

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

М.В. Рязанцев

« 12 » 20 22 г.

на основании приказа № 914

от « 20 » декабря 20 22 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Основы работы в симуляторе ГРП «РН-ГРИД»

УФА

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
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)	5
2.3 Содержание разделов программы.....	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	10
3.1. Материально-технические условия.....	10
3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение	11
3.2.1 Основная литература.....	11
3.3 Кадровые условия	11
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств.....	12

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс обучения позволяет получить знания о теоретических основах и практических аспектах применения симулятора ГРП «РН ГРИД» для задач планирования, контроля и анализа применения технологии гидроразрыва пласта. Курс не предназначен для обучения теории и практике проведения операции ГРП, он подразумевает, что слушатели курса уже обладают такими знаниями. Курс посвящён использованию конкретного программного продукта и реализации в нём лучших практик моделирования операций ГРП.

Целевая аудитория курса:

- специалисты по ГРП добывающих предприятий, КНИПИ, ключевых подрядных организаций;
- специалисты отделов интенсификации добычи, разработки месторождений, службы супервайзинга добывающих предприятий и КНИПИ (уже имеющие практические и теоретические знания по ГРП);

Задачи слушателей в процессе освоения курса:

- ознакомиться с основными подходами к математическому моделированию гидроразрыва пласта;
- изучить интерфейс симулятора ГРП «РН-ГРИД»;
- научиться выполнять первичную визуальную оценку графиков тестовых закачек и основного ГРП;
- научиться проводить специальные виды анализа: анализ миниГРП, анализ степ-тестов, анализ КПД по Хорнеру, анализ КПД по Нолти, анализ Нолти-Смита для основного ГРП;
- научиться создавать в «РН-ГРИД» дизайн ГРП, калибровать дизайн ГРП на данные тестовых закачек.

Программа рассчитана на 36 часов при объёме занятий – 8 часов в день. Группа обучаемых насчитывает до 30 человек. Форма обучения – очная, возможно 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;
- Применения симулятора ГРП «РН-ГРИД» для задач планирования, контроля и анализа применения технологии гидроразрыва пласта.

Задачи программы:

- Анализ, проектирование и адаптация дизайнов ГРП;
- Сопровождение и контроль качества операций ГРП;
- Анализ фактических данных тестовых закачек;
- Подготовка предложений по повышению эффективности процесса добычи и работы оборудования по добыче углеводородного сырья.

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:

- Теорию проведения и моделирования операций ГРП;
- Методы построения и адаптации дизайнов ГРП;
- Взаимосвязь управляемых и наблюдаемых технологических параметров операций ГРП;
- Методы анализа фактических тестовых закачек;
- Технологические процессы добычи углеводородного сырья;
- Назначение, устройство и принцип действия оборудования по добыче углеводородного сырья.

Слушатель должен уметь:

- Производить анализ существующих, подготовку новых плановых дизайнов, редизайнов ГР по имеющемуся набору данных о скважине и их адаптацию после проведения ГРП на фактические данные;
- Проводить первичный анализ фактических данных операций мини-ГРП и ГРП для контроля соответствия фактических закачек плану и нормативам;

– Проводить стандартные анализы фактических данных тестовых закачек.

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 по ГРП добывающих предприятий, КНИПИ, ключевых подрядных организаций; специалистов отделов интенсификации добычи, разработки месторождений, службы супервайзинга добывающих предприятий и КНИПИ (уже имеющие практические и теоретические знания по ГРП).

1.5. Срок обучения

Программа рассчитана на 36 часов, 4 дня при объёме занятий – 8 (академических) часов в первый день обучения и по 7 (академических) часов в последующие дни.

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	ПЗ	ЛЗ	ПЗ	
1	Моделирование дизайнов ГРП	12	10	2	10	2	опрос
2	Фактические данные ГРП	12	8	4	8	4	Сам. работа
3	Полный цикл сопровождения ГРП	11	9	2	9	2	Сам. работа
4	Итоговая аттестация	1	0	1	0	1	Сам. работа
Всего		36	27	9	27	9	

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	8	7	7	7	6/1 ИА	-	-	36
Итого:	8	7	7	7	7			36
Примечание: ИА – Самостоятельная работа (дифференцированный зачет)								

2.3 Содержание разделов программы

Тема №1 Моделирование дизайнов ГРП.

