УДК 550.834.017

© В.Ю. Овечкина, Т.В. Ольнева, 2012

Сейсмогеологический прогноз распространения коллектора для решения задач мониторинга эксплуатационного бурения

В.Ю. Овечкина
(ООО «Газпромнефть НТЦ»),
Т.В. Ольнева, к.г-м.н. (компания Paradigm)

Адрес для связи: Ovechkina.VU@gazpromneft-ntc.ru

Ключевые слова: мониторинг, прогноз, коллектор, сейсмофациальный анализ, эффективность

Geo-seismic reservoir prediction while drilling exploration wells

V.Yu. Ovechkina (Gazpromneft NTC LLC, RF, Saint-Petersburg),
T.V. Olneva (Paradigm, RF, Moscow)

E-mail: Ovechkina.VU@gazpromneft-ntc.ru

Key words: monitoring, reservoir prediction, reservoir, seismic facies analysis, efficiency.

In this article, the authors are looking at the detailed analysis of reservoir prediction and reservoir thickness estimation using seismic data tied to pilot wells. This analysis has been performed during case studies of two reservoirs of the southern part of Priobskoye oil field. The workflow runs from general subsurface exploration all the way to detailed characterization. Two main approaches used in this study are: seismic facies analysis and 2D dynamic (petro-acoustic) modeling. This technology is commercialized in Paradigm's Stratimagic & Nexmodel software modules.

Успешный прогноз пространственного распространения коллектора на основе комплексной интерпретации сейсмических и скважинных данных существенно влияет на эффективность разведочного бурения, повышая ее от 30-40 (мировая статистика) до 70-80 % и выше. На этапе эксплуатационного разбуривания месторождения опережающий сейсмогеологический прогноз является одной из приоритетных задач и подтверждает на практике экономическую эффективность проведения подобных исследований. В настоящее время ООО «Газпромнефть-Хантос» активно осваивает южную часть Приобского месторождения. Общее представление об его геологическом строении сформировано и в основном подтверждается результатами бурения и разработки [1-4]. С целью оперативной корректировки планов эксплуатационного бурения в ООО «Газпромнефть НТЦ» проводится мониторинг существующей сейсмогеологической модели, на основании которой выдается опережающий сейсмогеологический прогноз.

Базовая сейсмогеологическая модель включает скважинные данные, структурные поверхности, амплитудный сейсмический куб и куб акустических импедансов. Существенный вклад в решение геологических задач вносит интерактивная динамическая интерпретация сейсмических данных: расчет и анализ объемных атрибутов; поинтервальный атрибутный анализ; сейсмофациальный анализ; инверсионные преобразования. В процессе поиска устойчивых взаимосвязей между характеристиками волнового поля и данными геофизических исследований скважин (ГИС) модель дополняется многочисленными сейсмическими атрибутами и результатами различных классификаций.

Накопленный опыт позволяет сделать некоторые выводы относительно эффективного использования сейсмических данных. Например, для распознавания конусов выноса и подводно-оползневых объектов успешно применяются карты классификаций в оптимально подобранных интервалах и пропорциональные срезы, выполненные по кубу акустических импедансов [3]. Общее представление о геологической ситуации позволяет интерпретаторам ставить перед собой более сложные задачи, связанные с прогнозом распространения коллекторов и оценки их толщины в скважинах опережающего бурения.

Описание подхода

Методологически работу можно определить как углубленную динамическую интерпретацию сейсмических данных от общего к частному путем использования алгоритмов классификации и двумерного динамического моделирования. Процесс включает три этапа.

На первом этапе выполняется сейсмофациальный анализ целевого интервала всего изучаемого массива данных с целью формирования или подтверждения концептуальной геологической модели, выявления наиболее перспективных объектов для оптимального размещения эксплуатационно-разведочного бурения.

Второй этап заключается в постановке локальной геологической задачи и анализе возможностей ее решения. Примерами такой задачи могут быть прогноз распространения коллектора и предполагаемая оценка его толщины в каждой последующей планируемой скважине. В качестве основного метода ее решения предлагается использовать двумерное динамическое моделирование. Данную геологическую задачу можно проиллюстрировать известной формулировкой «из пункта А в пункт Б». На основании данных по пробуренной скважине моделируется целевой интервал. Опорная модель сопоставляется с сейсмическими трассами, извлеченными вблизи точки предполагаемого заложения новой скважины, и трансформируется путем подбора толщин, скоростных, плотностных характеристик и характеристик флюидонасыщенности до приемлемого коэффициента корреляции. На основании опорной и полученной моделей создается ряд промежуточных двумерных фациальных моделей. На этом этапе процесс редактирования синтетических данных и

подбор импульса позволяет проанализировать разрешающую способность сейсмических данных, что является очень важным для понимания неопределенности прогноза и оценки рисков.

