

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
М.В. Рязанцев

« » 20 г.
на основании приказа № 390
от «03» мая 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**
«Обработка керновых данных и ГИС для создания петрофизической модели
терригенных коллекторов. Мониторинг данных ГИС при разработке
месторождений Западной Сибири»

УФА
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА | 3 |
| 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ | 4 |
| 1.1 Нормативно-правовая основа разработки программы..... | 4 |
| 1.2. Цель реализации программы..... | 4 |
| 1.3. Планируемые результаты обучения | 4 |
| 1.4. Требования к обучающимся | 5 |
| 1.5. Срок обучения | 5 |
| 1.6. Форма обучения..... | 6 |
| 1.7. Итоговый документ..... | 6 |
| 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ | 6 |
| 2.1. Учебный план | 6 |
| 2.2. Календарный учебный график (примерный)..... | 7 |
| 2.3 Содержание тем программы..... | 7 |
| 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ..... | 10 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств | 12 |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа направлена на совершенствование компетенций в области геофизических и петрофизических исследований литологических разностей. Изучение особенностей методов ГИС при изменениях технологий бурения на кабеле и каротажа во время бурения. В программе будут рассмотрены следующие темы: методы анализа данных лабораторных исследований керна, геофизических исследований скважин для решения геологических, технологических задач. Комплексирование результатов петрофизических лабораторных экспериментов с данными геофизических исследований скважин в открытом и закрытом стволе. Изучение особенностей петрофизического обеспечения геологических моделей. Ознакомление с источниками геолого-геофизической информации и оценка их приоритетности при создании петрофизических моделей.

Категория слушателей – сейсмологи, геологи, разработчики. Программа рассчитана на 24 часа, 4 дня при объёме занятий – 6 часов в день. Группа обучаемых насчитывает до 12 человек. Форма обучения – очная, возможно обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Нормативно-правовая основа разработки программы

Нормативно-правовую основу разработки программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 №272-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минтруда России от 12.04.2013 №148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
- Приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Программа разработана с учетом профессиональных стандартов:

- «Специалист по промысловой геологии», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 10.03.2015 № 151н;
- «Специалист по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных (в нефтегазовой отрасли)», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29.06.2017 № 525н;
- «Специалист-петрофизик», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 июня 2017 № 534н.

1.2. Цель реализации программы

Цель: совершенствование и получение новых компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности:

- Проведение исследований физических свойств кернового материала нефтегазовых месторождений и цифровая обработка полученных петрофизических данных;
- Обработка и интерпретация полученных скважинных геофизических данных;
- Комплексирование геолого-промысловых данных и построение моделей нефтегазовых залежей.

Задачи программы изучить способы собирать, обрабатывать и интерпретировать данные по геофизическим исследованиям, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

1.3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п. 1.2:

Слушатель должен знать:

- Основы физики, литологии и минералогии горных пород;
- Основы органической химии;
- Правила построения геолого-промысловых моделей;
- Методы и технологии скважинных геофизических исследований;
- Компьютерные технологии в геофизике, основы обработки скважинных геофизических данных;
- Требования научно-технической документации по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных;
- Специализированные программные комплексы интерпретации скважинных геофизических данных в открытом стволе, обсаженной скважине, в процессе бурения;
- Оценку результатов интерпретации ГИС и учет влияния разработки продуктивных пластов.

Слушатель должен уметь:

- Оценивать физические свойства кернового материала горных пород по результатам стандартных исследований физических свойств кернового материала;
- Оценивать физические свойства кернового материала горных пород по результатам специальных исследований физических свойств кернового материала и литолого-петрофизическим данным;
- Пользоваться технической документацией в области исследований физических свойств кернового материала горных пород;
- Обрабатывать первичную геологическую информацию, поступающую с эксплуатационных скважин промысла, с использованием программного обеспечения;
- Применять компьютерные средства для интеграции сейсмических и геологических данных;
- Применять методы индивидуальной интерпретации скважинных геофизических данных в специализированных программных комплексах;
- Применять данные LWD каротажа, особенности методов при каротаже во время бурения, сопоставление с данными ГИС открытого стола после бурения.