1.1 Ликбез по технологиям и моделированию ГРП

- Технология проведения ГРП
- Контролируемые и управляемые параметры
- Моделирование ГРП: адаптация и оптимизация
- Типовой рабочий процесс при сопровождении ГРП

1.2 Моделирование ГРП: основные модели и базовые концепции

- История корпоративного симулятора ГРП «РН-ГРИД»
- Основные физические процессы и явления при ГРП
- Аналитические модели PKN, KGD, RAD
- Псевдо трехмерные модели P3D
- Планарная трехмерная модель PL3D
- Трехмерная модель F3D
- Преимущества и недостатки различных моделей, области применения
- Концепция симулятора ГРП «РН-ГРИД»
- Иерархия подмоделей симулятора ГРП «РН-ГРИД»

1.3 Пользовательский интерфейс симулятора ГРП «РН-ГРИД»: начало работы

- Установка, переустановка и удаление
- Функциональные блоки основного рабочего экрана
- Проектная организация работы
- Создание нового проекта, открытие старого проекта

1.4 Создание дизайна ГРП с нуля

- Создание пустого дизайна
- Основные приемы работы с таблицами
- Задание простой траектории скважины
- Задание конструкции скважины
- Задание таблицы геомеханики и утечек
- Ручное редактирование значений и пропластков
- Заполнение свойств по шаблонной таблице для всех литотипов
- Добавление зон перфораций
- Редактирование границ расчётной области
- Создание плана тестовой закачки, выбор жидкости
- Запуск расчёта дизайна ГРП
- Задание концентрации пропанта, ступенчато или рампом
- Блок статистики по плану закачки

1.5 База данных жидкостей и пропантов

- Основные сведения о хранимых свойствах жидкостей ГРП
- Основные сведения о хранимых свойствах пропантов для ГРП
- Системная и пользовательская часть БД
- Создание копий и редактирование свойств

- Экспорт, импорт и синхронизация жидкостей и пропантов

1.6 Расчет дизайна и анализ результатов

- Управление расчетом дизайна
- Создание копий дизайнов, пакетный запуск
- Управление отображением результатов расчёта дизайна
- Взаимосвязь детальности модели и скорости расчета
- Приемы ускорения расчета (размер расчётной сетки, разгон на закрытии), особенности, недостатки
- Графики, основные приемы работы, расположение
- Общие настройки графиков, настройки одного графика, распределение по осям, текущий шаг
- Выбор графиков, конструктор графиков

1.7 Опции, физические модели и дополнительные возможности

- Включение опций: бриджевание, сброс утечек, сложное напластование, Т-образные, эрозия, оседание в трещине, торможение, вдавливание, оседание в стволе
- Множители и поправки на утечки и трение
- Модели утечек, пороупругость, теплоперенос, кислотный ГРП, жидкости с кислотными свойствами, графики КГРП
- Варианты закачек не по НКТ
- Расчет продуктивности трещины ГРП
- Учет хим-реагентов (опционально)
- Выбор труб НКТ и ОК из БДЖП
- Визуальное редактирование геомеханической модели, плана закачки
- Расчёт напряжений геомеханической модели по свойствам пропластков
- Отображение ГС на планшете с редактированием в MD
- ГС перенос ГИСов, синтетические каротажи
- Нерегулярная сетка

1.8 Самостоятельная работа: простые дизайны

- Повторить самостоятельно создание 3-слойной модели и дизайна: без пропанта, с пропантом, с рампом, без рампа
- Построить 3-слойную модель с несколькими перфорациями в песчанике
- Построить 4-слойную модель с перфорацией в не самом напряжённом пропластке
- Построить 5-слойную модель с тонким пропластком глины, сделать дизайн с прорывом, без прорыва
- Построить 3-слойную модель для оценки влияния учета эффекта гравитационного оседания пропанта
- Построить 5-слойную модель с тонким пропластком глины, для учета эффекта бриджинга пропанта в тонком слое
- Построить 3-слойную модель с набором концентрации рампом так, чтобы в конце получился «стоп»

Тема №2 Фактические данные ГРП.

