



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности ИОУ «Академия
ИНГМ»

И.В. Пчелинцева



« 23 » *марта* 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«ROCK PHYSICS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ»

Разработал:
преподаватель И.О. Баюк, д.ф.-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	5
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	
3.1. Категория слушателей	5
3.2. Технологии и методы обучения.....	5
3.3. Учебно-методическое обеспечение.....	6
3.4. Материально-техническое обеспечение.....	6
3.5. Кадровое обеспечение.....	6
3.6. Информационное обеспечение.....	6
3.7. Электронные ресурсы.....	6
3.8. Документ о квалификации.....	6
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	
4.1. Формы аттестации.....	7
4.2. Оценочные материалы.....	7
4.3. Оценка результатов аттестации	8

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 разведочной геофизики в применении теории эффективных сред (Rock Physics), которая позволяет связать вещественный состав и микроструктуру породы с ее физическими свойствами (скоростями упругих волн, тепло и электропроводностью, гидравлической проницаемостью) для пород - коллекторов углеводородов.

Задачи:

- изучить понятие разномасштабной параметрической математической модели физических свойств;
- понять основные подходы к построению разномасштабных параметрических математических моделей физических свойств коллекторов различного типа – карбонатных, терригенных, углеводородосодержащих сланцев;
- рассмотреть для каждого типа коллектора параметры модели, оказывающие основное влияние на их физические свойства;
- ознакомиться с примерами решения различных задач разведочной геофизики, основанные на использовании теории эффективных сред (ТЭС), в частности,
 - определения геометрии пустотного пространства по измеренным физическим свойствам (лабораторным данным и данным ГИС);
 - построения анизотропной скоростной модели углеводородосодержащих сланцев, пород баженовской и хадумской свит по данным ГИС и ее апскейлинг для частот межскважинной томографии, на которых проводится мониторинг гидроразрыва пласта;
 - определения анизотропных упругих свойств глинистых минералов с учетом влияния связанной воды;
- оценить новый экспериментально-теоретический комплекс работ, позволяющий проводить апскейлинг физических свойств коллекторов углеводородов.

Планируемые результаты обучения:

усовершенствованные профессиональные компетенции, выраженные в способностях:

- прогнозировать физические свойства пород на различных масштабах по их составу и особенностям внутреннего строения;

- объяснять существования корреляций между различными физическими свойствами;
- определять «неизмеряемые» физические свойства по измеренным;
- формулировать геометрические характеристики порово-трещиноватого пространства осадочных пород;
- выделять трещиноватые зоны в породах-коллекторах и определять их характеристики;
- восстанавливать полный тензор упругости (или транспортные свойства) анизотропной породы по ограниченному числу измерений физических свойств, недостаточному для применения традиционных методик;
- строить масштабно-зависимую скоростную модель анизотропных пород-коллекторов с учетом анизотропии их физических свойств для мониторинга гидроразрыва.

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	Основы теории эффективных сред	10	10	-	Текущий контроль
2	Практические приложения Rock Physics	12	2	10	Текущий контроль
3	Итоговая аттестация	2	-	2	Тестирование
	ИТОГО	24	12	12	

Рабочие программы (тематическое содержание) модулей:

Основы теории эффективных сред

1. Задачи геофизики, решаемые с помощью ТЭС.
2. Понятие эффективных физических свойств.
3. Горная порода как микроскопически неоднородная и макроскопически анизотропная композитная среда.
4. Построение решения для эффективных физических свойств.
5. Основные методы теории эффективных сред.
6. Тесты ТЭС на модельных средах и горных породах
7. Междисциплинарный подход к моделированию эффективных физических свойств коллекторов, основанный на использовании ТЭС.

Практические приложения Rock Physics

1. Прямые и обратные задачи ТЭС.
2. Моделирование эффективных физических свойств коллекторов.
3. Примеры решения практических задач для коллекторов различного типа.
4. Прогноз свойств одного типа через свойства другого типа.
5. Экспериментально-теоретический комплекс работ, позволяющий проводить апскейлинг физических свойств коллекторов углеводородов.