1.4. Требования к обучающимся

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, имеют высшее профессиональное образование (специалист/бакалавр). Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного образца.

1.5. Срок обучения

Программа рассчитана на 24 часа, 4 дня при объеме занятий – 6 часов в день.

1.6. Форма обучения

Форма обучения - очная, возможно обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

1.7. Итоговый документ

Итоговый документ - удостоверение о повышении квалификации установленного образца, выдается слушателям, успешно прошедшим курс и получившим оценку «зачтено». Слушатели, не прошедшие аттестацию, получают о прохождении курса справку установленного образца.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

| № п/п | Наименование дисциплины и темы | Всего, час. | Аудиторно | | Дистанционно | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-----|--------------|-----|
| | | | ЛЗ | ПЗ | ЛЗ | ПЗ |
| 1. | Литологические и структурные особенности изучаемых коллекторов | 0,5 | 0,5 | - | 0,5 | - |
| 2. | Источники петрофизической и геофизической информации для определения ФЕС | 0,5 | 0,5 | - | 0,5 | - |
| 3. | Керн | 5 | 3,5 | 1,5 | 3,5 | 1,5 |
| 4 | Физические основы методов ГИС | 3,5 | 2,5 | 1 | 2,5 | 1 |
| 5 | Оценка качества методов ГИС | 2 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 |
| 6 | Особенности методов ГИС LWD каротажа. | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 7 | Петрофизическая модель | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 8 | Оценка коллекторских свойств по данным ГИС | 1,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| 9 | Оценка характера насыщенности (модели насыщения) | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |

| | | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 10 | Статистический анализ результатов расчета ФЕС при создании петрофизических моделей по предыдущему ПЗ. | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 11 | Итоговая аттестация | 1 | - | 1 | - | 1 |
| Всего | | 24 | 16 | 8 | 16 | 8 |

2.2. Календарный учебный график (примерный)

| | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|------|----|-------------|
| Неделя обучения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Итого часов |
| | пн | вт | ср | чт | пт | |
| 1 неделя | 6 | 6 | 6 | 5/ИА | | 24 |
| Итого: | | | | | | 24 |
| Примечание: ИА - Итоговая аттестация (зачет) | | | | | | |

2.3 Содержание тем программы

Тема 1. Литологические и структурные особенности изучаемых коллекторов

Основные типы пород: магматические, метаморфические, осадочные.

Природа магматических, осадочных и метаморфических (вторичных) пород, их свойства

Породы – коллекторы газа и нефти. Осадочные породы по вещественному составу: карбонатные и терригенные. Химический и минералогический состав глинистых веществ, содержащихся в терригенных и карбонатных породах

Классификация терригенных (обломочных) пород. Изучение текстурно-структурных особенностей песчаников. Классификация пород-коллекторов нефти и газа по сложности, по типу порового пространства.

Основные направления развития УЭЦН. «Интеллектуальные» СУ (ИСУ) УЭЦН: функциональные и технологические возможности, современное состояние и перспективы развития.

Тема 2. Источники петрофизической и геофизической информации для определения ФЕС

Типы петрофизических данных: ГТИ, газовый каротаж (геолого-технологические характеристики, литология по шламу, насыщение по шламу и составу газа), керновые данные (стандартные и специальные исследования), геофизические исследования скважин (ГИС открытого ствола, ПГИ), результаты опробования. Способы получения петрофизической информации (прямые и косвенные)

Тема 3. Керн

Отбор керна и первичные подготовительные работы. Технология отбора керна (традиционная и изолированного керна), первичная обработка данных керна. Объекты применения изолирующей технологии отбора керна. Порядок работы с керном в лабораториях

Стандартные исследования керна (определение пористости, плотности, остаточной водонасыщенности, проницаемости) и специальные исследования керна (Кво, Кно, гранулометрии). Оценка и анализ полученных результатов керновых исследований

Тема 4. Физические основы методов ГИС

Краткий обзор о проведении каротажей, о вертикальной и разрешающей способности методов ГИС. Классификация методов ГИС (радиоактивные, электрические, акустические, специальные методы).

