



Негосударственное образовательное учреждение
«Академия инжиниринга нефтяных и газовых месторождений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности НОУ «Академия
ИНГМ»

И. В. Пчелинцева И. В. Пчелинцева

« 23 » июля 2024 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ, ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ (ПРОДВИНУТЫЙ)»

Разработал:
преподаватель В.Р. Сыртланов, к.ф.-м.н.,
эксперт ГКЗ и ЦКР Роснедпа, член ЕСОЭН

СОДЕРЖАНИЕ

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

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

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 бакалавриата 210000 «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия».
5. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата и магистратуры 210000 «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия».

Цель:

совершенствование профессиональных компетенций специалистов в создании, оценке качества и использовании гидродинамических моделей для проектирования и мониторинга разработки месторождений с учетом особенностей различных этапов подготовки и построения моделей, воспроизведения истории разработки и подбора геолого-технологических моделей, с изучением различных практических приемов работы, основанных на обобщении широкого опыта в моделировании месторождений углеводородов.

Задачи:

- изучить теоретические основы моделирования месторождений углеводородов и методы комплексного анализа исходной информации;
- рассмотреть элементы анализа разработки месторождений, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов;
- научиться прогнозировать показатели разработки, планировать геолого-технологические модели, оптимизировать разработки;
- понять особенности моделирования трещиноватых коллекторов и экспресс-оценку качества фильтрационных моделей.

Планируемые результаты обучения:

усовершенствованные профессиональные компетенции, выраженные в способностях:

- проводить комплексный анализ входных данных геолого-технологических моделей;
- использовать развитые методики при подготовке и настройке гидродинамических моделей;
- осуществлять оптимизацию прогнозных расчетов и оценку качества геолого-гидродинамических моделей;
- учитывать элементы анализа разработки при задании модельных параметров.

Характеристика профессиональной деятельности слушателей:

Область профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу курса повышения квалификации, включает обоснование технологических показателей

разработки на основе геолого-гидродинамического моделирования в рамках подсчета геологических и извлекаемых запасов углеводородного сырья и проектирования разработки месторождений нефти и газа, развитие методологии моделирования и научные исследования в области подземной гидромеханики и физики нефтяного и газового пласта.

Объектами профессиональной деятельности слушателей являются месторождения нефти, газа и газового конденсата, технологические процессы и устройства в системах добычи и транспорта нефти и газа, информационные системы и специализированное программное обеспечение для моделирования процессов в пластах.

Виды профессиональной деятельности слушателей: производственно-технологическая, организационно-управленческая, экспериментально-исследовательская, проектная, информационно-вычислительная, научно-исследовательская.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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

Учебный план:

№	Наименование модулей	Количество часов			Форма аттестации
		Всего	в том числе:		
			лекционные занятия	практические занятия	
1	Введение в теоретические основы моделирования месторождений углеводородов.	4	4	-	Текущий контроль
2	Методы комплексного анализа исходной информации, выявление несоответствий и корректировка входных данных для гидродинамического моделирования.	4	2	2	Текущий контроль
3	Элементы анализа разработки месторождений для подготовки входных данных при создании постоянно-действующих геолого-технологических моделей.	4	2	2	Текущий контроль
4	Элементы анализа результатов лабораторных исследований физико-химических свойств, относительной фазовой проницаемости, остаточных насыщенных, капиллярных давлений, их корректировка при воспроизведении истории разработки.	4	2	2	Текущий контроль
5	Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов	4	2	2	Текущий контроль
6	Адаптация моделей на историю	4	2	2	Текущий

	разработки – этапы, основные подходы, характерные ошибки.				контроль
7	Прогноз показателей разработки. Планирование геолого-технологических моделей с использованием моделей. Оптимизация разработки.	8	4	4	Текущий контроль
8	Особенности моделирования трещиноватых коллекторов.	4	2	2	Текущий контроль
9	Экспресс-оценка качества фильтрационных моделей.	2	2	-	Текущий контроль
10	Итоговая аттестация	2	-	2	Тестирование
	ИТОГО	40	22	18	

Рабочие программы (тематическое содержание) модулей:

Введение в теоретические основы моделирования месторождений углеводородов.

Особенности развития гидродинамического (фильтрационного) моделирования на современном этапе. Общие принципы моделирования физических процессов. Элементы механики многофазных смесей как основа моделирования пластовых систем. Особенности компьютерных вычислительных алгоритмов и оценка погрешности расчетов. Основные аналитические решения задач подземной гидромеханики.

Методы комплексного анализа исходной информации, выявление несоответствий и корректировка входных данных для гидродинамического моделирования.

Оценка соответствия параметров геологической модели показателям разработки. Анализ согласованности результатов лабораторных и промысловых исследований и представлений о физике пласта. Получение распределения проницаемости по нормальной работе скважин и ГДИС. Оценка вертикальной неоднородности.

Элементы анализа разработки месторождений для подготовки входных данных при создании постоянно-действующих геолого-технологических моделей.