2.4 Импорт исходных данных ГРП

- Открытие файлов, drag-and-drop, буфер обмена
- Поддерживаемые файловые форматы

- Загрузка и разбор табличных данных из текстового файла
- Шаблоны форматированного времени
- Предпросмотр и обрезка по времени в мастере импорта
- Особенности импорта из Excel
- Особенности импорта из las и бинарных форматов gst, manograph
- Управление шаблонами преднастроек импорта
- Визуализация исходных данных на графиках, настройка стилей кривых, настройка и блокировка масштабов осей, шаблоны отображения кривых
- Приемы управления и настройки графиков
- Экспорт графиков
- Добавление нового набора данных
- Сдвиги кривых
- Экспорт сведённых данных
- Добавление комментариев для событий на графиках, рисование фигур, стрелок; настройки, масштаб инфотаблички
- OpenGL для ускорения отображения исходных данных
- Импорт из данных формата adt (станция управления)
- Импорт данных в реальном времени со станции управления и автоматическая перезагрузка данных
- Редактирование кривых (копирование, удаление выбросов, прореживание, сглаживание, пересчёт давления)
- Расчёты объёмов и отображение интервалов интереса
- Загрузка данных со станции управления
- Калькулятор исходных данных

2.5 Пользовательский интерфейс симулятора ГРП «РН-ГРИД»: дополнение

- Управление окнами, многооконный режим
- Сворачивание и разворачивание
- Линкование с другими проектами
- Перемещение и создание копий элементов в менеджере проекта
- Управление недавними проектами (линкование, архивация, почта)
- Прикрепленные проекты, предустановленные проекты
- Настройки приложения

2.6 Самостоятельная работа: загрузка, визуализация, контроль

- Создать новый проект
- Загрузить в него все имеющиеся данные
- Настроить визуализацию графиков
- Провести расчет дополнительных кривых в калькуляторе

2.7 Анализ тестовых закачек перед основным ГРП

- Виды тестовых закачек
- Мини-ГРП
- Анализ КПД по Хорнеру
- Анализ КПД по Нолти
- Тест со ступенчатым увеличением расхода SRT

- Тест со ступенчатым снижением расхода SDT
- Анализ Нолти-Смита, типовые режимы поведения чистого (эффективного) давления
- Экспресс-анализ трений с редактированием БДЖП
- Анализ log-log для идентификации режимов течения
- Анализ Мейерхофера
- Анализ хаммер-эффекта
- Сводный отчет, экспорт в форматы PDF и XLSX

2.8 Самостоятельная работа: тестовые закачки

- Для каждого своего загруженного набора данных создать все подходящие виды анализов
- Построить сводные отчеты

Тема №3 Полный цикл сопровождения ГРП

3.1 – 3.4 Полный цикл подготовки и сопровождения ГРП на реальной скважине. Адаптация тестовых закачек. Подготовка редизайна. Адаптация основной закачки

- Дизайн:
 - Загрузка и отображение траектории скважины, варианты
 - Загрузка ГИС, калькулятор ГИС
 - Идентификация литотипов по ГИС
 - Задание конструкции скважины
 - Задание таблицы геомеханики и утечек по литологической модели
 - Задание плана закачки
 - Расчет и выгрузка отчета по плановому дизайну
- Матчинг тестовой закачки
 - Подгрузка фактических данных тестовых закачек
 - Первичный анализ исходных данных тестовых закачек
 - Анализ мини-ГРП для текстовых закачек
 - Подготовка дизайна для матчинга тестовой закачки
 - Загрузка фактического плана тестовой закачки, разбивка на стадии
 - Калибровка модели на данные тестовой закачки: градиент напряжений, давление смыкания
 - Коррекция литологической и/или геомеханической модели для адаптации ISIP
 - Коррекция утечек для адаптации времени закрытия
- Матчинг основной закачки
 - Подгрузка фактических данных основной закачки
 - Первичный анализ исходных данных тестовых закачек
 - Подготовка дизайна для матчинга основной закачки
 - Загрузка фактического плана тестовой закачки, особенности разбиения фактического плана закачки на стадии
 - Коррекция коэффициентов трений для адаптации устьевого давления
 - Расчет и выгрузка отчета по фактической закачке
- Особенности создания и редактирования геомеханической модели
 - Ручное редактирование слоев с подложкой каротажа

- Расчет напряжений по геомеханике
- Усреднение утечек по каротажу на слои
- Калькулятор ГИС

3.5 Самостоятельная работа: фактические дизайны

- Как минимум для одного своего набора данных провести полный цикл анализа тестовых закачек, моделирования и адаптации тестовых закачек на фактические данные с дальнейшим расчетом плана основного ГРП на адаптированной модели.

