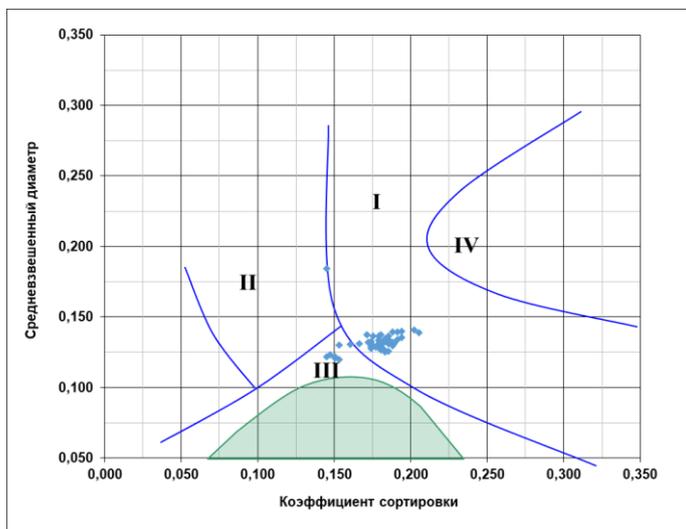


Вероятно, транспортировка аккумулярованного материала осуществлялась как под действием наката волн, перемещающих терригенные осадки из береговой зоны, так и посредством вдольбереговых течений. Этот вывод сделан на основании сочетания волнистой и косой параллельной слоистости, проявленной в керне, отражающих волновой и потоковый режим водной среды, транспортирующей обломочный материал.

Это предположение находит подтверждение на генетической диаграмме Л.Б. Рухина (рис. 4), где фигуративные точки попадают в поле песков, накопившихся как при поступательном (поле I), так и при колебательном (поле III) характере движения воды. С генетической точки зрения, исходя из распределения точек на диаграмме, накопление песков пласта ТП₂₂ осуществлялось в условиях морских течений и на дне моря при колебательных движениях воды.



Поля:
I – песков, отложенных при поступательном движении воды (пески рек и течений);
II – песков, отложенных при сильных колебательных движениях воды (пески пляжей морских, озерных и речных);
III – песков, накопившихся на дне морей и других бассейнов при слабых колебательных движениях воды;
IV – песков эоловых

Рис. 4 Распределение фигуративных точек пласта ТП₂₂ на генетической диаграмме Л.Б. Рухина [3]

Таким образом, на основании текстурно-структурных особенностей пород и данных гранулометрического анализа установлен прибрежно-морской генезис осадков пласта ТП₂₂ месторождения N.

Литература

1. Недоливко Н.М. Исследование керна нефтегазовых скважин: практикум. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 137 с.
2. Рожков Г.Ф. Коэффициенты асимметрии и вариации гранулометрического состава осадков – индикаторы микрофациальных условий седиментации // Литология и полезные ископаемые, 1976. – № 6. – С. 137 – 150.
3. Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. – Л.: Недра, 1969. – 740 с.

ЗА ГРАНЬЮ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА. ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ВОВЛЕЧЕНИЮ ЗАПАСОВ ФУНДАМЕНТА В РАЗРАБОТКУ

Набокин И.Р.

Научный руководитель - профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На данный момент отмечается тенденция истощения ресурсной базы нефтяных компаний мира, более острой становится задача ее восполнения. Геологоразведочные работы, направленные на решение данной проблемы, требуют колоссальных инвестиций, временной лаг между подтверждением продуктивности найденного объекта и началом его разработки может достигать нескольких лет, кроме того, необходимо формирование программы по доизучению, развитие инфраструктуры для сбора и транспортировки добытой нефти. При этом вовлечение уже найденных, но еще полномасштабно не разрабатываемых резервуаров, на месторождениях, находящихся на стадии промышленной эксплуатации, является более экономически привлекательной стратегией, нежели поиск и разведка новых: возможно использовать существующую инфраструктуру, доизучение объектов возможно производить при так называемой доразведке при эксплуатационном бурении (далее ЭБ).