Физические основы методов пористостей:

- РК (ННК, ГК, СГК, ГГКп), первичная обработка данных ННК (ввод поправок по палеткам), определение пористости и глинистости
- АК - определение пористости и упругих характеристик
- ЯМК – типы ядерно-магнитного каротажа, информативность метода, возможные искажения из-за ГТУ.

Физические основы электрических методов (микрометоды (МКЗ, МБК), фокусированные (БК, ИК), нефокусированные (БКЗ). Характеристика зондов электрических методов и программы обработки данных электрических каротажей. Определение УЭС пород

Рекомендации по стандартному, оптимальному и расширенному комплексу ГИС для терригенных разрезов.

Тема 5. Оценка методов ГИС

Изучение метрологического обеспечения приборов и их применение. Критерий оценки качества кривых ГИС. Проведение оценки качества методов ГИС. Привлечение априорной геолого-геофизической информации по месторождению к оценке качества ГИС. Особенности методов ГИС LWD каротажа, качество методов ГИС при каротаже во время бурения и влияние условий каротажа на методы ГИС. Способы оценки качества кривых ГИС при LWD.

Тема 6. Особенности методов ГИС LWD каротажа

Модули каротажа во время бурения, петрофизический подход к расчету ФЕС, характерные особенности интерпретации данных каротажа и причины от которых зависит достоверность результатов кривых ГИС

Тема 7. Петрофизическая модель.

Создание общих петрофизических зависимостей керн-керн, статистический анализ данных керна, определение граничных значений ФЕС для выделения коллекторов. Оценка пористости по керну и методам ГИС: комплексирование методов ГИС с данными лабораторных экспериментов, создание зависимостей керн-ГИС.

Тема 8. Оценка коллекторских свойств по данным ГИС

Выделение коллекторов по качественным и количественным признакам.

Качественные признаки – прямые и косвенные.

Количественные критерии выделения коллекторов: статистический способ и корреляционный способ. Граничные параметры для выделения коллекторов (Кп, Кпр, относительная глинистость) и их обоснование.

Тема 9. Оценка характера насыщенности (модели насыщения)

Принятые правила при стандартном аппаратурном и методическом обеспечении определения характера насыщенности.

Способы оценки характера насыщенности:

- при проводке скважины по данным ГТИ, по шламу
- по прямым исследованиям керна
- по замерам пластового давления
- по испытанию пластов
- по данным ГИС

Оценка характера насыщенности по данным ГИС:

- зависимости Арчи-Дахнова, определение сопротивления пластовой воды
- объемная влажность
- ПРК и нормировка кривых методом функциональных преобразований

Тема 10. Статистический анализ результатов расчета ФЕС при создании петрофизических моделей по предыдущему ПЗ

Краткий обзор этапов проведения ПЗ, проверка расчетов предыдущего ПЗ на предмет корректности применения созданной петрофизической модели.

Оценка достоверности полученных подсчетных параметров проводится сравнением с представительной выборкой керна. Допустимые погрешности определения подсчетных параметров. Сравнение нефтенасыщенных толщин, Кн и Кп в скважинах предыдущего ПЗ по двум методикам (старая петрофизическая модель и вновь созданная). Возможные причины изменения подсчетных параметров. Оценка изменения петрофизических параметров за счет уточнения петрофизической модели. Сравнение средневзвешенных значений параметров ФЕС по пласту с учетом данных вновь пробурившихся скважин.

Систематизация и определение подсчетных параметров в Прайме в режиме многоскважинной обработки и их сравнение:

- сравнение эффективных толщин в старом фонде скважин предыдущего ПЗ
- сравнение Кп в старом фонде скважин предыдущего ПЗ
- сравнение Кн в старом фонде скважин предыдущего ПЗ.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение:

| Наименование специализированных учебных помещений | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
|---------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория/ площадка веб-конференций | Лекционно-практическое | <p>В случае очного формата обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рабочее место преподавателя (ПК с возможностью подключения к серверу СУБД); - посадочные места по количеству слушателей, ПК с необходимыми, установленными ПК и возможностью подключения к серверу БД; - проектор. <p>В случае дистанционного формата обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - система веб-конференций BigBlueButton. <p>Взаимодействие осуществляется через web-интерфейс, не требует установки дополнительных программ.</p> <p>Вход в систему осуществляется по адресу: https://bnipi-bbb.bnipi.ru</p> |