На третьем этапе выполняется классификация массива сейсмических данных на основе полученных модельных трасс. Интерпретация результатов проводится локально, в пределах области интересов разбуривания.

Представленный технологический подход может быть реализован с использованием программных продуктов Stratimagic и NexModel компании Paradigm.

Примеры решения локальных геологических задач

В первом случае возникла необходимость спрогнозировать поведение коллекторов в скважине опережающего бурения, расположенной на расстоянии 7200 м от опорной скважины в направлении общего накопления материала ЮВ-СЗ. Коллекторы в опорной скважине приурочены к пластам AC_{10}^{4}, AC_{12}^{3-5}, представлены буровато-серым алевролитом с эффективной нефтенасыщенной толщиной соответственно 5,8 и 15,6 м. Согласно анализу волнового поля планируемая скважина приурочена к фондоформным участкам рассматриваемых пластов. Общие толщины пластов в этом направлении уменьшаются, стирается влияние конкретного пласта на волновую картину, что обусловливает неоднозначность интерпретации сейсмических атрибутов в краевых зонах развития пластов-коллекторов. Карты сейсмических фаций в данном случае оказывают существенную информационную поддержку для проверяемой геологической гипотезы.

Данные сейсмофациального анализа, выполненного по форме трассы в целевых интервалах пластов, позволили сделать следующие выводы.

1. Пласт AC_{10}^{1-3}. Опорная скважина находится в стороне от питающего канала небольшого конуса выноса и не вскрывает коллектор. Проектная скважина, предположительно, вскроет коллектор небольшой толщины, так как попадает в дистальную часть конуса.

2. Пласт AC_{10}^{4}. Опорная скважина вскрыла коллектор эффективнной толщиной 5,8 м. Скважина расположена в конусе выноса. Проектная скважина, вероятно, вскроет коллектор небольшой толщины, поскольку попадает в зону проградирующих потоков.

3. Пласт AC_{12}^{3-5}. Опорная скважина вскрыла коллектор эффективной толщиной 15,6 м. Скважина расположена в конусе выноса. Проектная скважина, видимо, вскроет коллектор небольшой толщины, так как попадает в краевую зону конуса.

На основе данных об опорной скважине, пробуренной в целевом интервале, который включает три пласта, была сформирована акустическая модель, свертка которой с тщательно подобранным импульсом позволила создать базовую синтетическую модель. Качество синтетического моделирования контролировалось расчетом коэффициента корреляции. Между модельной трассой и трассой, извлеченной из сейсмического куба в точке известной скважины, коэффициент корреляции R=0,71. Синтетическое моделирование в точке проектной скважины осуществлялось путем подбора скоростей и толщин пластов в базовой акустической модели. В результате коэффициент корреляции между моделью и сейсмической трассой, извлеченной из амплитудного куба в точке проектной скважины (рис. 1), составил 0,738.

Результаты моделирования показали, что ни один из имеющихся в опорной скважине пластов-коллекторов (AC_{10}^{4}, AC_{12}^{3-5}) в искомом направлении не выклинивается полностью, а суммарная толщина группы целевых пластов уменьшается, в основном за счет утончения глинистых прослоев.

Во втором случае геологическая задача заключалась в прогнозе распространения коллектора между скважиной, вскрывшей коллектор, и скважиной с отсутствием коллектора. Вскрытый коллектор приурочен к пласту AC_{12}^{3-5}, представлен мелкозернистым алевролитом, эффективная нефтенасыщенная толщина составляет 17,2 м. В точках скважин выполнено моделирование и спрогнозированы возможные модельные трассы в межскважинном пространстве. На основе модельных трасс рассчитана карта сейсмофаций в пределах анализируемого участка более высокой степени детализации (рис. 2, 3).

