

Обращая внимание на соответствие критериям по уже рассмотренным скважинам 5 и 6, отмечается, что скважина 5 не полностью соответствует критерию «Морфология кровли ДЮК». Вероятно, именно поэтому скважина оказалась «сухой».

Для преодоления вызова №3 – неопределенность по вертикали – предлагается включить в расширенный комплекс ГИС такие методы как электрические микроимиджеры, при этом для подтверждения их работоспособности необходимо проводить запись профиля приемистости либо профиля притока.

Таким образом, имея очень сложное геологическое строение фундамента, с соответствующими проблемами вовлечения запасов ДЮК в разработку – планирование целей для бурения (неопределенность по латерали) и расчленение разреза для принятия решения по спуску Э/К и ИП (неопределенность по вертикали) – подобраны и успешно внедрены ключи, для разрешения данных проблем:

- Детальный анализ данных 3Д сейсморазведочных работ,
- Диверсификация рисков между объектами разработки,
- Применение электрических микроимиджеров в совокупности с записью профиля приемистости либо профиля притока.

Литература

1. Жеро О.Г. Тектоника доюрского фундамента Западно-Сибирской плиты в связи с нефтегазоносностью палеозоя и триас-юрских отложений: диссертация на соискание уч. степ. доктора геол.-минерал. наук, г. Новосибирск, 1984. – 494 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Новак М.В., Шакиров Е.М.

Научный руководитель - инженер-исследователь А.А. Волкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы нефтегазовая отрасль сталкивается с ситуацией, когда запасы углеводородов в песчаных коллекторах стремительно снижаются. На фоне этого все большее значение приобретают коллекторы карбонатные, которые характеризуются преобладанием пустотного пространства трещинного типа. При этом перспективы выявления трещиноватых зон во многом связаны с сейсмическими исследованиями, которые позволяют получить трехмерное изображение изучаемого объекта. Особо стоит выделить использование сейсмических атрибутов, которые можно применять на любых сейсмических изображениях, причем не тратя на это дополнительные ресурсы, так как атрибуты представляют собой результаты математических операций, производимых над данными сейсморазведки [3].

В работе рассматривается территория двух месторождений, находящихся в палеозойских (доюрских) отложениях Нюрольской впадины (Томская область), то есть в фундаменте Западно-Сибирской платформы. Отложения характеризуются пространственной неоднородностью, различным составом горных пород. Особо значимыми коллекторскими свойствами при этом могут обладать карбонатные породы, которые в данном случае представлены в основном доломитизированными известняками [1].

Исходными данными являлись сейсмический куб, а также материалы ГИС (каротаж) шести пробуренных на территории скважин. Каротажные данные были заранее проинтерпретированы, использовались готовые результаты.

Методика применения сейсмических атрибутов для анализа трещиноватости состояла в выборе используемых атрибутов, их расчете в программном комплексе Petrel, сравнении полученных данных с данными каротажа и анализе результатов.

На основании источников [1, 2, 3, 4, 5] были выбраны следующие объемные атрибуты: контраст амплитуд (Amplitude Contrast), затухание по времени (T^* Attenuation), хаос (Chaos), максимальная объемная кривизна (3D Maximum Curvature), минимальная объемная кривизна (3D Minimum Curvature), максимально положительная объемная кривизна (3D Most Positive Curvature), максимально отрицательная объемная кривизна (3D Most Negative Curvature), мгновенная частота (Instantaneous Frequency), мгновенный фактор качества (Instantaneous Quality) и дисперсия (Variance), а также запатентованный компанией Schlumberger Ant-Tracking, который накладывался на другие атрибуты.

Для получения изображения в плане были использованы поверхностные атрибуты извлечения значения (Extract Value) и среднеквадратической амплитуды (RMS Amplitude), накладываемые на объемные атрибуты по поверхности кровли палеозойских отложений.

В результате расчета объемных атрибутов получаем кубы атрибутов. При расчете поверхностных атрибутов получаем поверхности атрибутов. Значение атрибута в каждой точке выражается различным цветом. Заметим, что расчет сейсмических атрибутов (особенно объемных) требует довольно высоких вычислительных мощностей, занимает достаточно долгое время (от минут до нескольких часов).

На рисунке представлен получившийся куб одного из атрибутов, а именно максимальной объемной кривизны, на который был наложен атрибут Ant-Tracking. Значения выведены с помощью поверхностного атрибута среднеквадратической амплитуды (см. рис.). Также на рисунке обозначен масштаб и стрелка ориентации модели в пространстве. Присутствует легенда, на которой фиолетовым цветом обозначены минимальные значения атрибута (и плотности трещин) и красным цветом обозначены максимальные значения атрибута (и плотности трещин). Заметно выделяются области повышенной плотности трещин.