Метод материального баланса и оценка пластовых параметров. Выявление и задание в модели механизмов обводнения. Анализ диагностических кривых. Оценка параметров пласта на основе работы скважин.

Элементы анализа результатов лабораторных исследований физико-химических свойств, относительной фазовой проницаемости, остаточных насыщенных, капиллярных давлений, их корректировка при воспроизведении истории разработки.

Создание моделей PVT-свойств (Black Oil, EOS), их корректировка по результатам разработки. Задание, масштабирование и модификация ОФП для воспроизведения истории разработки. Оценка влияния особенностей инициализации на показатели разработки.

Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов

Задание скважин в симуляторах, имитация и прямое моделирование ГТМ и МУН в моделях. Корректировка множителей сообщаемости скважины с пластом по истории разработки и по результатам промысловых исследований. Способы имитации различных ГТМ и МУН. Особенности задания методов повышения нефтеотдачи пласта в симуляторах.

Адаптация моделей на историю разработки – этапы, основные подходы, характерные ошибки.

Основные принципы адаптации и способы выявления закономерностей, характерные ошибки. Технические приемы адаптации путем модификации различных параметров - практический пример. Автоматизированная адаптация модели на историю разработки – многореализационный подход - практический пример.

Прогноз показателей разработки. Планирование геолого-технологических моделей с использованием моделей. Оптимизация разработки.

Предварительный анализ модели для оценки достоверности прогноза. Подбор скважин кандидатов для ГТМ, ручная и автоматизированная оптимизация параметров намечаемых ГТМ. Подходы к методике подбора и моделирования адресных мероприятий по оптимизации заводнения.

Особенности моделирования трещиноватых коллекторов.

Математические модели трещиноватых коллекторов. Определение характеристик трещиноватости по результатам промысловых и лабораторных исследований. Особенности задания в симуляторе двойной пористости/двойной проницаемости.

Экспресс-оценка качества фильтрационных моделей.

Основные элементы, характеризующие качество гидродинамической модели. Оценка соответствия результатам исследований. Оценка соответствия промысловым данным. Отраслевые регламенты и тесты SPE.

Календарный учебный график:

№	Наименование модулей	Всего часов	Учебные дни				
			1	2	3	4	5
1	Введение в теоретические основы моделирования месторождений углеводородов.	4					
2	Методы комплексного анализа исходной информации, выявление несоответствий и корректировка входных данных для гидродинамического моделирования.	4	8				
3	Элементы анализа разработки месторождений для подготовки входных данных при создании постоянно-действующих геолого-технологических моделей.	4					
4	Элементы анализа результатов лабораторных исследований физико-химических свойств, относительной фазовой проницаемости, остаточных насыщенных, капиллярных давлений, их корректировка при воспроизведении истории разработки.	4		8			
5	Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов	4			8		
6	Адаптация моделей на историю разработки – этапы, основные подходы, характерные ошибки.	4					
7	Прогноз показателей разработки. Планирование геолого-технологических моделей с использованием моделей. Оптимизация разработки.	8				8	
8	Особенности моделирования трещиноватых коллекторов.	4					8
9	Экспресс-оценка качества фильтрационных моделей.	2					
10	Итоговая аттестация	2					
	ИТОГО	40	8	8	8	8	8

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

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

Категория слушателей:

Курс повышения квалификации могут пройти лица, имеющие (получающие) высшее или среднее физико-математическое или техническое профессиональное образование по соответствующей специальности либо прошедшие профессиональную переподготовку по соответствующему направлению, имеющие опыт работы с программным обеспечением по моделированию.

Технологии и методы обучения:

лекция, демонстрация работы специализированного ПО, моделирование (подготовка элементов модели, сборка модели, адаптация модели на историю разработки, проведение расчетов), самостоятельная работа, решение задач.

Учебно-методическое обеспечение:

презентации по модулям курса, раздаточный материал, учебные компьютерные модели, входные файлы с данными для моделей.

Материально-техническое обеспечение:

аудитория, столы, стулья, ноутбуки с доступом в Интернет, мультимедийный проектор и экран, презентер, аудиокolonки, магнитно-маркерная доска, комплект лицензионного программного обеспечения (MS Power Point, Word, Excel и др. желательно наличие MS Access), специализированное ПО для моделирования (Tempest MORE, включая Tempest Enable, или tNavigator, или Eclipse, или RMS).

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.

Информационное обеспечение:

1. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений РД 153-39.0-047-00. Москва: МинТопЭнерго, 2000.
2. Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. Часть 2. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2003 г.

3. Dake L.P. The practice of reservoir engineering. //Elsevier Science B.V, 1994
4. Х. Азиз, Э.Сеттари Математическое моделирование пластовых систем. Пер. с англ. – М.: Недра, 1982. – 407 с.
5. Косентино Л. Системные подходы к изучению пластов. - М. - Ижевск: ИКИ, 2008. - 400 с.
6. М.Карлсон Практическое моделирование нефтегазовых пластов. - М. - Ижевск: ИКИ, 2012. - 944 с.
7. Закревский К.Е., Сыртланов В.Р., Майсюк Д.М. "Оценка качества 3D моделей» - М. - Москва, 2008. - 180 с.