3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

3.2.1 Основная литература

1. Вендельштейн Б.Ю. Геофизические методы определения параметров нефтегазоносных коллекторов (при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений). / Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. –Москва: «Недра», 1987.
2. Головацкая И.В. Определение емкостных свойств и литологии пород в разрезах нефтегазовых скважин по данным радиоактивного и акустического каротажа / Головацкая И.В., Гулин Ю.А., Еникеева Ф.Х., Велижанин В.А., Журавлев Б.К., Козяр В.Ф., Ручкин А.В., Резванов Р.А. – Калинин: ВНИГИК, 1984
3. Гулин Ю.А. Гамма-гамма-метод исследования нефтяных скважин. –Москва: «Недра», 1975
4. Гудок Н.С. Определение физических свойств нефтеводородосодержащих пород. / Гудок Н.С., Боданович Н.Н., Мартынов В.Н. –Москва: «НЕДРА», 2007.
5. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. – Москва: «Недра», 1985.

6. Джордж Р. Коатес, Ли Чи Хиао и Манфред Д. Праммер. Каротаж ЯМР. Принципы и применение. - Хьюстон. Halliburton Energy Services, 1999.
7. Добрынин В.М. Петрофизика. / Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевникова Д.А.–Москва, 2004.
8. Кобранова В.Н. Петрофизика.–Москва: «Недра», 1986.
9. Латышова М.Г. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. /Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф.–Москва: «Недра», 2007.
10. Меркулов В.П. Геофизические исследования скважин.– Издательство Томского политехнического университета, 2008.
11. Петерсильев В.И. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. / Петерсильев В.И., Пороскуна В.И, Яценко Г.Г.– Москва-Тверь, 2003.
12. Эрл Ч Доналдсон. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. / Эрл Ч Доналдсон, Джеббар Тиаб–Москва: ООО "Премиум инжиниринг", 2009.
13. Методическое руководство по оперативному анализу каротажных диаграмм / Дворкин В.И., Шаймухаметова А.И., Ахметова Л.Р., Морозова Е.А.–Уфа, 2011
14. Методическое руководство по применению новых геофизических методов в открытом стволе бурящихся скважин / Дворкин В.И.,Александров С.С., Зиннуров Р.М., Шаймухаметова А.И., Ахметова Л.Р., Шишлова Л.М., Ишбулатова Р.Х.–Уфа, 2008
15. Методическое руководство. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. – Новосибирск: НППГА «Луч», 2000.

3.3. Кадровые условия

Обеспечение программы осуществляет кадровый состав, соответствующий требованиям ЕКС преподавателя, и прошедшие курсы повышения квалификации по вопросам обеспечения преподавания с применением дистанционных образовательных технологий.

Преподаватель программы:

Габдуллина Галия Талгатовна, эксперт отдел сопровождения бурения и ЗБС (ЮНГ), ООО «РН-БашНИПИнефть».

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Результаты обучения (компетенции, освоенные умения, усвоенные знания) | Формы и методы контроля и оценки |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Физические основы методов ГИС, | Выполнение практического задания |
| Оценка качества кривых каротажа, владение технологией проверки метрологических данных | |
| Определение ФЕС на образцах кернового материала | |
| Применение данные лабораторных исследований керна при создании петрофизической модели пласта | |
| Создание петрофизической модели | |
| <p>Результаты итоговых аттестационных испытаний оцениваются по шкале соответствия качественной и числовой оценок: «зачтено» - выполненное без ошибок практическое задание; «не зачтено» - невыполненное практическое задание</p> | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Фонд оценочных средств

