Негосударственное образовательное учреждение
«Академия инжиниринга нефтяных и газовых месторождений»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель проекта по развитию и обучению персонала НОУ «Академия ИНГМ»

_____ М.С. Найденова
М.П.

«2» февраля 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СКВАЖИН.ПРАКТИКУМ»

Разработал:
преподаватель Е.В. Демин

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ 3
1.1. Нормативные основания разработки программы..... 3
1.2. Цель 3
1.3. Задачи..... 3
1.4. Планируемые результаты обучения..... 4
1.5. Характеристика профессиональной деятельности слушателей. 4
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ..... 5
2.1. Учебный план..... 5
2.2. Рабочие программы (тематическое содержание) модулей 6
2.3. Календарный учебный график 7
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 8
3.1. Категория слушателей..... 8
3.2. Технологии и методы обучения 8
3.3. Учебно-методическое обеспечение 9
3.4. Материально-техническое обеспечение..... 9
3.5. Кадровое обеспечение..... 9
3.6. Информационное обеспечение..... 9
3.7. Электронные ресурсы..... 9
3.8. Документ о квалификации..... 10
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ 10
4.1. Формы аттестации 10
4.2. Оценочные материалы 10
4.3. Оценка результатов аттестации..... 12

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Нормативные основания разработки программы

1. Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г.
2. Приказ Министерства образования и науки РФ № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» от 01.07.2013 г.
3. Профессиональные стандарты Код 19 «Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа»
4. Проекты примерных образовательных программ по направлениям специалитета:

- 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата;
- 19.010 Специалист по эксплуатации трубопроводов газовой отрасли.

1.2. Цель

Совершенствование профессиональных компетенций инженеров по добыче и эксплуатации, специалистов, вовлеченных в процесс анализа работы фонтанного и механизированного фонда скважин с использованием стационарных и нестационарных симуляторов.

1.3. Задачи

- понять цель и задачи моделирования работы скважин;
- рассмотреть объем исходных данных, необходимый для оценки работы скважины (флюид, геометрия потока, пласт, граничные условия);
- научиться построению моделей фонтанных и механизированных скважин;
- усвоить моделирование фонтанирующей скважины;
- усвоить моделирование механизированной скважины;
- ознакомиться с возможностью сопряжения гидродинамической модели пласта с системой сбора;
- ознакомиться с возможностью моделирования различных осложнений в процессе скважинной добычи;
- научиться анализировать результаты моделирования и обосновывать параметры работы скважин.

1.4. Планируемые результаты обучения

Усовершенствованные профессиональные компетенции, выраженные в способностях:

- использовать в работе знания о многофазных режимах течения и оценивать стабильность работы системы пласт-скважина;
- использовать в работе знания моделирования работы скважин;
- представлять цель и применять различные методы создания модели пластового флюида;
- представлять цель и применять различные методы построения модели притока пласт-скважина;
- определять минимальный и достаточный набор исходных данных для моделирования работы скважин;
- проводить анализ применимости различных методов механизированной добычи (газлифт или насосная добыча);
- анализировать потенциальные осложнения при эксплуатации скважин на модельных примерах и оценивать применение различных технико-технологических решений;
- подбирать установку электроприводного центробежного насоса под определенные скважины;
- планировать и концептуально оценивать газлифтную эксплуатацию на различных стадиях разработки месторождений;
- проводить качественную и количественную оценку влияния различных осложняющих факторов на эксплуатацию скважин (гидраты, АПСПО, коррозия и эрозия, самозадавливание).

1.5. Характеристика профессиональной деятельности слушателей

Область профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу курса повышения квалификации, включает реализацию и управление технологическими процессами и производством, методологию и методы проектирования и конструирования, научные исследования и разработки в сегменте топливной энергетики, в т.ч. освоение месторождений, транспортирование и хранение углеводов, исследование недр и поверхности Земли, рациональное использование и охрана земельных и углеводородных ресурсов и др.

Объектами профессиональной деятельности слушателей являются технологические процессы и устройства для строительства, ремонта, восстановления, добычи, промыслового контроля, транспортирования, хранения и сбыта нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов, поверхность и

недра Земли, геодинамические явления и процессы, территориально-административные образования, информационные системы и инновационные технологии и др.

