

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

М.В. Рязанцев



«10» 12 2022 г.

на основании приказа № 914

от «20» декабря 2022 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Основы работы в симуляторе ГНКТ «РН-ВЕКТОР»

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) .....	6
2.3 Содержание разделов 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 .....	7
3.3 Кадровые условия .....	8
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ .....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств .....	11

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс обучения позволяет получить знания о теоретических основах и практических аспектах применения симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР» для задач планирования, контроля и анализа применения технологии ГНКТ.

Курс не предназначен для обучения теории и практике проведения операции с ГНКТ, он подразумевает, что слушатели курса уже обладают такими знаниями. Курс посвящён использованию конкретного программного продукта и реализации в нём лучших практик моделирования операций ГНКТ.

Целевая аудитория курса:

- специалисты по ГНКТ добывающих предприятий, сервисных организаций, научно-проектных институтов;
- специалисты отделов КРС, разработки месторождений, службы супервайзинга добывающих предприятий, сервисных организаций, научно-проектных институтов (уже имеющие практические и теоретические знания по ГНКТ);

Задачи слушателей в процессе освоения курса:

- Ознакомиться с основными подходами к математическому моделированию скважинных операций с применением гибких насосно-компрессорных труб
- Изучить интерфейс симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»;
- Научиться выполнять первичную визуальную оценку графиков работ с ГНКТ;
- Научиться проводить расчет усталостного износа ГНКТ;
- Научиться создавать в «РН-ВЕКТОР» дизайн ГНКТ, калибровать дизайн ГНКТ на данные фактической работы.

Программа рассчитана на 18 часов при объёме занятий – 8 часов в день.

Группа обучаемых насчитывает до 15 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 ГНКТ «РН-ВЕКТОР» для задач планирования, контроля и анализа применения гибких насосно-компрессорных труб.

#### **Задачи программы:**

- Ознакомиться с основными подходами к математическому моделированию скважинных операций с применением гибких насосно-компрессорных труб
- Изучить интерфейс симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»;
- Научиться выполнять первичную визуальную оценку графиков работ с ГНКТ;
- Научиться проводить расчет усталостного износа ГНКТ;
- Научиться создавать в «РН-ВЕКТОР» дизайн ГНКТ, калибровать дизайн ГНКТ на данные фактической работы.

### **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.

#### **Слушатель должен уметь:**

- Производить анализ существующих, подготовку новых планов по обеспечению оборудованием по имеющемуся набору данных о скважине;
- Работать с эксплуатационной документацией;
- Оформлять технологические схемы, чертежи, паспорта оборудования по добыче углеводородного сырья;

**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)

#### 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.	Очно		Дистанц ионно		Форма контроля
			ЛЗ	ПЗ	ЛЗ	ПЗ	
1	Тема 1. Моделирование дизайнов ГНКТ	8,5	8,5		8,5		Самост. работа
2	Тема 2. Фактические данные ГНКТ, цикл сопровождения ГНКТ	8	5	3	5	3	Самост. работа
3	Итоговая аттестация: фактические дизайны	1,5		1,5		1,5	Самост. работа
<b>Всего</b>		<b>18</b>	<b>13,5</b>	<b>4,5</b>	<b>13,5</b>	<b>4,5</b>	

### 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	6	6	5/ИА					18
Итого:								18
<b>Примечание:</b> ИА – Самостоятельная работа (дифференцированный зачет)								

## 2.3 Содержание разделов программы

### Тема 1. Моделирование дизайнов ГНКТ.

Подробное описание курса

#### 1.1. Ликбез по технологиям и моделированию ГНКТ

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

#### 1.2. Моделирование ГНКТ: основные модели и базовые концепции

- История корпоративного симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»
- Основные физические процессы и явления при операциях с ГНКТ
- Концепция симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»
- Иерархия подмоделей симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»

#### 1.3. Пользовательский интерфейс симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»: начало работы

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

#### 1.4. Создание дизайна операции с ГНКТ с нуля

- Создание пустого дизайна
- Основные приёмы работы с таблицами
- Задание простой траектории скважины
- Задание конструкции скважины
- Задание наземного оборудования
- Задание пластов и перфораций
- Задание навесной компоновки
- Создание плана СПО, выбор флюидов
- Запуск расчёта дизайна ГНКТ

