

УДК 550.34.013.4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ КАРТ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРА

Волкова А.А.,

научный руководитель д-р техн. наук, профессор Поздняков В.А.

Сибирский Федеральный Университет

В последние годы как в России, так и за рубежом растёт интерес к исследованиям рассеянной компоненты волнового поля как важного критерия при поисках ловушек углеводородов в породах с повышенной трещиноватостью. Причём в последнее время этот интерес постоянно возрастает, о чём говорит, в частности, организация специальных сессий на ведущих конференциях европейского и американского общества геофизиков, а также выпуск ведущих геофизических журналов, посвящённых взаимодействию сейсмических рассеянных волн с микроструктурой, в том числе и флюидонасыщенной.

Рассеянная компонента сейсмической записи возникает в результате взаимодействия падающей волны с мелкомасштабными (меньше 0,5 доминирующей длины волны) неоднородностями, такими как разломы (дифракция), зоны повышенной трещиноватости (рассеяние) и другие структурные неоднородности [3].

Идея использовать незеркальную (рассеянную) компоненту волнового поля для изучения зон аномальной трещиноватости возникла около 20 лет назад [5]. В ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть» для выделения рассеянных волн используется метод фокусирующих преобразований, математическая и алгоритмическая основа метода были разработаны В. А. Поздняковым. Метод ориентирован на выделение рассеянной составляющей волнового поля путём асимметричного суммирования данных многократного перекрытия [1-4].

Цель работы состоит в предложении методики построения прогнозных карт на основе статистического анализа фильтрационно-емкостных свойств коллектора и энергии рассеянных волн.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать корреляционную матрицу с параметрами объектно-ориентированных миграционных преобразований и фильтрационно-емкостных свойств.
2. Предложить несколько вариантов уравнений для расчета дебита нефти в межскважинном пространстве.
3. Получить и проанализировать карты дебита нефти, пористости и проницаемости.

После анализа результатов применения метода фокусирующих преобразований, в качестве рабочих вариантов были выбраны 3 куба энергии рассеянных волн с базой пунктов взрыва и пунктов приема 1600 метров и с различными апертурами: 1100-1300 метров, 800-1000 метров и 800-1300 метров. В работе использовались временные срезы кубов энергии рассеянных волн в окне продуктивных рифейских отложений.

Параметры фильтрационно-емкостных свойств представлены следующими данными: дебит газа, дебит нефти, проницаемость, коэффициент общей пористости ($K_{побш}$), коэффициент вторичной пористости ($K_{пвт}$), отношение давлений в пласте и на забое ($P_{пл}/P_{заб}$).

Из имеющихся данных фильтрационно-емкостных свойств по 16 скважинам и значений энергии рассеянных волн, снятых в точках этих скважин, была построена корреляционная матрица (табл.).

Корреляционная матрица

Апертура, м	Дебит газа, тыс. м ³ /сут	Дебит нефти, м ³ /сут	Проницаемость, мД	К _{Побщ} , %	К _{Пвт} , %	Р _{пл} /Р _{заб} , Мпа
1100-1300	0,06	0,46	0,66	0,7	0,71	-0,76
800-1000	0,74	0,69	0,64	0,47	0,48	-0,67
800-1300	0,03	0,46	0,66	0,69	0,69	-0,68

Для линейной корреляции дебита газа с энергией рассеянных волн недостаточно данных выборки. Несмотря на то, что отношение давлений хорошо коррелирует с энергией рассеянных волн, необходимо уточнить физическую природу этой зависимости.

Наблюдаются значимые корреляционные связи энергии рассеянных волн с дебитом нефти, проницаемостью и коэффициентами пористости. Связи с коэффициентами пористости практически одинаковые в связи с тем, что коэффициент вторичной пористости получен, как разность единицы с коэффициентом общей пористости. Коэффициент вторичной пористости рассматриваться в работе не будет.

Получены уравнения линейной зависимости для дебита нефти, общей пористости и проницаемости от энергии рассеянных волн.

Для апертуры 1100-1300 м:	D = 132,13 FRass – 182,42	R ² = 0,78
К _п = 0,64 FRass + 0,98	R ² = 0,81	К _{пр} = 393,22 FRass – 591,42
Для апертуры 800-1000 м:	D = 113,08 FRass – 209,26	R ² = 0,66
К _п = 0,45 FRass + 1,02	R ² = 0,82	К _{пр} = 419,86 FRass – 840,55
Для апертуры 800-1300 м:	D = 202,3 FRass – 205,22	R ² = 0,75
К _п = 1,04 FRass + 0,79	R ² = 0,79	К _{пр} = 613,98 FRass – 680,28

Где D – дебит нефти; FRass – значение энергии рассеянных волн; К_п – коэффициент общей пористости; К_{пр} – коэффициент проницаемости; R² – коэффициент достоверности аппроксимации.