Перспективность запасов фундамента заключается в высокой продуктивности разреза относительно стандартных объектов. На текущий момент вся добыча нефти одного из месторождений Западной Сибири из фундамента происходит из нескольких наклонно-направленных скважин. И все же что останавливает геологов от полномасштабного разбуривания фундамента?

Отсутствие полномасштабной разработки на текущий момент можно объяснить достаточно сложным геологическим строением:

- породы фундамента имеют гетерогенный вещественный состав, многообразие которых включает:

- магматические породы кислого состава, продукты их метаморфизма;
- метаосадочные породы;
- микросланцы и их тектонические брекчии;
- метасоматические породы хлорит-серцит-карбонатного состава;
- резервуар имеет нетрадиционную архитектуру: фильтрация флюида происходит по высокопроводящим трещинам, при этом матрица горной породы не проницаема;
- породы фундамента имеют возраст от среднего палеозоя до триаса [1] и объединены в доюрский комплекс (далее ДЮК).

Представленная выше характеристика ДЮК приводит к следующим проблемам эксплуатационного бурения: если за историю эксплуатационного бурения на стандартные объекты одного из месторождений Западной Сибири было сформировано дерево решений проекта бурения (рис. 1), позволяющих эффективно вовлекать запасы в разработку, то для фундамента существовало только дерево неопределенностей (рис. 2).

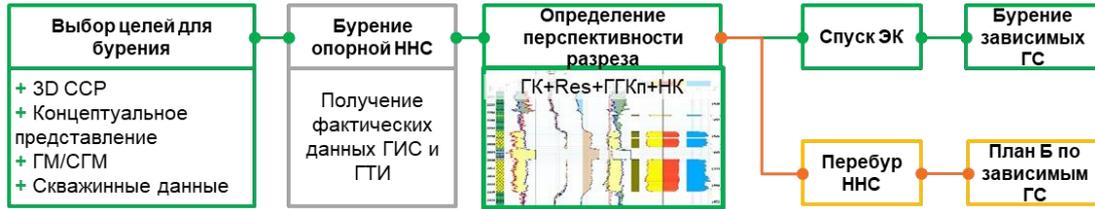


Рис. 1 Дерево решений проекта бурения на объекты ВК1.3 и ЮК2.9



Рис. 2 Дерево неопределенностей проекта бурения на фундамент

Таким образом, перед геологами предстали 3 вызова эффективного бурения на фундамент:

- разработка плана Б по скважинам, пробуренным на фундамент;
- неопределенность по латерали;
- неопределенность по вертикали.

Начать путешествие за грань осадочного чехла было решено с формирования запасного плана, реализуемого при неподтверждении перспектив по фундаменту. Диверсификация рисков бурения на ДЮК производится за счет вышележащего объекта: при планировании профилей ННС на ДЮК транзитная точка на вышележащем объекте предусматривается таким образом, чтобы существовала возможность перевести скважину (в добычу/нагнетание) на вышележащий объект с сохранением системы разработки с сопоставимыми плановыми запускными показателями.

Вызов неопределенности по латерали принят путем формирования критериев перспективности целей для бурения с помощью детального анализа сейсмогеологических данных. Этапы работ с критериями, а также ретроспективный анализ уже пробуренных скважин приведены на рис. 3.

№ скв.	Покрышка	Нефтематеринские породы	Пути миграции нефти	Коллектор				Ловушка	
				Сокращённая мощность юрского комплекса	Разуплотнение по данным гравиразведки, магниторазведки и сейсморазведки	Атрибутный анализ данных сейсморазведки	Волновая картина на сейсмических разрезах	Прогноз состава пород ДЮК	Морфология кровли ДЮК
	Запускной Qн, т/сут	Максимальный Qн, т/сут	- -	- -	- -	- -	- -	- -	+1
1	0	0.3							
2	0	1.4							
3	11.4	21.5							
4	11.4	13.1							
5	0	3.6							-
6	27.8	74							+

Рис. 3 Критерии определения перспективности целей

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.