Виды профессиональной деятельности слушателей: производственно-технологическая, организационно-управленческая, экспериментально-исследовательская, проектная, проектно-изыскательская, научно-исследовательская

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебный план дополнительной профессиональной программы определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение учебных модулей, иных видов учебной деятельности обучающихся и формы аттестации.

2.1. Учебный план

№	Наименование модулей	Количество часов			Форма аттестации
		Всего	в том числе:		
			лекционные занятия	практические занятия	
1	Входной контроль	1	0	0,5	Тестирование
2	Модель простейшей скважины	1,5	1	0,5	Текущий контроль
3	Моделирование флюидов.	2	1	1	Текущий контроль
4	Моделирование пласта.	2	1	1	Текущий контроль
5	Конструкция скважины. Геометрия потока.	1	0,5	0,5	Текущий контроль
6	Однофазные течения. Распределение давления и температуры по стволу скважины.	2	1	1	Текущий контроль
7	Нагнетательная скважина	1,5	1	0,5	Текущий контроль
8	Многофазные течения. Режимы потока.	3	1	2	Текущий контроль
9	Узловой анализ	3	1	2	Текущий контроль
10	Течение через штуцер	1,5	0,5	1	Текущий контроль
11	Фонтанирующая скважина. Границы стабильной работы.	2	1	1	Текущий контроль
12	Эрозия и Коррозия	2	0,5	1,5	Текущий контроль
13	Гидраты и АСПО	2,5	1	1,5	Текущий контроль
14	Глушение скважины и ее освоение	2,5	1	1,5	Текущий контроль

15	Самозадавливание и критерий выноса	2,5	1	1,5	Текущий контроль
16	Немеханизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин	2,5	1	1,5	Текущий контроль
17	Механизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин	2,5	1	1,5	Текущий контроль
18	Механизированная скважина. Газлифт.	2,5	1	1,5	Текущий контроль
19	Механизированная скважина. УЭЦН	2	0,5	1,5	Текущий контроль
20	Целостность и надежность скважин	0,5	0,5	1,5	Текущий контроль
21	Итоговая аттестация			0,5	Тестирование
	ИТОГО	**40**	**16,5**	**23,5**	

2.2. Рабочие программы (тематическое содержание) модулей

Модель простейшей скважины

Понятие о скважине. Реальная скважина и модель. Минимальное количество сущностей, определяющих модель скважины.

Моделирование флюидов

Свойства флюидов. Композиционное и корреляционное моделирование флюидов. Варианты задания флюидов в различных симуляторах, возможности, ограничения.

Моделирование пласта

Уравнение притока флюида к скважине. Варианты моделирования пласта, возможности, ограничения.

Конструкция скважины. Геометрия потока

Реальная конструкция скважин и упрощения, допускаемые при моделировании. Задание геометрии потока в различных симуляторах и их влияние на результат.

Однофазные течения. Распределение давления и температуры по стволу скважины

Однофазные течения. Расчет потерь давления. Гравитационная и гидравлическая составляющие потерь давления.

Нагнетательная скважина

Оценка забойного давления в нагнетательной скважине. Когда давление на забое может быть меньше, чем на устье?

Многофазные течения. Режимы потока

Корреляции для оценки потерь давления при многофазном потоке. Порядок расчета.

Узловой анализ

Возможности узлового анализа работы скважин.

Течение через штуцер

Моделирование критических течений в штуцерах и других сужениях.

Фонтанирующая скважина. Границы стабильной работы

Оценка границ стабильного фонтанирования скважины.

Эрозия и Коррозия

Модели оценки риска эрозионного и коррозионного разрушения.

Гидраты и АСПО

Моделирование процессов гидратообразования, выпадения парафинов/асфальтенов. Оценка рисков возникновения осложнений при текущих и прогнозных условиях работы скважин.

Глушение скважины и ее освоение

Оценка распределения давлений в остановленной скважине и моделирование нестационарного процесса освоения скважины.