Календарный учебный график:

№	Наименование модулей	Всего часов	Учебные дни		
			1	2	3
1	Основы теории эффективных сред	10	8		
2	Практические приложения Rock Physics	12		8	
3	Итоговая аттестация	2			8
ИТОГО		24	8	8	8

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Трудоемкость:	24 часа
Форма обучения:	очная
Виды занятий:	лекционные, практические
Формы аттестации:	текущий контроль, итоговое тестирование
Режим занятий:	8 академических часов в день
Срок обучения:	3 дня

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, семинар, беседа, самостоятельная домашняя работа, решение задач, проведение расчетов, построение графиков, программирование, групповая дискуссия.

Учебно-методическое обеспечение:

презентации по модулям курса, раздаточный материал.

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.)

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. Шермергор Т.Д. Теория упругости микронеоднородных сред – М.: Наука, 1977.
2. Кочин И.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления - М.: Наука, 1965.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости - М.: Наука, 1979.
4. Федоров Ф.И. Теория упругих волн в кристаллах - М.: Наука, 1965.
5. Mavko G., Mukerji T., Dvorkin J. The Rock Physics Handbook. 2nd Edition. Tools for Seismic Analysis of Porous Media. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. - 511 p.
6. Mavko G., Mukerji T., Dvorkin J. The Rock Physics Handbook. 3rd Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. - 741 p.

Электронные ресурсы:

1. <https://runeft.ru/search/?q=%D0%B3%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8&how=r>
2. <https://runeft.ru/search/?q=%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0&how=r>
3. <https://ntc.gazprom-neft.ru/search/?q=%D0%B1%D0%B0%D1%8E%D0%BA>
4. https://www.researchgate.net/profile/Irina_Bayuk
5. https://www.researchgate.net/profile/Lev_Vernik
6. https://www.researchgate.net/profile/Jack_Dvorkin

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 опроса устного или письменного, решения и проверки задач, тестирования.
2. Текущий контроль в форме опроса устного или письменного, решения и проверки задач, тестирования.
3. Итоговый контроль в форме опроса, решения и проверки задач, тестирования.

Оценочные материалы:

Тест для предварительного контроля, тест для итогового контроля, комплект задач.

Образец теста для предварительного контроля:

Задание 1. Прогноз упругих свойств пород в масштабе сейсмоки по данным ГИС называется....

- А) Обратной задачей
- Б) Даунскейлингом
- В) Апскейлингом

Задание 2. В теории эффективных сред форма включений представляется в виде....

- А) призм
- Б) кубов
- В) эллипсоидов

Задание 3. Число независимых компонент тензора упругости в общем случае равно...

- А) 36
- Б) 9
- В) 21

Образец теста для итогового контроля:

Задание 1. Горную породу можно считать природным композитным материалом.

- А) Верно.
- Б) Неверно.
- В) Не всегда.

Задание 2. Эффективные физические свойства горной породы это...

- А) Свойства, измеренные с помощью самой совершенной аппаратуры.
- Б) Есть строгое определение этого понятия в теории эффективных сред. В частности, это параметры, выражающие связь между усредненными по представительному объему напряжениями и деформациями.
- В) К горным породам этот термин не применим.

Задание 3. Скорости упругих волн в порово-трещиноватой среде отличаются от таковых в породе, содержащей только поры, при схожих значениях пористости.

- А) Верно.
- Б) Неверно.
- В) Это зависит от вещества, заполняющего пустоты.

Образец задач:

1. Оценить границы модулей упругости изотропной водонасыщенной карбонатной породы в зависимости от пористости, используя методы Фойгта и Ройсса. Построить графики.
2. Оценить границы модулей упругости изотропной водонасыщенной карбонатной породы в зависимости от пористости, используя метод Хашина-Штрикмана. Построить графики.
3. Выполнить флюидозамещение методом Гассмана для карбонатной породы (модули сухого скелета, пористость и тип флюида заданы).

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