряжения.

Тема №7 Образование магистральных трещин.

Механизмы разрыва открытого и перфорированного ствола скважины. Определение критического давления разрыва. Влияние контраста напряжения и пластового давления на давление разрыва.

Тема №8 Устойчивость ствола скважины.

Основные виды неустойчивости: приток, обрушение, поглощение и магистральный разрыв. Способы оценки неустойчивости стенок скважины.

Тема №9 Генерация и вынос песка.

Механизм генерации песка. Эксперименты по определению режимов выноса песка. Критическая депрессия и критическое истощение. Диаграмма рисков пескопроявления.

Тема №10 Критерии роста магистральных трещин.

Критерий Ирвина. Трещиностойкость. Давление смыкания. Отклонение трещин от прямолинейной траектории.

Тема №11 Переориентация трещин повторного ГРП.

Изменение ориентации главных горизонтальных напряжений в окрестности добывающей скважины. Критерий переориентации. Механизм переориентации трещин повторного ГРП. Отклонение траектории при переориентации.

Тема №12 Критерии образования трещин автоГРП.

Понятие о трещинах автоГРП. Задача о росте трещины в слоистой среде. Условия роста трещин в длину. Условия роста трещин в высоту. Особенности динамики роста трещин автоГРП.

Тема №13 Общие сведения о построении геомеханических моделей.

Пошаговое описание общего цикла работы. Сбор и анализ исходных данных. Калибровка модели и данные, требуемые для калибровки. Примерный перечень требуемых данных с ранжированием по степени важности.

Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
1	Итоговая аттестационная работа (1,5 ч.)

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория/ площадка веб-конференций	Лекционно-практическое	<ul style="list-style-type: none"> - рабочее место преподавателя, ПК; - посадочные места по количеству слушателей, ПК (для параллельного просмотра презентации). - ручки и блокноты для записи для всех слушателей и преподавателя; - доска с маркерами/мелом 2-3-х разных цветов; - проектор; - система веб-конференций BigBlueButton. <p>Взаимодействие осуществляется через web-интерфейс. Вход в систему осуществляется по адресу: https://bnipi-bbb.bnipi.ru</p>

3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение

3.2.1 Основная литература

1. Баклашов И.В. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2 т. – М.Ж Изд-во Московского государственного горного университета, 2004. – Т. 1. Основы геомеханики. – 208 с.
2. Зобак М. Д. Геомеханика нефтяных залежей. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018
3. Лейк Л. (ред.) Справочник инженера-нефтяника. Том II. Инжиниринг бурения. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014
4. Jaeger J., Cook N.G., Zimmerman R. Fundamentals of Rock Mechanics, 4ed., Blackwell, 2007
5. Peng S., Zhang J. Engineering geology for underground rocks. – Springer, 2007.

3.3 Кадровые условия

Обеспечение программы осуществляет кадровый состав, соответствующий требованиям ЕКС преподавателя, и прошедшие курсы повышения квалификации по вопросам обеспечения преподавания с применением дистанционных образовательных технологий.

Преподаватели программы:

Федоров Александр Игоревич – эксперт аналитического отдела ООО «РН-БашНИПИнефть», кандидат физико-математических наук;

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Виды аттестации: промежуточная аттестация в форме выполнения задач в процессе обучения, итоговая аттестация в форме самостоятельной работы.

Критерии оценивания промежуточной аттестации:

Демонстрация слушателем понимания базовых терминов предметной области, и не менее 60% верных ответов на поставленные вопросы.

Итоговая аттестация проводится в форме зачета.

Критерии оценивания итоговой аттестации:

Слушатель предоставляет результаты запросов по всем практическим заданиям. В случае если запрос отвечает условиям задания, задание считается выполненным.

Оценки «зачтено» заслуживает слушатель, выполнивший корректно более 60% практических заданий и показавший всестороннее и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания и решать задачи по программе курса, проявивший способности в понимании, изложении и применении учебно-программного материала.

Результаты итоговых аттестационных испытаний оцениваются по шкале соответствия качественной и числовой оценок.

Возможность пересдачи итогового зачета:

У каждого слушателя есть возможность повторной сдачи заданий итоговой аттестации с обсуждением каждого из выполненных заданий голосом с преподавателем. При неуспешной пересдаче рекомендуется повторно пройти обучение по курсу для глубокого и качественного освоения материала.

Примеры заданий промежуточной и итоговой аттестации приведены в Приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств

При подготовке к итоговой аттестации следует обратить внимание на следующий перечень контрольных вопросов.

Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы:

1. Перечислите основные источники напряженного состояния пласта в процессе его разработки.
2. Чем отличаются упругие свойства твердых пород от пористых насыщенных пород?
3. Что такое уравнение равновесия?
4. Назовите основные этапы построения одномерных моделей упруго-прочностных свойств.
5. Достаточно ли данных стандартного каротажа для построения простейших одномерных геомеханических моделей?
6. Чем отличаются динамические и статические упругие свойства горных пород?

Кроме того, итоговая аттестация включает в себя задачи, аналогичные решаемым по ходу обучения.

Пример задачи: Определить к какому тектоническому режиму относится напряженное состояние в кровле и подошве пласта, если градиент горного давления в этом пласте равен 0.02 МПа/м, градиент горизонтального напряжения – 0.015 МПа/м, минимальное и максимальное тектонические напряжения равны 4,5 МПа и 5,5 МПа соответственно, а глубина кровли и подошвы пласта – 1000 м и 1200 м.

Ответ: кровля находится в сдвиговом режиме, а подошва – в нормальном.