



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

М.В. Рязанцев

« 30 » 20 22 г.

на основании приказа № 917

от « 30 » декабря 20 22 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Основы работы в геомеханическом симуляторе «РН-СИГМА»

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 .....	5
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.....	8
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, применяющих построение одномерных геомеханических моделей, а также моделей механической устойчивости ствола скважины, как в процессе бурения, так и в процессе эксплуатации. Обучение делится на две части – теоретическую и практическую. В рамках курса теоретической части слушатели изучают основы геомеханики и ее возможности при прогнозировании рисков обрушения ствола скважины. Во второй части слушатели обучаются практическим навыкам и подходам к моделированию с использованием корпоративного программного комплекса РН-СИГМА.

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

Программа рассчитана на 21 час при объеме занятий – 7 часов в день.

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

## **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:** качественное изменение профессиональных компетенции, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности:

- Обеспечение добычи углеводородного сырья;
- Применение программного комплекса «РН-СИГМА» для задач построения одномерных геомеханических моделей и моделей механической устойчивости ствола скважины.

#### **Задачи программы:**

- Ознакомление с основными подходами моделирования одномерных геомеханических моделей и моделей механической устойчивости ствола скважины в ПК «РН-СИГМА».

### **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:**

- Технологические процессы добычи углеводородного сырья;
- Техническую документацию по эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья;
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования по добыче углеводородного сырья;
- Этапы построения цифровой модели в ПК «РН-СИГМА».

#### **Слушатель должен уметь:**

- Анализировать и систематизировать полученную геологическую информацию, вести базу промысловых данных;
- Работать с эксплуатационной документацией;
- Оформлять технологические схемы, чертежи, паспорта оборудования по добыче углеводородного сырья;
- Оценивать качество и состав скважинных геофизических данных;
- Использовать форматы и масштабы файлов геофизических данных;
- Определять процедуры и параметры процедур для оптимального выделения полезной информации;
- Проводить анализ данных;

– Составлять отчётную документацию.

**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 специалистов структурных подразделений нефтяного направления.

#### 1.5. Срок обучения

Программа рассчитана на 21 час, при объёме занятий – 7 (академических) часов в день в течение 3 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	Теоретические основы геомеханики	7	5	2	5	2	Самост. работа
2	Основные принципы построения моделей механической устойчивости скважин	3	2	1	2	1	Самост. работа
3	Знакомство с ПК РН-СИГМА	1	0	1	0	1	Самост. работа
4	Примеры работы с инструментами ПК РН-СИГМА	1	0	1	0	1	Самост. работа
5	Пример построения одномерной геомеханической модели	5	0	5	0	5	Самост. работа
6	Выполнение самостоятельной работы	3	0	3	0	3	Самост. работа
7	Итоговая аттестация	1	0	1	0	1	Самост. работа
Всего		21	7	14	7	14	

## 2.2. Календарный учебный график (примерный)

Неделя обучения	1	2	3	4	5	6	7	Итого часов
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	
1 неделя	7	7	7	-	-	-	-	21
Итого:	7	7	7	-	-	-	-	21

**Примечание:** ИА - Самостоятельная работа (зачет)

## 2.3 Содержание разделов программы

### Тема №1 Теоретические основы геомеханики

Основные понятия геомеханики. Напряжение и деформация твердого тела. Связь деформации с напряжением, закон Гука для твердого тела. Способы измерения упругих модулей твердого тела – статические и динамические измерения. Пористое насыщенное тело, пороупругость. Измерение модулей пористого насыщенного тела.

Напряженное состояние пласта. Структура тензора напряжения. Источники напряжений. Тектонические деформации. Основной способ расчета компонент напряженного состояния. Нормальное и аномальное пластовое давление. Тренд уплотнения и способ расчета аномалий пластового давления.

Напряженное состояние ствола скважины. Элемент траектории скважины и относительная ориентация осей напряжения. Классификация ПЭД. Теоретические основы работы ПЭД, конструктивные особенности, основные формулы. Компоненты напряженного состояния на стенке скважины. Влияние фильтрационной корки на напряженное состояние. Пороупругие и термоупругие эффекты. Соленость бурового раствора и влияние осмотических эффектов.

Образование магистральных трещин. Критерий максимальных растягивающих напряжений. Влияние пороупругости и разности горизонтальных компонент на давление образования магистральных трещин. Влияние ориентации скважины относительно осей напряженного состояния.