Самозадавливание и критерий выноса

Критерий выноса жидкости для капельной и пленочной жидкости для вертикальных и горизонтальных потоков.

Немеханизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин

Выбор диаметра НКТ. Применение концентрических лифтовых труб. ПАВ. Периодическая эксплуатация.

Механизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин

Газлифт. Плунжер-лифт. ЭЦН.

Механизированная скважина. Газлифт

Моделирование газлифтной эксплуатации.

Механизированная скважина. УЭЦН

Моделирование насосной эксплуатации.

Целостность и надежность скважин

Вопросы целостности и надежности скважин. Расчеты допустимых межколонных давлений.

2.3. Календарный учебный график

№	Наименование модулей	Всего часов	Учебный план				
			1	2	3	4	5
1	Входной контроль	1	8				
2	Модель простейшей скважины	1,5					
3	Моделирование флюидов.	2					
4	Моделирование пласта.	2					
5	Конструкция скважины. Геометрия потока.	1					

6	Однофазные течения. Распределение давления и температуры по стволу скважины.	2		8			
7	Нагнетательная скважина	1,5					
8	Многофазные течения. Режимы потока.	3					
9	Узловой анализ	3			8		
10	Течение через штуцер	1,5					
11	Фонтанирующая скважина. Границы стабильной работы.	2					
12	Эрозия и Коррозия	2					
13	Гидраты и АСПО	2,5				8	
14	Глушение скважины и ее освоение	2,5					
15	Самозадавливание и критерий выноса	2,5					
16	Немеханизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин	2,5					8
17	Механизированные способы удаления жидкости с забоя газовых скважин	2,5					
18	Механизированная скважина. Газлифт.	2,5					
19	Механизированная скважина. УЭЦН	2					
20	Целостность и надежность скважин	0,5					
21	Итоговая аттестация						
	ИТОГО	**40**	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Трудоемкость	40 часов
Форма обучения	Очная
Виды занятий	лекционные, практические
Формы аттестации	текущий контроль, тестирование
Режим занятий	8 академических часов в день
Срок обучения	5 дней

3.1. Категория слушателей

Курс повышения квалификации могут пройти лица, имеющие (получающие) высшее или среднее профессиональное образование по соответствующей специальности либо прошедшие профессиональную переподготовку по соответствующему направлению.

3.2. Технологии и методы обучения

Лекция, решение задач, проведение расчетов, построение графиков, мозговой штурм, тренинг, упражнения, мастер-класс

3.3. Учебно-методическое обеспечение

Презентации по модулям курса, раздаточный материал, тесты, примеры для решения задач, документы в электронном формате

3.4. Материально-техническое обеспечение

Аудитория, столы, стулья, ноутбуки с доступом в Интернет, мультимедийный проектор и экран, презентер, аудиоколонки, магнитно-маркерная доска, комплект лицензионного программного обеспечения (MS Excel, Word, Power Point, и др.). Специальные программы моделирования работы скважин, одна из списка по выбору (tNavigator (Дизайнер скважин, Дизайнер сетей, PVT Дизайнер), PIPESIM, Prosper, OLGA другие варианты по согласованию с лектором) – лицензия для лектора и каждого участника курса на время проведения курса.

3.5. Кадровое обеспечение

Образовательный процесс обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю программы, и ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью, преподаватели из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций.

3.6. Информационное обеспечение

1. McCain, W.D. Jr., etc. Petroleum Reservoir Fluid Property Correlations. – PennWell Corp., 2010

2. Bratland, O. Pipe Flow 1. Single-phase Flow Assurance. – Flow Assurance Systems Pte. Ltd., 2009

3. Bratland, O. Pipe Flow 2. Multi-phase Flow Assurance. – Flow Assurance Systems Pte. Ltd., 2010

4. Справочные материалы PIPESIM (Schlumberger)

5. Справочная материалы Prosper (IPM Petroleum Experts)

6. Справочная система OLGA (Schlumberger)

7. Справочная система тНавигатор (RockFlow Dynamics)

8. Николаев О.В. Совершенствование методов гидродинамического моделирования процессов добычи газа по результатам экспериментальных исследований газожидкостных потоков (докторская). – 2022