В результате анализа карты сейсмофаций, полученной на основе модельных трасс, предложена геологическая гипотеза о существовании локально, в пределах участка, двух разных геологических событий, которые могут влиять на толщину вскрываемых коллекторов. Первое событие соответствует начальной стадии формирования конуса выноса, второе – более поздним стадиям его формирования.

Решение «тонких задач» в интерпретации сейсмических данных применительно к мониторингу эксплуатационного бурения становится повседневной производственной задачей. Одним из факторов успешного прогноза является оптимально подобранный для конкретных геолого-геофизических условий

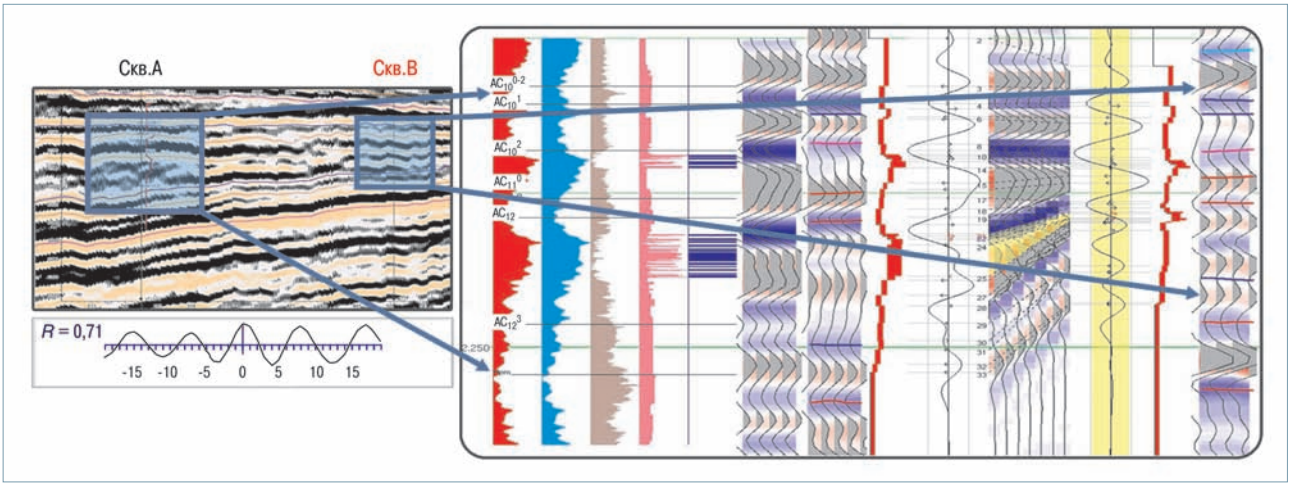

Рис. 1. Моделирование изменения свойств пластов между опорной *А* и проектной *В* скважинами

