



Негосударственное образовательное учреждение
«Академия инжиниринга нефтяных и газовых месторождений»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности ИОУ «Академия
ИНГМ»
И. В. Пчелинцева
« 23 » 2024 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
(продвинутый)»**

Разработала:
преподаватель А.А.Забоева, к.г.-м.н.

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	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	
3.1. Категория слушателей	6
3.2. Технологии и методы обучения.....	6
3.3. Учебно-методическое обеспечение.....	6
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.....	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 области формирования базы данных и создания геологической модели в зависимости от особенностей геологического строения объекта моделирования и конечных целей моделирования.

Задачи:

- сформировать представления о влиянии конечных целей создания геологической модели на этапность и методику моделирования;
- изучить влияние концептуальной геологической модели на этапность и методику моделирования;
- научиться анализу и синтезу входной информации для геологического и гидродинамического моделирования с учетом предназначения модели;
- освоить навыки определения степени детальности концептуальной модели в зависимости от конечных целей моделирования и особенностей геологического строения объекта моделирования;
- овладеть навыками подбора оптимальных настроек алгоритмов моделирования исходя из концептуальной модели.

Планируемые результаты обучения:

- усовершенствованные профессиональные компетенции, выраженные в способностях:
- оценивать необходимую детальность концептуальной геологической модели в зависимости от конечных задач моделирования;
 - формировать оптимальную базу исходных данных в зависимости от конечных целей моделирования;
 - подбирать оптимальные методики и алгоритмы моделирования, исходя из концептуальной геологической модели и конечных целей моделирования;
 - определять критерии оценки качества модели, исходя из концептуальной геологической модели и конечных целей моделирования.

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	Целеполагание как основа геологического моделирования	3	2	1	Текущий контроль
2	База данных геологической модели	4	1	3	Текущий контроль
3	Создание концептуальной модели	5	3	2	Текущий контроль
4	Создание структурной модели	6	2	4	Текущий контроль
5	Создание 3D сетки, перенос скважинных данных на сетку	4	2	2	Текущий контроль
6	Основы геостатистики	2	1	1	Текущий контроль
7	Создание литофациальной модели	6	2	4	Текущий контроль
8	Создание модели фильтрационно-емкостных свойств	6	2	4	Текущий контроль
9	Подсчет запасов и оценка неопределенностей	3	1	2	Текущий контроль
10	Итоговая аттестация	1	-	1	Тестирование
	ИТОГО	40	16	24	

Рабочие программы (тематическое содержание) модулей:

Тема 1. Целеполагание как основа геологического моделирования.

Понятие модели; цели и задачи геологического моделирования; выбор типа модели в зависимости от конечных целей ее создания, стандартный алгоритм создания геологического модели и его модификации в зависимости от целей моделирования.

Тема 2. База данных геологической модели.

Перечень исходной информации для создания геологических моделей; понятие прямой, косвенной и априорной информации; источники исходной информации, ограничения по качеству и масштабу исходной информации; особенности формирования базы данных геологической модели в зависимости от целей создания модели и особенностей геологического строения объекта моделирования.

Тема 3. Создание концептуальной модели.

Понятие концептуальной модели; основы создания седиментологической модели – описание керна, электрофациальный и сейсмофациальный анализ; детальная межскважинная корреляция; петрофизическое подтверждение седиментологической модели; концептуальная тектоническая модель. Определение оптимальной степени сложности концептуальной модели в зависимости от конечных целей моделирования, объема исходной информации и особенностей геологического строения объекта моделирования.

Тема 4. Создание структурной модели.

Этапы создания структурной модели; исходные данные для создания структурной модели; методики и особенности построения структурных карт границ пласта; понятие флюидалных контактов, оценка качества структурной модели. Пликативная и дизъюнктивная тектоническая модели и их реализация на этапе структурного моделирования.

Тема 5. Создание трехмерной сетки, перенос скважинных данных на сетку.

Понятие трехмерной сетки; классификация трехмерных сеток; краткая характеристика основных видов сеток; влияние концептуальной седиментологической и тектонической моделей на основные параметры трехмерной сетки

Тема 6. Основы геостатистики.

Понятие геостатистики; понятие случайной величины; гистограммы распределения; понятия математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения; коэффициент корреляции; уравнение регрессии; вариограммный анализ.

Тема 7. Создание литофациальной модели.