3.7. Электронные ресурсы

1. http://elibrary.ru/ – Научная электронная библиотека
2. http://onepetro.com/ – Сообщество инженеров нефтяников
3. http://petrowiki.spe.org/ – Энциклопедия сообщества SPE

3.8. Документ о квалификации

Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации. При освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением среднего и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

4.1. Формы аттестации

1. Предварительный контроль в форме опроса письменного
2. Текущий контроль в форме решения и проверки задач, наблюдения за слушателями
3. Итоговый контроль в форме опроса письменного

4.2. Оценочные материалы

Тест для предварительного контроля, тест для итогового контроля.

Образец теста для предварительного контроля:

1. Упрощенная аналитическая зависимость, описывающая приток к газовой скважине, имеет вид
   Qг = PI x (Рпл – Рзаб)
   Qг = PI x (P^2пл – P^2заб)^n
   Q2г = PI x (Рпл – Рзаб)^2
   Qг = A x Рзаб + B x Рпл ^{2}

2. Основным управляющим элементом системы «пласт-скважина-система сбора» является
   Запорная арматура (например, задвижка)
   Комплекс внутрискважинного оборудования
   Регулирующая арматура (например, штуцер)
   Оператор по добыче газа

3. Стандартные условия в газовой отрасли РФ

Средние для всех месторождений РФ значения давления и температуры газа

Давление и температура газа, используемые при расчетах с потребителями, согласно ГОСТ

Давление и температура газа, указанные в стандарте эксплуатирующей организации (недропользователя)

Жаргон принятый для нормальных условий (t = 0ºС, Р = 101.325 кПа)

4. Стандартные условия в газовой отрасли РФ согласно ГОСТ 2939-63 t = +20ºС, Р = 760 мм рт. ст.

   t = +15ºС, Р = 760 мм рт. Ст.

   t = +20ºС, Р = 1 бар

   Не фиксированы

5. Чем отличается месторождение газа от месторождения газового конденсата с точки зрения PVT-специалиста

   фазовым состоянием флюида в поверхностных условиях

   фазовым состоянием флюида в пластовых условиях

   первооткрыватель относит месторождение к тому или иному типу по своему усмотрению

   положением «точки» пластовых условий на фазовой диаграмме

Образец теста для итогового контроля

1. Основной вклад в потери давления по стволу НКТ вносят

   гравитация и трение

   трение и турбулентность

   устьевой штуцер и перфорация

   потерями давления в НКТ для газовых скважин в расчетах можно пренебречь

2. «Минимальный набор» скважинного оборудования для эксплуатации

   Колонная обвязка, НКТ, пакер

   Фонтанная арматура, колонная обвязка, НКТ

   Фонтанная арматура, колонная обвязка, НКТ, пакер

   Фонтанная арматура, колонная обвязка

3. Что такое z-factor

Коэффициент сверхсжимаемости

Коэффициент сжимаемости

Показатель отношения объемов реального и идеального газов при одних и тех же давлении и температуре

Объемный коэффициент газа

4. В каких случая необходим пакер на газовой скважине

   Дебит газа более 500 тыс. м /сут. и расстояние от населенного пункта менее 500 м

   Расстояние от населенного пункта менее 500 м

   Дебит газа более 500 тыс. м /сут.

   Дебит газа более 500 тыс. м /сут. или расстояние от населенного пункта менее 500 м

5. Эксплуатация скважин с межколонными давлениями на территории РФ согласно Правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности

   Запрещается

   Не допускается только для скважин на шельфе

   Разрешается

   Не регламентируется

4.3. Оценка результатов аттестации

Для определения результатов аттестации устанавливается диапазон баллов, которые необходимо набрать для того, чтобы получить отличную, хорошую, удовлетворительную или неудовлетворительную оценки.

Шкала перевода результатов тестирования в оценку результатов аттестации:

Процент выполненных заданий теста	Оценка	Результат аттестации
85-100	Отлично	Слушатель аттестован
65-84	Хорошо	
50-64	Удовлетворительно	
0-49	Неудовлетворительно	Слушатель не аттестован