



УТВЕРЖДАЮ

Директор НОУ «Академия ИНГМ»

В.В. Лавров
В.В. Лавров

07 » 11 2019 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

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

Разработал:
преподаватель В.Р. Сыртланов, к.ф.-м.н.,
эксперт ГКЗ, член НАЭН, ОЭРН

г. Томск

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	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	
2.1. Учебный план.....	4
2.2. Рабочие программы (тематическое содержание) модулей	5
2.3. Календарный учебный график	7
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	
3.1. Категория слушателей	8
3.2. Технологии и методы обучения.....	8
3.3. Учебно-методическое обеспечение.....	8
3.4. Материально-техническое обеспечение.....	8
3.5. Кадровое обеспечение.....	8
3.6. Информационное обеспечение.....	9
3.7. Электронные ресурсы.....	9
3.8. Документ о квалификации.....	9
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	
4.1. Формы аттестации.....	9
4.2. Оценочные материалы.....	9
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 сфере освоение базовых технологий создания и использования геолого-технологических и гидродинамических моделей месторождений углеводородов, контроля входных параметров для этих моделей и изучения методических приемов при адаптации моделей на историю разработки, расчетах прогнозных показателей и оценки качества и достоверности моделей для повышения эффективности технологических решений.

Задачи:

- изучить теоретические основы моделирования месторождений углеводородов и элементы анализа разработки месторождений для подготовки входных данных при создании постоянно-действующих геолого-технологических моделей;
- понять особенности ремасштабирования и задания физико-химических свойств;
- рассмотреть инициализацию моделей и моделирование скважин;
- усвоить адаптацию моделей на историю разработки и прогноз показателей разработки.

Планируемые результаты обучения:

усовершенствованные профессиональные компетенции, выраженные в способностях:

- анализировать исходные данные, заложенные в модели, оценивать их соответствие представлениям о физике пласта;
- подбирать оптимальные параметры преобразования геологической модели при ремасштабировании;
- использовать физически обоснованные подходы при адаптации моделей на историю разработки;
- создавать различные геолого-технологические модели, готовить и рассчитывать варианты прогноза;
- проектировать мест расположения скважин и прогнозировать технологические показатели;
- оценивать полноту выбора запасов, прогнозировать энергетическое состояние залежи;
- осуществлять интегральную оценку качества моделей.

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 углеводородов, 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.

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	Вводная часть	2	2	-	Текущий контроль
2	Теоретические основы моделирования месторождений углеводородов	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	«Ремасштабирование» - переход от геологической модели к гидродинамической.	4	2	2	Текущий контроль
5	Задание физико-химических свойств – особенности учета лабораторных экспериментов, геологических особенностей и результатах контроля за разработкой	4	2	2	Текущий контроль
6	Задание и ремасштабирование относительных фазовых проницаемостей, остаточных насыщенных,	4	2	2	Текущий контроль

	капиллярных давлений, их влияние на особенности разработки				
7	Инициализация моделей – задание начального и граничных условий, обеспечение равновесия начального состояния, подключение водоносных пластов	4	2	2	Текущий контроль
8	Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов, учет гидродинамических и промыслово-геофизических исследований	4	2	2	Текущий контроль
9	Адаптация моделей на историю разработки – этапы, основные подходы, учет особенностей симуляторов, характерные ошибки	4	2	2	Текущий контроль
10	Прогноз показателей разработки. Планирование геолого-технологических моделей с использованием моделей. Оптимизация разработки	3	1	2	Текущий контроль
11	Некоторые дополнительные вопросы моделирования	2	1	1	Текущий контроль
12	Итоговая аттестация	3	-	3	Тестирование
	ИТОГО	40	20	20	

Рабочие программы (тематическое содержание) модулей:

Вводная часть

Понятие гидродинамического (фильтрационного) моделирования, история развития, проблемы и достижения, современное состояние.

Отраслевые регламенты и методические рекомендации по созданию постоянно-действующих геолого-технологических моделей (ПДГТМ)

Теоретические основы моделирования месторождений углеводородов

Общие принципы моделирования физических процессов

Физические и математические модели, лежащие в основе моделирования месторождений

Основные аналитические решения для задач нефтегазодобычи

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

Метод материального баланса и использование его при подготовке моделей

Анализ кривых падения, кривых обводнения

Оценка работы скважин на основе аналитических решений для определения параметров пласта

Выявление взаимосвязи между скважинами (главным образом, нагнетательная-добывающая)

Оценка анизотропии по работе скважин

Выявление конусообразования и учет в модели

«Ремасштабирование» - переход от геологической модели к гидродинамической.

Выбор размерности сетки при ремасштабировании

Особенности ремасштабирования абсолютной и относительной фазовой проницаемости

Оценка качества ремасштабирования

Задание физико-химических свойств – особенности учета лабораторных экспериментов, геологических особенностей и результатах контроля за разработкой.

Способы получения данных о физико-химических свойствах пластовых флюидов и породы

Основы физико-химического анализа, уравнения состояния

Создание моделей PVT-свойств (Black Oil, EOS), их корректировка по результатам исследований

Особенности задания PVT-свойств в фильтрационной модели.

Особенности задания PVT-свойств для газоконденсатных смесей и для нефтей при тепловом воздействии.

Задание и ремасштабирование относительных фазовых проницаемостей, остаточных насыщенных, капиллярных давлений, их влияние на особенности разработки.

Понятие об ОФП, способы получения и осреднения ОФП, связь с капиллярными давлениями

Виды и особенности масштабирования ОФП для двух и трехфазных систем

Типичные ошибки при обосновании ОФП

Практическое использование способов модификации ОФП для корректировки модели

Инициализация моделей – задание начального и граничных условий, обеспечение равновесия начального состояния, подключение водоносных пластов.