Также были получены уравнения множественной линейной регрессии для куба энергии рассеянных волн с различными апертурами.

Для апертуры 1100-1300 м: D = 186,6 FRass - 85,1 К _п - 101,1	R̂=0,93
D = 10,8 FRass + 0,19 К _{пр} - 11,6	R̂=0,96
D = 27,4 FRass - 0,4 К _п + 0,1 К _{пр} - 29	R̂=0,94
Для апертуры 800-1000 м: D = 154 FRass - 99,4 К _п - 90,7	R̂=0,903
D = 4,8 FRass + 0,17 К _{пр} + 5,6	R̂=0,934
D = 11,8 FRass + 20,1 К _п + 0,1 К _{пр} - 53,8	R̂=0,919
Для апертуры 800-1300 м: D = 257,6 FRass - 60 К _п - 148,6	R̂=0,887
D = 19,7 FRass + 0,19 К _{пр} - 17,7	R̂=0,956
D = 50,3 FRass - 3,2 К _п + 0,1 К _{пр} - 38,5	R̂=0,943

Где R̂ – коэффициент множественной линейной корреляции.

На рисунках 1-3 представлены лучшие прогнозные карты для пористости, проницаемости и дебита нефти. Перспективные зоны улучшенных коллекторских свойств выделены черным пунктиром.

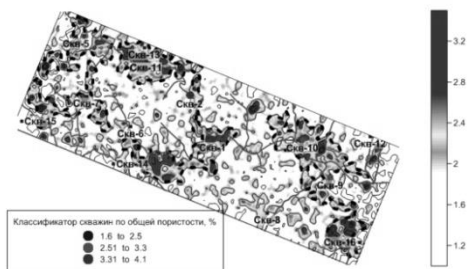


Рис. 1 Прогнозная карта пористости (%):
К_п = 1,04 FRass + 0,79

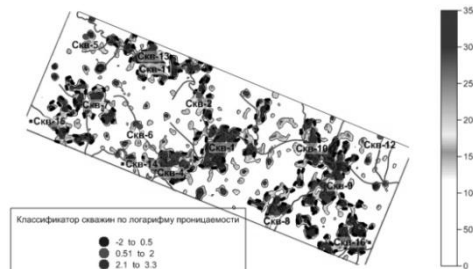


Рис. 2 Прогнозная карта проницаемости (мД):
К_{пр} = 419,86 FRass – 840,55

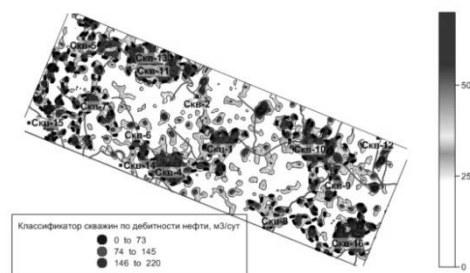


Рис. 3 Прогнозная карта дебита нефти (м³/сут): $D = 50,3 FR_{\text{Rass}} - 3,2 K_{\text{п}} + 0,1 K_{\text{пр}} - 38,5$

Были проанализированы статистические связи энергии рассеянных волн с фильтрационно-емкостными свойствами коллектора. Предложены уравнения для расчета дебита нефти, пористости и проницаемости через значения энергии рассеянных волн. Получены и проанализированы прогнозные карты дебита нефти, пористости и проницаемости.

В дальнейшем планируется опробовать предложенную методику построения прогнозных на других лицензионных участках Восточной Сибири; проверить методику при наличии других сейсмических атрибутов; а также сравнить полученные прогнозные карты с картами геологов.

Литература

1. Поздняков, В.А. Модельные исследования алгоритма миграции исходных сейсмозаписей при непродольных наблюдениях / В.А. Поздняков, С.И. Шленкин // Геология месторождений горючих полезных ископаемых, их поиски и разведки – Пермь, 1986. – С. 42-53.
2. Поздняков, В.А. Объектно-ориентированная технология создания сейсмогеологических моделей в отраженных и рассеянных волнах / В.А. Поздняков, С.С. Худяков // Журнал Сибирского федерального университета. – 2011. – Т.4. – № 4. – С. 419-428.
3. Поздняков, В.А. Выделение зон повышенной трещиноватости в карбонатных отложениях Восточной Сибири / В.А. Поздняков, В.В. Шиликов, А.С. Мерзликина // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 86-88.
4. Поздняков, В.А. Интенсивность рассеянных волн – новый сейсмический атрибут для прогноза фильтрационно-емкостных свойств нефтенасыщенного коллектора / В.А. Поздняков // Докл. РАН. – 2005. – Т. 404. – С. 34-40.
5. Тарасов, Ю. А. Трансформация волнового поля по алгоритму ФПВ / Ю. А. Тарасов, С.И. Шленкин, И.Н. Бусыгин [и др.] // ВИНТИ. –1985. – № 3053. – 44 с.