| № п/п | Вопросы | Ответы |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Какой элемент является эффективным замедлителем нейтронов? | Водород |
| 2 | Какой источник используется при регистрации ГК? | Без источника, изучают естественную радиоактивность пород |
| 3 | Какие из методов ГИС предназначены для определения коэффициент пористости? | ЯМК, ГГКП, АК, НК |
| 4 | Какой источник используется при регистрации ГК? | Без источника, изучают естественную радиоактивность пород |
| 5 | Какой эффект оказывает повышение содержания пирита и сидерита на Кп по ГГКп | понижает |
| 6 | Чему равен водородный индекс воды | 1 |
| 7 | Водородосодержание породы соответствует пористости? | нет |
| 8 | Какой параметр позволяет оценить метод гамма каротажа? | глинистость |
| 9 | Какие методы исследований относятся к электрометрии | МКЗ, МБК, БК, ИК(ВИКИЗ), БКЗ, Рез |

| | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Какое сопротивление измеряют микрондами? | сопротивление промытой зоны |
| 11 | Сколько разноглубинных зондов в составе комплекса ВИКИЗ | 5 |
| 12 | Как связаны проводимость и сопротивление пород | Обратно пропорционально |
| 13 | Скважина пробурена на низкомиперализованном буровом растворе. По какой методу БК или ИК надо определять сопротивление в коллекторах? | ИК |
| 14 | В глине есть зона проникновения? | НЕТ |
| 15 | Из-за чего может быть искажена или неинформативна кривая ПС | <ul style="list-style-type: none"> – соленый буровой раствор – блуждающие токи – коррозия корпуса прибора – наличие слоистой и структурной глинистости |
| 16 | Как часто необходимо провести эталонировку для исправных приборов? | 1 раз/квартал |
| 17 | Назовите минимальный интервал контрольной записи? | 50м |
| 18. | Какие виды пористости определяются по данным ЯМК? | Кп_общ., Кп_эфф |
| 19 | Какой параметр необходимо определить по керну для расчета пористости по данным ГТКп? | Плотность скелета |
| 10 | Назовите плотность точек в 1 м при сопоставлении пористости по данным керна, и ГИС для создания зависимости керн-ГИС и какой процент выноса керна должен быть? | 3 точки Не менее 70% |
| 11 | Какой метод определения пористости наиболее предпочтителен в лабораторных условиях | По кероосину –нет влияния набухания глин, и по газу, если образец не обжимают при исследовании |
| 12 | Какие виды пористости могут определяться при исследовании керна? | Кп_откр., Кп_эфф, Кп_дин |
| 13 | Назовите прямые качественные признаки выделения коллекторов | Наличие глинистой корки на ДС Приращения на МКЗ Радиальное изменение разноглубинных кривых сопротивления |
| 14 | От чего зависит параметр М в уравнении А-Дахнова | От структуры порового пространства |

| | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 15 | Чем обусловлено величина УЭС коллектора? | От количества воды в пласте |
| 16 | Отличается ли УЭС нефтенасыщенного пласта от УЭС газонасыщенного пласта при прочих равных условиях? | нет |
| 17 | Влияет ли Кп на величину УЭС горных пород? | да |
| 18 | Какую проницаемость, определяют на керне по газу? | абсолютную |
| 19 | На какие фильтрационно-емкостные параметры пород наиболее сильно влияет глинистость | Кп_эфф и Кпр |
| 20 | От чего зависит параметр n в уравнении А-Дахнова | От смачиваемости пород |
| 21 | Как определяется УЭС пластовой воды | Лабораторным способом |
| 22 | Может ли Кн быть равным 100% | нет |
| 23 | Какая пористость больше: эффективная или динамическая | эффективная |
| 24 | Каким методом ГИС интерпретируется угольный пласт | НК, ГК, ГГКп, АК |
| 25 | Каким геофизическим методом возможно определение проницаемости при измерениях в скважине | ЯМК |
| 26 | Какой метод пористости не требует поправки за влияние глин? | ГГКп, ПС |
| 27 | Какую пористость общую или эффективную можно определить по акустическому каротажу | общую |
| 28 | По каким данным определяют величину критического сопротивления для разделения коллектора на продукт и воду? | Сопоставление УЭС коллектора с однофазным притоком флюида и Кп |
| 29 | При прочих равных условиях глинистость увеличивает или уменьшает сопротивление нефтенасыщенного коллектора | уменьшает сопротивление нефтенасыщенного коллектора |
| 30 | При динамической пористости выше какого значения породу можно считать коллектором? | 0 |