3.6 Моделирование ГРП на разных пластах и в горизонтальных скважинах

- Создание дизайнов нескольких ГРП на разных пластах ННС
- Создание дизайнов МГРП на ГС
- 3D визуализация нескольких трещин ГРП, нескольких скважин
- Взаимовлияние трещин ГРП

3.7 Оптимизация дизайнов ГРП

- Варьирование параметров дизайна ГРП
- Оценки и матрица экспериментов
- Автоматическая оптимизация и план экспериментов оптимизации

Перечень практических занятий

Темы	Наименование практического занятия
1.8	Самостоятельная работа: простые дизайны (2 ч.)
2.3	Самостоятельная работа: загрузка, визуализация, контроль (2 ч.)
2.5	Самостоятельная работа: тестовые закачки (2 ч.)
3.5	Самостоятельная работа: фактические дизайны (2 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 с возможностью подключения к серверу СУБД и установленный ПК «РН-ГРИД»); - посадочные места по количеству слушателей, ПК, с двумя мониторами (для параллельного просмотра и дублирования действий преподавателя) с возможностью подключения к серверу БД и установленный ПК «РН-ГРИД»; - проектор; - система веб-конференций BigBlueButton. Взаимодействие осуществляется через web-интерфейс. Вход в систему осуществляется по адресу: https://bnipi-bbb.bnipi.ru

3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение

3.2.1 Основная литература

1. Валидация модели трещины гидроразрыва Planar 3D, реализованной в корпоративном симуляторе «РН-ГРИД». А.В. Пестриков, А.Б. Пещеренко, М.С. Гребельник, И.М. Ямилев – Нефтяное хозяйство, 2018 г.
2. Корпоративный симулятор гидроразрыва пласта «РН-ГРИД»: от программной реализации к промышленному внедрению. А.А. Ахтямов, Г.А. Макеев, К.Н. Байдюков, У.С. Муслимов, С.Н. Матвеев, А.В. Пестриков, С.Н. Резаев – Нефтяное хозяйство, 2018 г.;
3. Корпоративный симулятор гидроразрыва пласта: от математической модели к программной реализации. А.В. Аксаков, О.С. Борщук, И.С. Желтова, А.В. Дедурин, З. Калуджер, А.В. Пестриков, К.В. Торопов – Нефтяное хозяйство, 2016 г.;
4. Руководство пользователя «Симулятор ГРП «РН-ГРИД»;
5. "Modern Fracturing – Enhancing Natural Gas Production" ed. by Michael J. Economides, Gulf Publishing Co, 2008 536 pages;
6. Adachi J. et al. "Computer simulation of hydraulic fractures". International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 44 (2007), pp. 739-757;
7. Economides M.J. and Nolte K.G. Reservoir stimulation. 3rd. Wiley, 2000.

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.

Преподаватель программы:

Макеев Григорий Анатольевич - заместитель начальника управления разработки ПО для моделирования ООО «РН-БашНИПИнефть», кандидат технических наук;

Кадырова Карина Рамилевна - главный специалист отдела сопровождения и внедрения ООО «РН-БашНИПИнефть».

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Виды аттестации: промежуточная аттестация в форме устного опроса, итоговая в форме проверки 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

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

Примерный перечень заданий для контрольных работ:

Для проведения итоговой аттестации используются результаты самостоятельных практических работ, встроенных в учебный курс. Для самостоятельных работ слушателям предлагается обширный объем входных данных, из которых они самостоятельно выбирают те, на которых будут демонстрировать уровень полученных навыков. Входные данные представляют собой:

- фактические данные тестовых и основных закачек в форматах txt, csv, adt, xls, gst, las, manograph;
- данные фактических траекторий скважин;
- данные ГИС скважин в форматах las и xls;
- примеры планов работ и отчетов по ГРП.