Особенности равновесной и неравновесной инициализации

Особенности моделирования различных типах контактов (ВНК)

О граничных условиях и особенностях аквиферов

Оценка влияния поправок симулятора для уравнивания

Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов, учет гидродинамических и промыслово-геофизических исследований.

Теоретические основы задания скважин, ГТМ и МУН в моделях и ограничения, связанные с дискретизацией термогидродинамических уравнений фильтрации.

Задание простых режимов работы (или отключения) скважин или групп скважин (интервалов перфораций) и оценка погрешности задания вертикальных и горизонтальных скважин.

Способы имитации различных ГТМ и МУН.

Задание множителей сообщаемости для имитации ГТМ в истории и прогнозе.

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

Основные принципы адаптации

Выявление закономерностей и обобщение их при адаптации моделей

Некоторые технические приемы адаптации модификацией абсолютной и относительной фазовой проницаемости.

«Ручная» адаптация - учебный пример
 Характерные ошибки допускаемые при адаптации
 Оценка качества фильтрационных моделей.

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

Выявление характерных особенностей поведения пластовой системы
 Оценка пространственного распределения текущих запасов на основе модели
 Подбор скважин кандидатов для ГТМ, оптимизация параметров намечаемых ГТМ

Некоторые дополнительные вопросы моделирования

Особенности моделирования трещиноватых коллекторов.
 Сравнительная характеристика существующих систем гидродинамического моделирования.
 Тестирование симуляторов, Тесты SPE, Тесты ЦКР

Календарный учебный график:

№	Наименование модулей	Всего часов	Учебные дни				
			1	2	3	4	5
1	Вводная часть	2	8				
2	Теоретические основы моделирования месторождений углеводородов	2					
3	Элементы анализа разработки месторождений для подготовки входных данных при создании постоянно-действующих геолого-технологических моделей.	4					
4	«Ремасштабирование» - переход от геологической модели к гидродинамической.	4		8			
5	Задание физико-химических свойств – особенности учета лабораторных экспериментов, геологических особенностей и результатах контроля за разработкой	4					
6	Задание и ремасштабирование относительных фазовых проницаемостей, остаточных насыщенных, капиллярных давлений, их влияние на особенности разработки	4			8		
7	Инициализация моделей – задание начального и граничных условий, обеспечение равновесия начального состояния, подключение водоносных пластов	4					
8	Моделирование скважин, особенности задания различных геолого-технологических моделей и методов повышения нефтеотдачи пластов, учет гидродинамических и промыслово-геофизических исследований	4				8	
9	Адаптация моделей на историю разработки – этапы, основные подходы, учет особенностей симуляторов, характерные ошибки	4					
10	Прогноз показателей разработки. Планирование геолого-технологических моделей с использованием моделей. Оптимизация разработки	3					8
11	Некоторые дополнительные вопросы моделирования	2					

12	Итоговая аттестация	3					
	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 профессиональное образование по соответствующей специальности либо прошедшие профессиональную переподготовку по соответствующему направлению.

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).

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. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. –99 с.
2. Глебов А.Ф. Геолого-математическое моделирование нефтяного резервуара: от сейсмике до геофлюидодинамики. –М.: Научный мир –2006. –344 с.
3. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. – М.: Ижевск: ИКИ, 2002. –140 с.
4. Хасанов М.М., Мирзаджанзаде А.Х., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи. – Москва-Ижевск: ИКИ, 2004. –368 с.
5. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем: Пер. с англ. —М.: Недра, 1982. — 407 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

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. Дебит жидкости по вертикальной скважине в однородном пласте начал расти через 3 месяца после ввода нагнетательной на расстоянии 500 м. Какова примерная пьезопроводность пласта?
а. 0.01; б. 0.03; в. 0.05; г. 0.1.
2. В каких случаях важно учитывать гистерезис ОФП и капиллярных кривых
а. при моделировании технологии SAGD;
б. при моделировании газоконденсатных залежей;
в. при водогазовом воздействии;
г. При циклическом заводнении.
3. Предельная депрессия для недопущения прорыва газа в скважине в ГНЗ однородного пласта (со следующими характеристиками мощность 10 м, плотность нефти 800 кг/м³, плотность газа - 100 кг/м³ - скважина перфорирована на уровне подошвы пласта) примерно равна.
а. 1 атм; б.0.7 атм; в. 0.2 атм; г. 0.5 атм

Образец теста для итогового контроля:

1. Какая из записей формулы притока к вертикальной скважине неверна?
а) $q = \frac{2\pi kh}{\mu} \frac{\Delta p}{\left(\ln \frac{R_c}{R_w} + s\right)}$ б) $q = \frac{2\pi kh}{\mu} \frac{\Delta p}{\left(\ln \frac{R_c}{R_w} - 0.75 + s\right)}$

$$в) q = \frac{2\pi kh}{\mu} \frac{\Delta p}{\left(\ln \frac{R_c}{R_w} - 0.5 + s\right)}$$

$$г) q = \frac{2\pi kh}{\mu} \frac{\Delta p}{\ln \frac{R_c}{R_{w\text{eff}}}}$$

2. В формуле Дюпюи для притока к вертикальной скважине отсутствует следующий параметр
 а) проницаемость б) вязкость в) пористость в) мощность пласта
3. Длина трещины ГРП в однородном пласте – 50 м. Какой задать скин-фактор для скважины радиуса 0.1м в модели с ячейками 100x100м наиболее корректно?
 а. ~-4.7; б. ~-2.3; в. ~ -3.5; г. ~ 0

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	
50-64	Удовлетворительно	
0-49	Неудовлетворительно	Слушатель не аттестован