Критерии разрушения породы. Критерий Кулона-Мора. Круги Мора и их использование. Определение параметров критерия Кулона-Мора. Недостатки критерия Кулона-Мора. Критерий Гриффитса. Паспорт прочности. Влияние пластового давления на момент разрушения породы. Влияние типа напряженного состояния на направление разломов и магистральных трещин.

Анизотропия упругости и прочности. Причины анизотропии и примеры структур. Обобщенный закон Гука и матрица упругости. Примеры анизотропных пород. Трансверсально-изотропное тело. Акустический и статический способы измерения модулей упругости трансверсально-изотропного тела. Расчет напряженного состояния с учетом анизотропии твердого тела. Анизотропия прочности твердого тела. Плоскости ослабления. Применение критерия Кулона для расчета реактивации плоскостей ослабления.

### Тема №2 Основные принципы построения моделей

Понятие безопасного окна бурения. Основные виды механических осложнений: приток, обрушение, поглощение, разрыв ствола. Способы расчета критических плотностей для предотвращения механических осложнений.

Общий подход к построению одномерной модели устойчивости ствола скважины. Сбор и анализ данных. Инструменты оценки качества данных. Общий подход к построению модели механических свойств и напряженного состояния в ПК РН-СИГМА. Данные для калибровки моделей. Способы переноса моделей на проектную скважину.

Дополнительные инструменты для построения моделей механической устойчивости ствола скважины. Стереогаммы и проекции стереогамм бурового раствора. Синтетические имиджи и каверномер.

#### **Тема №3 Знакомство с ПК РН-СИГМА**

Элементы интерфейса. Структура программы. Основные настройки

#### **Тема №4 Примеры работы с инструментами ПК РН-СИГМА**

Импорт данных. Визуализация и редактирование данных. Построение пользовательских корреляций. Построение гистограмм и кросс-плотов. Построение паспорта прочности.

Модуль для анализа качества данных. Модуль восстановления данных ГИС. Модуль для построения петроупругой модели. Модуль кластеризации модели механических свойств на основании идентификации литотипов.

#### **Тема №5 Пример построения одномерной геомеханической модели**

Полный цикл построения модели механических свойств и напряженного состояния пласта на опорной скважине. Построение безопасного окна бурения. Перенос геомеханической модели на проектную. Построение безопасного окна бурения на проектной скважине.

### **Перечень практических работ**

<b>Номер темы</b>	<b>Наименование практического занятия</b>
1	Практические упражнения по теоретическим основам геомеханики (2 ч.)
2	Практические упражнения по основным принципам построения моделей механической устойчивости ствола. (1 ч.)
3	Работа с настройками ПК РН-СИГМА (1 ч.)
4	Импорт данных. Визуализация и редактирование данных. Построение пользовательских корреляций. Построение гистограмм и кросс-плотов. Построение паспорта прочности. (1 ч.)
5	Построение одномерной геомеханической модели (5 ч.)
6	Самостоятельная работа по разделам курса (3 ч.)

### **3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

#### **3.1. Материально-технические условия**

<b>Наименование специализированных учебных помещений</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
Лекционная аудитория/ площадка веб-конференций	Лекционно-практическое	- рабочее место преподавателя (ПК с возможностью подключения к серверу СУБД, и установленным ПК «РН-СИГМА»); - посадочные места по количеству слушателей, ПК, с двумя мониторами (для параллельного просмотра, установленным ПК «РН-Геосим» и дублирования

		действий преподавателя) с возможностью подключения к серверу СУБД. - проектор; - система веб-конференций BigBlueButton. Взаимодействие осуществляется через web-интерфейс. Вход в систему осуществляется по адресу: <a href="https://bnipi-bbb.bnipi.ru">https://bnipi-bbb.bnipi.ru</a>
--	--	--

### 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;

**Кнутова Светлана Рамилевна** – главный специалист отдела разработки пользовательского интерфейса ООО «РН-БашНИПИнефть»;

**Шамсутдинова Елена Радиковна** - ведущий специалист отдела разработки проектов геомеханики и ГРП ООО «РН-БашНИПИнефть».

### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

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

##### Критерии оценивания промежуточной аттестации:

Демонстрация слушателем понимания базовых терминов предметной области, и не менее 50% 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**

Для проведения итоговой аттестации используются результаты самостоятельных практических работ, встроенных в учебный курс. Для самостоятельных работ слушателям предлагается входные данные, из которых они самостоятельно выбирают те, на которых будут демонстрировать уровень полученных навыков.

Входные данные представляют собой:

- данные фактических траекторий скважин;
- данные ГИС в форматах las;
- карты кровель и подошв геологической модели.