Электронные ресурсы:

1. <https://ntc.gazprom-neft.ru/research-and-development/proneft/> - Научно-технический журнал «ПРОнефть».
- 2 <https://burneft.ru/> - журнал «Бурение и нефть»
3. <https://fuelsdigest.com/> - журнал Fuels Digest

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.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Формы аттестации:

1. Предварительный контроль в форме тестирования
2. Текущий контроль в форме опроса устного или письменного, решения и проверки задач.
3. Итоговый контроль в форме тестирования и проекта в форме создания модели и проведения расчетов.

Оценочные материалы:

Тест для предварительного контроля, тест для итогового контроля, комплект задач, комплект упражнений, набор моделей и заданий для проекта.

Образец теста для предварительного контроля:

1. В модели абсолютная проницаемость задана по РИГИС с учетом петрофизической зависимости абсолютной проницаемости от пористости? Результаты эксперимента по определению ОФП ниже

№ режима испытания	Насыщенность водой, %	Насыщенность нефтью, %	Фазовая проницаемость по нефти, mD	Относительная проницаемость по нефти	Фазовая проницаемость по воде, mD	Относительная проницаемость по воде
1	25.90	74.10	30.080	1.000	0.000	0.000
2	35.80	64.20	15.958	0.531	0.000	0.000
2	43.00	57.00	5.955	0.198	0.610	0.020
3	47.30	52.70	2.661	0.088	0.727	0.024
4	49.20	50.80	1.531	0.051	0.941	0.031
5	51.20	48.80	0.758	0.025	1.242	0.041
6	65.80	34.20	0.000	0.000	4.784	0.159
7	100.00	0.00	0	0.000	12.674	0.421

Номер образца	Пористость, %	Газопроницаемость, mD
25	20.0	48.8

Относительная проницаемость нефти для связанной водонасыщенности в модели задается в этом случае:

- а. 1;
 - б. 0.53 ;
 - в. 0.68;
 - г. 0.30.
- 2. Вертикальная скважина вскрывшая в водоплавающей залежи 15 м в верхней части пласта с нефтенасыщенной мощностью 20 м, начала обводняться через 3 месяца работы со средним дебитом 50 м³/сут. Оценить примерную величину вертикальной анизотропии (отношения вертикальной проницаемости к горизонтальной) (объемный коэффициент нефти 1.2 м³/м³, песчанность 1, пористость 0.3, нефтенасыщенность 0.68).**
- а. 1;
 - б. 0.25;
 - в. 0.05;
 - г. 0.1.
- 3. В купольной части месторождения с нефтяной оторочкой 10 м, высотой газовой шапки 5 м пробурена вертикальная скважина вскрывшая 5 м посередине нефтяной оторочки. Оценить примерную величину газового фактора после прорыва газа (газосодержание – 100 м³/м³, вязкость нефти 2.5 сПз, газа-0.01 сПз, объ.коэф. нефти 1, газа 10):**
- а. 100 м³/м³;
 - б. 350 м³/м³
 - в. 1350 м³/м³;
 - г. 12600 м³/м³.

Образец теста для итогового контроля:

1. Какой тип флюида описан ниже:

Молекулярный вес: 23-35; Цвет товарного флюида: от желтоватого к прозрачному ;
Плотность товарного флюида: 45-60; Доля C7 и высших, моль%: >50%
Газовый фактор, ст. м³/ ст. м³: 600-5300; Объемный коэффициент, пл. м³/ст. м³ (нефть): 1.0 - 5.0
Пластовая температура: 65-100 °С ; Давление насыщения, МПа: 10-60

- а) жирный газ
- б) газовый конденсат
- в) летучая нефть
- г) нелетучая нефть

2. При каком размере ячеек (по латерали) корректно моделируется индекс продуктивности скважины (зависимость дебита от забойного давления) при давлении на забое ниже давления насыщения:

- а) более 20 м
- б) менее 20 м
- в) при любом
- г) ни при каком

3. Модель настроена на 30 летнюю историю. На последнюю историческую дату погрешность по среднесуточной добыче нефти составила 15 % (по жидкости ~1%). Фонд действ. Скважин более 2000, обводненности в диапазоне от 30 до 95%.. Сколько потребуется времени квалифицированному специалисту по моделированию для донастройки модели на последнюю дату с погрешностью по среднесуточной добыче нефти <5 % (по жидкости ~5%)?

- а) менее 1 дня

- б) около недели
- в) зависит от размеров модели
- г) невозможно спрогнозировать

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:

<i>Процент выполненных заданий теста</i>	<i>Оценка</i>	<i>Результат аттестации</i>
85-100	Отлично	Слушатель аттестован
65-84	Хорошо	
40-64	Удовлетворительно	
0-39	Неудовлетворительно	Слушатель не аттестован