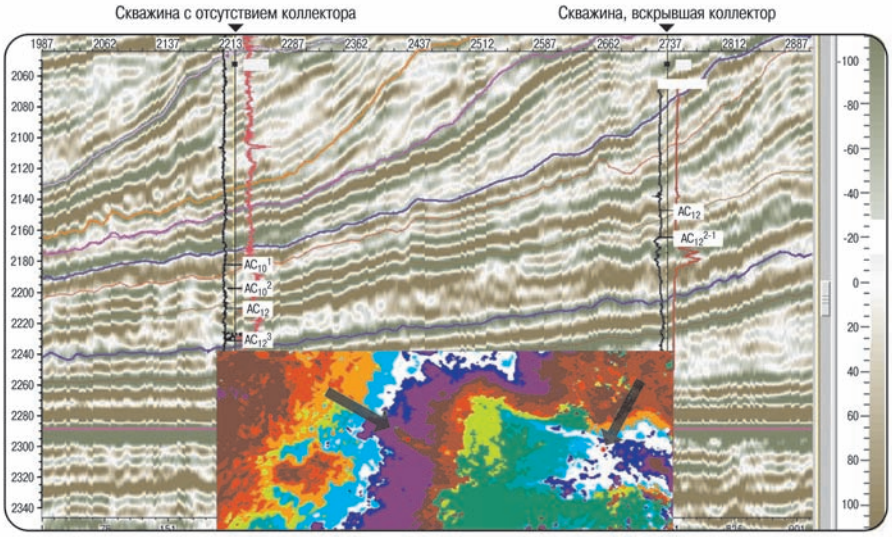

Рис. 2. Карта сейсмических фаций (11 классов) в пределах участка двух скважин

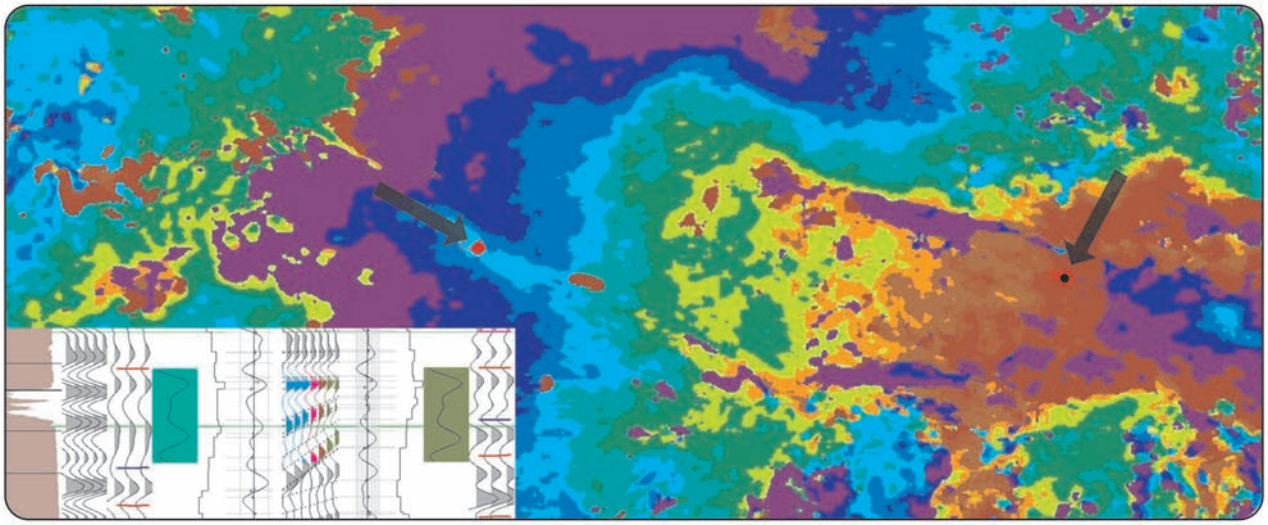

Рис. 3. Детализация карты сейсмических фаций (11 классов) на основе модельных трасс

граф обработки и интерпретации исходных данных, изначально предназначенный на получение в процессе комплексной интерпретации сейсмических и скважинных данных максимального количества геологической информации из характеристик волнового поля. Другим немаловажным фактором является своевременное внедрение в технологическую производственную цепочку современных технологий для углубленной интерпретации сейсмических данных. Совокупность факторов позволит более эффективно использовать сейсмогеологическую модель для прогноза развития коллектора, в том числе его количественных характеристик.

Список литературы

1. *Монастырева Н.А., Филиппович Ю.В.* Крупные обвально-оползневые дислокации в неокомском клиноформном комплексе Западной Сибири//Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – 2003. – №11.

2. *Олейник Е.В., Плавник Г.И.* Неокомские оползневые явления на Урьевской и Поточной площадях Среднего Приобья//Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – 2007. – №17.

3. *Мониторинг* сейсмогеологической модели 3D при эксплуатационном разбуривании месторождения/ В.Ю. Овечкина, С.А. Зырянов, Ю.В. Филиппович, А.В. Барышников// Нефтяное хозяйство. – 2009. – №12. – С. 19-21.

4. *Инюшкина А.А.* Изучение геологического строения клиноформных резервуаров Западной Сибири по данным сейсморазведки и каротажа//Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. г.-м.н. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008.

References

1. Monastyreva N.A., Filippovich Yu.V., *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, 2003, no. 11.

2. Oleynik E.V., Plavnik G.I., *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, 2007, no. 17.

3. Ovechkina V.Yu., Zyryanov S.A., Filippovich Yu.V., Baryshnikov A.V., Neftyanoe khozyaystvo – Oil Industry, 2009, no. 12, pp. 19-21.

4. Inyushkina A.A., *Izuchenie geologicheskogo stroeniya klinoformnykh rezervuarov Zapadnoy Sibiri po dannym seysmorazvedki i karotazha* (The study of the geological structure of a wedge-like reservoir in Western Siberia on seismic data and logging): Thesis of candidate of geological-mineralogical sciences, 2008.