После расчета атрибутов в программном комплексе Petrel полученные данные были сравнены с данными FMI (азимутальный электрический микроимиджер) каротажей. Наиболее релевантными признаками являлись плотность трещин и их количество.

Важно заметить, что количество скважин и, соответственно, данных достаточно мало. Для получения более достоверных результатов необходимо провести подобные работы, но на площадях с большим количеством скважин.

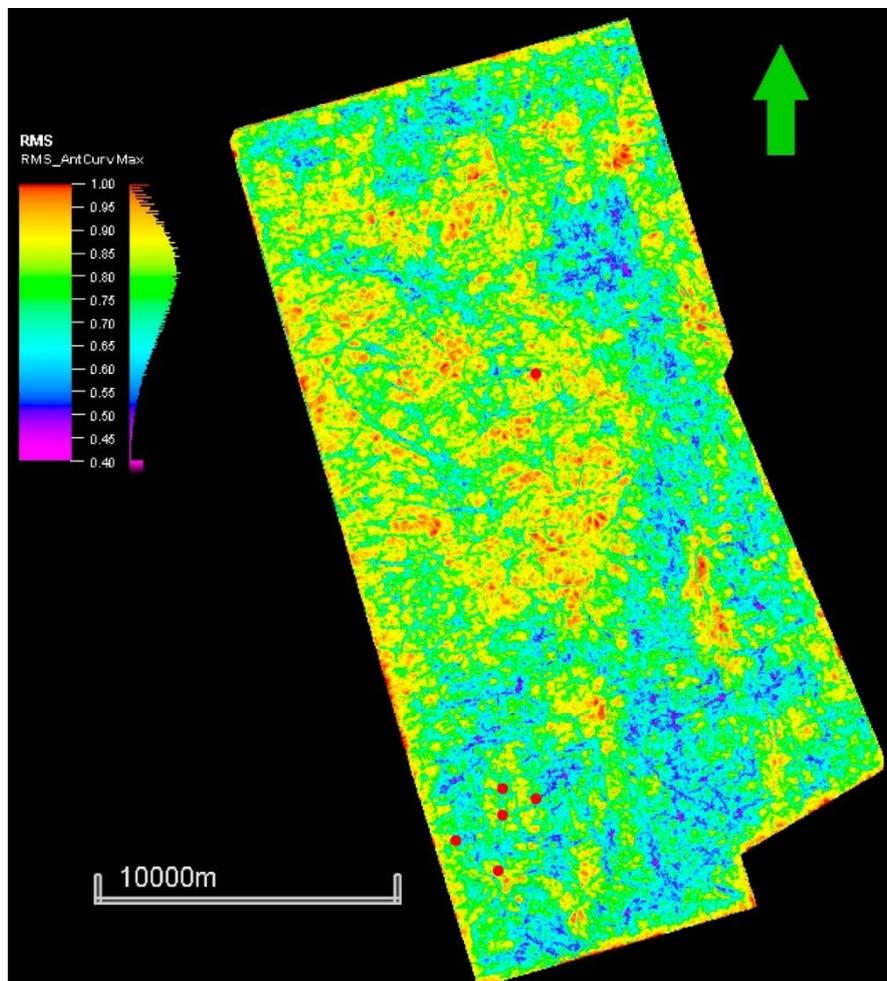


Рис. Куб атрибута Ant-Tracking, наложенный на куб атрибута максимальной объемной кривизны с использованием атрибута среднеквадратической амплитуды. Красными точками обозначены скважины

Таким образом, наибольшую сходимость результатов показало семейство атрибутов объемной кривизны, а также атрибут дисперсии. Еще лучше данные атрибуты работали, если на них накладывался атрибут Ant-Tracking, что позволяло видеть более наглядные результаты. Оба поверхностных атрибута показали хорошие результаты, но атрибут среднеквадратической амплитуды оказался более наглядным. Можно также сказать, что данный подход может быть применен и на других территориях.

Литература

1. Волкова А.А., Меркулов В.П. Применение сейсмических методов для оценки перспектив нефтегазоносности отложений палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 3. – С. 156 – 162.
2. Руководство по интерпретации сейсмических атрибутов / Р. Дабер, Е. Дитча, Л.Э. Густафссон и др. – Ставангер, Норвегия: Schlumberger, 2007. – 119 с.
3. Мендрий Я.В. Атрибутный анализ сейсмических данных при картировании зон трещиноватости // Сейсмо-2013. – Киев, 2013. – С. 42 – 51.
4. Орехов А.Н., Марсьяль А.М. Информативность геометрических атрибутов для прогнозирования трещиноватости коллекторов на примере месторождения углеводородов Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 9. – С. 230 – 238.
5. Fracture characterization in basement reservoirs through seismic attributes / R. Alai, A.A. Aqrawi, A.B. Mohamed, M.T. Taha // Reservoir Geoscience and Engineering, 2014. – V. 32. – P. 83 – 92.