#### 1.5. База данных оборудования и флюидов

- Основные сведения о хранимых свойствах жидкостей и газов
- Основные сведения о хранимых свойствах оборудования для ГНКТ
- Системная и пользовательская часть БД
- Создание копий и редактирование свойств
- Экспорт, импорт и синхронизация оборудования

#### 1.6. Расчёт 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), 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
  - Нерегулярная сетка
  - Выбор труб НКТ и ОК из БД
  - Варианты задания пластов
  - Варианты задания режимов закачки и граничного давления
  - Опции расчета нагрузок
  - Модели расчета гидравлики
  - Модели расчета температурных эффектов
  - Расчет операции промывки
  - Расчет операции гидропескоструйной перфорации
- 1.8. Самостоятельная работа: простые дизайны
  - Повторить самостоятельно создание дизайна СПО без учета пластов и выноса твердых частиц
  - Построить дизайн СПО с учетом пластов
  - Построить дизайн СПО для операции промывки
  - Построить дизайн СПО так, чтобы получился «lock-up»

## **Тема 2. Импорт исходных данных ГНКТ**

### 2.1. Импорт исходных данных ГНКТ

- 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
- Управление шаблонами преднастроек импорта
- Визуализация исходных данных на графиках, настройка стилей кривых, настройка и блокировка масштабов осей, шаблоны отображения кривых
- Приёмы 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
- Редактирование кривых (копирование, удаление выбросов, прореживание, сглаживание, пересчёт давления)
- Расчёты объёмов и отображение интервалов интереса
- Калькулятор исходных данных
- 2.2. Пользовательский интерфейс симулятора ГНКТ «РН-ВЕКТОР»: дополнение

- Управление окнами, многооконный режим
  - Сворачивание и разворачивание
  - Линкование с другими проектами
  - Перемещение и создание копий элементов в менеджере проекта
  - Прикреплённые проекты, предустановленные проекты
  - Настройки приложения
- 2.3. Самостоятельная работа: загрузка, визуализация, контроль
- Создать новый проект
  - Загрузить в него все имеющиеся данные
  - Настроить визуализацию графиков
  - Провести расчёт дополнительных кривых в калькуляторе
  - Выгрузить графики для отчета
- 2.4. Анализ усталостного износа ГНКТ
- Расчет оценки усталостного износа по плановому дизайну ГНКТ
  - Расчет усталостного износа по фактическим данным
  - Опции расчета усталостного износа
  - База данных накопленного усталостного износа
- 2.5. Самостоятельная работа: расчёт наработки
- Для каждого своего загруженного набора данных создать подходящие расчеты усталости
  - Построить отчёт по накопленной усталости
- 2.6. Полный цикл подготовки и сопровождения операции ГНКТ на реальной скважине
- Дизайн ГНКТ:
    - загрузка и отображение траектории скважины, варианты
    - задание конструкции скважины
    - задание оборудования
    - задание плана СПО
    - расчёт и выгрузка отчёта по плановому дизайну
  - Матчинг проведенной операции ГНКТ:
    - подгрузка фактических данных операции ГНКТ
    - первичный анализ исходных данных операции ГНКТ
    - подготовка дизайна для матчинга операции ГНКТ
    - коррекция коэффициентов трений для адаптации веса
    - расчёт и выгрузка отчёта по фактической операции ГНКТ
- 3. Итоговая самостоятельная работа: фактические дизайны**
- Как минимум для одного своего набора данных провести полный цикл анализа операции ГНКТ, моделирования и адаптации на фактические данные с дальнейшим расчётом на адаптированной модели.

### Перечень практических занятий

Тема	Наименование практического занятия
1.8	Самостоятельная работа: простые дизайны (1,5 ч.)
2.3	Самостоятельная работа: загрузка, визуализация, контроль (2 ч.)