Модификации литофациальных моделей; этапы создания литофациальной модели; исходные данные, оценка их качества в зависимости от целей моделирования; влияние концептуальной модели на методику создания ЛФМ – выбор трендов, учет анизотропии, выбор алгоритма моделирования; анализ качества литофациальной модели в зависимости от целей моделирования.

Тема 8. Создание модели фильтрационно-емкостных свойств.

Этапы создания модели ФЕС; исходные данные, контроль их качества в зависимости от целей моделирования; влияние концептуальной модели на методику создания ЛФМ – статистические распределения ФЕС, выбор трендов, учет анизотропии, выбор алгоритма моделирования; определение нефтегазонасыщенности; методики построения куба нефтегазонасыщенности, J-функция.

Тема 9. Подсчет запасов и оценка неопределенностей

Методики подсчета запасов УВ; подсчет запасов объемным методом. понятие неопределённости в геологической модели; оценка неопределенности геологических запасов по методу Монте-Карло.

Календарный учебный график:

№	Наименование модулей	Всего часов	Учебные дни				
			1	2	3	4	5
1	Целеполагание как основа геологического моделирования	3	8				
2	База данных геологической модели	4					
3	Создание концептуальной модели	5					
4	Создание структурной модели	6		8			
5	Создание 3D сетки, перенос скважинных данных на сетку	4			8		
6	Основы геостатистики	2					
7	Создание литофациальной модели	6				8	
8	Создание модели фильтрационно-емкостных свойств	6					
9	Подсчет запасов и оценка неопределенностей	3					8
10	Итоговая аттестация	1					
	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:

мини-лекции, групповая дискуссии, игры, решение задач, выполнение практических заданий, просмотр обучающих видеоматериалов.

Учебно-методическое обеспечение:

презентации по модулям курса, рабочая тетрадь, методические рекомендации для выполнения практических заданий, обучающие видеоматериалы.

Материально-техническое обеспечение:

1. Аудитория – размещение каждого слушателя за индивидуальным рабочим местом
2. Рабочее места - столы, стулья, ноутбуки с доступом в Интернет (индивидуально на каждого участника и преподавателя)
3. Мультимедийный проектор и экран
4. Слайдер
5. Магнитно-маркерная доска
6. Доска флип-чарт с двумя комплектами бумаги,
7. Комплект лицензионного программного обеспечения (MS OFFICE, IRAP RMS)
8. Набор цветных карандашей, маркеров для бумаги, линейка, ручка, простой карандаш, стирательная резинка (индивидуально для каждого слушателя)
9. Упаковка плотной цветной бумаги для печати (4 цвета)
10. Маркеры для доски
11. Клей спрей
12. Наклейки для модерации

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. Абабков К.В., Сулейманов Д.Д., Султанов Ш.Х., Котенев Ю.А., Варламов Д.И. Основы трехмерного цифрового геологического моделирования: Учебное пособие. – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2010. – 199 с.
2. Белкина В.А., Бембель С.Р., Забоева А.А., Санькова Н.В.. Основы геологического моделирования (часть 1): учебное пособие. – Тюмень: - ТюмГНГУ, 2015. – 162 с
3. Александров В.М., Белкина В.А., Забоева А.А., Санькова Н.В.. Основы геологического моделирования (часть 2): учебное пособие. – Тюмень: - ТюмГНГУ, 2020.
4. Белозеров В.Б. Ловушки нефти и газа, моделирование залежей углеводородов. Учебное пособие. - Томск: Изд-во ЦППС НД, 2008. – 143 с.
5. Булыгин Д.В., Ганиев Р.Р. Геологические основы компьютерного моделирования нефтяных месторождений. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2011. – 356 с
6. Гутман И.С. Методы подсчетов запасов нефти и газа: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1985. – 223 с
7. Дж. С. Дэвис Статистический анализ данных в геологии. -М.: Недра, 1990. - 427с
8. Дойч К.В. Геостатистическое моделирование коллекторов. – М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 400 с.
9. Дюбрюль О. Геостатистика в нефтяной геологии – Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – 256 с.
10. Забоева А.А. Методика построения трехмерной геологической модели: Методические указания для лабораторных работ / сост. А.А.Забоева, В.А.Белкина – Тюмень: ТюмГНГУ 2013.– 40 с.

11. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование - М.: ООО «ИПЦ Маска», 2009 – 376 с.
12. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р. Оценка качества 3D моделей - М.: ООО «ИПЦ Маска», 2008 – 272 с
13. Косентино Л. Системные подходы к изучению пластов - М., Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2007. – 400 с
14. Лидер М.Р. Седиментология. – М.: Мир, 1986. – 439 с
15. Лусиа Ф.Дж. Построение геолого-гидродинамической модели карбонатного коллектора: интегрированный подход. – М., Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. – 384 с
16. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. -М.: ИПМ РАН, 2009. -460 с
17. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. Под ред. В.И.Петерсилье, В.И.Пороскуна, Г.Г.Яценко. Москва-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003 г
18. Селли Р.К. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989. – 294 с.
19. Rider M. The geological interpretation of well log. 2nd edition. Published by Rider-French Consulting Ltd., Scotland, 2006. 281 p
20. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений, РД 153-39, 2001г.
21. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений.РД 153-39.0-047-00), М., Минтопэнерго, 2000 г.

Электронные ресурсы:

1. <http://petroportal.ru/>
2. <https://www.onepetro.org/>
3. <https://petrowiki.org/>
4. <https://www.earthdoc.org/>

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 устного опроса.
3. Итоговый контроль в форме тестирования.

Оценочные материалы:

Тест для предварительного контроля, вопросы для устного опроса, тест для итогового контроля.

Образец теста для предварительного контроля:

1. Что такое эффективная пористость?
 - А) Это объем изолированных пустот;
 - В) Следствие растрескивания горных пород в процессе охлаждения, уплотнения, дегидратации, развития экзогенных процессов и т.п.;
 - С) Суммарный объем всех сообщающихся пор, через который может проходить поток жидкости или газа;
 - Д) Способность горной породы пропускать через себя жидкости и газы при гидростатических давлениях;
 - Е) Это весь объем пустот в породе.
2. Факторы, влияющие на выбор оптимального вертикального разрешения 3D сеток:
 - А) Шаг записи кривых ГИС;
 - В) Расстояние между скважинами;
 - С) Максимальная толщина отдельных прослоев литотипов, выделенных по ГИС;
 - Д) Инкремент заданный при структурном моделировании;
 - Е) Минимальная толщина отдельных прослоев литотипов, выделенных по ГИС.
3. Какие алгоритмы моделирования относятся к стохастическим? (один вариант ответа)
 - А) Пиксельные;
 - В) Объектные;
 - С) Объектные и пиксельные;
 - Д) Крайгинг;
 - Е) Метод обратных расстояний.

Образец вопросов для устного опроса:

1. Определение модели. Задачи геологического моделирования
2. Классификация ГМ
3. Этапы создания трехмерной ГМ
4. Виды исходных данных
5. Исходные данные для создания ГМ
6. Концептуальная модель – определение, составные элементы
7. Элементы структурной модели (что она в себя включает)
8. Исходная информация для создания структурной модели (виды, примеры)
9. Основные методики построения структурных карт. Их достоинства и недостатки
10. Флюидная модель – определение. Основные элементы

Образец теста для итогового контроля:

1. Коэффициент песчанистости пласта-коллектора это:
 - А) Отношение эффективной нефтенасыщенной толщины к общей толщине пласта коллектора
 - В) Отношение общей толщины к эффективной толщине пласта-коллектора
 - С) Отношение эффективной толщины к общей толщине пласта-коллектора
 - Д) Отношение эффективной нефтенасыщенной толщины к эффективной толщине пласта коллектора.
 - Е) Произведение общей толщины пласта-коллектора и эффективной нефтенасыщенной толщины
2. Что такое сейсмический атрибут?
 - А) Линейная комбинация локальных характеристик трасс;
 - В) Любые измерения, полученные из сейсмической информации (трассы);

- С) Когерентность;
 - Д) Описание сейсмического разреза;
 - Е) Интервальное измерение сейсмической трассы.
3. Что такое J-функция?
- А) Функция, связывающая остаточную водонасыщенность и капиллярное давление;
 - В) График капиллярного давления относительно высоты над зеркалом свободной воды;
 - С) Функция, связывающая капиллярное давление со свойствами флюидов и породы-коллектора;
 - Д) Кривая капиллярного давления относительно водонасыщенности;
 - Е) Зависимость нефтенасыщенности от глубины.

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