2.5	Самостоятельная работа: расчёт наработки (1 ч.)
3	Самостоятельная работа: фактические дизайны (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	- рабочее место преподавателя (ПК с возможностью подключения к серверу СУБД и установленный ПК «РН-ВЕКТОР»); - 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-ВЕКТОР»; - 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. Математическое моделирование технологических операций с гибкими насосно-компрессорными трубами: базовые концепции и разработка симулятора ГНКТ, Желтова И.С., Филиппов А.А., Пестриков А.В., Холодов Д.Ю., Климентьев А.Г., Кононенко В.А. - Нефтяное хозяйство, №7, 2020.
2. Руководство пользователя «Симулятор ГНКТ «РН-ВЕКТОР».
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. - 10-е издание, перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. - 592 с.
4. Avakov V.A. Coiled tubing life prediction / Avakov V.A., Foster J.C., Smith E.J. // Offshore Technology Conference, OTC-7325-MS – 1993. - P. 627 – 634.
5. Beggs, H. D. A study of two-phase flow in inclined pipes / H. D. Beggs, J. P. Brill // JPT. – 1973. – May. – pp. 607–617.
6. Bhalla, K., & Walton, I. C. (1998, February 1). The Effect of Fluid Flow on Coiled Tubing Reach. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/36464-PA
7. Caetano, E. F. Upward Vertical Two-Phase Flow Through an Annulus / E. F. Caetano // PhD dissertation, The University of Tulsa, Oklahoma. – 1985.
8. Ho, H.-S. (1988, January 1). An Improved Modeling Program for Computing the Torque and Drag in Directional and Deep Wells. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/18047-MS.
9. Johancsik, C. A., Friesen, D. B., Dawson, R. (1984, June 1). Torque and Drag in Directional Wells-Prediction and Measurement. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/11380-PA.

10. Kaya A.S. Comprehensive mechanistic modeling of two-phase flow in deviated wells, Oklahoma: The University of Tulsa, 1998, 93 p.
11. Mirhaj, S. A., Kaarstad, E., & Aadnoy, B. S. Torque and Drag Modeling; Soft-string versus Stiff-string Models. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/178197-MS.
12. Mitchell, R. F., Samuel, R. (2009, March 1). How Good Is the Torque/Drag Model, Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/105068-PA.
13. Newman, K., Bhalla, K., and McSpadden, A. 2003. Basic Tubing Forces Model (TFM) Calculation, Tech Note CTES, L.P., Conroe, Texas, October.
14. Newman, K., Bhalla, K., and McSpadden, A. 2003. Basic Tubing Forces Model (TFM) Calculation, Tech Note CTES, L.P., Conroe, Texas, October.
15. Sheppard, M. C., Wick, C., Burgess, T. (1987, December 1). Designing Well Paths To Reduce Drag and Torque. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/15463-PA.
16. Wu, J., Juvkam-Wold, H. C. (1995, March 1). Coiled Tubing Buckling Implication in Drilling and Completing Horizontal Wells. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/26336-PA.
17. Zhang, H.-Q. Unified Model for Gas-Liquid Pipe Flow via Slug Dynamics. Part 1: Model Development / H. - Q. Zhang, Q. Wang, C. Sarica , J. P. Brill // J. Energy Res. Technol. – 2003. – № 125. – P. 266.

### **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:**

**Желтова Ирина Сергеевна** - главный специалист отдела разработки проектов геомеханики и ГРП ООО «РН-БашНИПИнефть»;

**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:

#### **Самостоятельная работа простые дизайны:**

- Повторить самостоятельно создание дизайна СПО без учета пластов и выноса
- твердых частиц
- Построить дизайн СПО с учетом пластов
- Построить дизайн СПО для операции промывки
- Построить дизайн СПО так, чтобы получился «lock-up»

#### **Самостоятельная работа: загрузка, визуализация, контроль**

- Создать новый проект
- Загрузить в него все имеющиеся данные
- Настроить визуализацию графиков
- Провести расчёт дополнительных кривых в калькуляторе
- Выгрузить графики для отчета

#### **Самостоятельная работа: расчет наработки**

- Для каждого своего загруженного набора данных создать подходящие расчеты усталости
- Построить отчёт по накопленной усталости

#### **Примерное задание для итоговой аттестации:**

- Как минимум для одного своего набора данных провести полный цикл анализа операции ГНКТ, моделирования и адаптации на фактические данные с дальнейшим расчётом на адаптированной модели.