The geological modeling of lower-middle Triassic formation of Toravey field according to the seismic data

E.I. Bronskova* (OOO «LUKOIL-Engineering»), E.L. Potemkina (OOO «LUKOIL- Engineering»)

SUMMARY

The complex approach is the basis of conceptual model for lower-middle trias sediments of Toravey field (Timano-Pechora basin). The interpretation of the seismic data with detailed well-log correlation of Triassic interval results in determining of river channels system of different ages. The identified characteristics of the formation structure were implemented in 3D geological model, given a vision of complicated net pay distribution both vertical and lateral that it is essential to drilling plan design

Геологическое моделирование продуктивных пластов ниже-среднетриасовых отложений Торавейского месторождения по результатам интерпретации данных сейсморазведки

Е.И. Бронскова* (ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг"), Е.Л. Потемкина (ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг"),

Введение

Объектом исследования являются ниже-среднетриасовые терригенные отложения континентального генезиса Торавейского месторождения, расположенного на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в непосредственной близости от береговой линии Баренцева моря. В тектоническом отношении исследуемый район находится в северной части вала Сорокина.

В изучаемом интервале нефтеносность установлена в терригенных отложениях ангуранской (пласты Т₂-II, Т₂-I), харалейской (пласт Т₁₊₂) и чаркабожской свит (пласты Т₁-IV, Т₁-III, Т₁-II, Т₁-I). Этаж нефтеносности составляет порядка 650 м.

Первоначально геологическая модель продуктивных пластов ниже-среднетриасовых отложений представлялась как пластовые (2005 г.). Однако в процессе бурения новых скважин было установлено, что действующая однородная модель отложений не отражает реального распределения толщин. В некоторых скважинах вскрыты эффективные толщины до 20 м, приуроченные к русловым фациям. Результаты переинтерпретации сейсморазведочных работ 3D, проведенных в 2007 г., подтверждают сложную систему распространения песчаных тел в разрезе продуктивной толщи.

В работе предпринята попытка создания геологической модели продуктивных пластов ниже-среднетриасовых отложений на основе комплексного подхода к изучению кернового материала, детальной корреляции разрезов скважин и данных 3D сейсморазведки, применение которой является ключевым фактором качественного прогноза песчаных тел руслового генезиса в межскважинном пространстве с целью обоснования эффективного эксплуатационного разбуривания месторождения.

Литолого-фациальная модель

Согласно опубликованным материалам накопление ниже-среднетриасовых отложений в пределах северной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции повсеместно проходило в схожих условиях седиментации [1]. Отложения представлены красно-пестроцветной толщей терригенных пород континентального генезиса, формирование которых связано с аллювиальной равниной: песчаные тела руслового генезиса и алевроито-глинистые осадки поймы. Снос осадков происходил в направлении с юго-востока на северо-запад. Генезис отложений обусловил выраженную вертикальную и латеральную неоднородность продуктивных пластов.

В результате переинтерпретации материалов сейсморазведки 3D с проведением детальной корреляции разрезов скважин [2] в интервале триасовых отложений была выявлена система разновозрастных речных палеоканалов (палеорусл с увеличенной толщиной аркозовых и полимиктовых песчаников). Правильный подход к расчленению продуктивной толщи крайне важен для понимания флюидной модели залежей особенно в зонах размыва глинистых разделов между пластами руслами рек.

Основной технологией интерпретации, давшей наиболее значимый геологический результат, стала технология спектральной декомпозиции и RGB-суммирования. В процессе выявления геологических объектов руслового генезиса в интервале пластов ангуранской (пласты Т₂-II, Т₂-I), харалейской (пласты Т₁₊₂) и чаркабожской свит (пласты Т₁-IV, Т₁-III, Т₁-II, Т₁-I) анализировались седиментационные срезы (по кубам, полученным после спектральной

декомпозиции), посчитанные вдоль кровли изучаемого пласта или пропорциональные срезы (между кровлей-подшовой пласта и/или в более широком интервале, например, между ближайшими устойчивыми отражениями), а также рассматривались современные аналоги подобных объектов.

Объекты руслового генезиса на территории исследования в волновом поле проявляются ослаблением амплитуд. Это доказано не только на уровне визуального анализа, но и в результате сейсмического моделирования по скважинным данным. В связи с этим границы палеоканалов определялись в ручном режиме и калибровались с выделенными коллекторами по скважинам с использованием информации по вещественному составу пород (по данным керна, шлама) и результатам испытаний отложений. В дальнейшем палеорусла, подтвержденные скважинной информацией, выбирались в качестве эталона в волновой картине.

С помощью привлечения методики В.С. Муромцева [2], базирующейся на электрометрических моделях фаций, по каротажным данным были выделены русла и подтверждены керновыми данными.

В результате комплексной интерпретации карт цветовой суммы кубов спектральной декомпозиции, седиментационных срезов по кубу спектральной декомпозиции с доминантной, кубу акустического импеданса, данных ГИС и керна в триасовых отложениях были оконтурены разновозрастные палеорусла. В интервале пластов ангуранской (T_2-II , T_2-I) свиты установлены широкие меандрирующие пояса, эффективная толщина которых достигает 20 м (рис. 1). По результатам детальной корреляции разрезов скважин выделялись три разновозрастные системы русловых каналов.

Рисунок 1 Выделение русловых тел по результатам спектральной декомпозиции в разрезе ангуранской свиты.

В пластах харалейской свиты (T_{1+2}) выявлены русла шнуркового типа шириной до 250 м, что изначально предопределяет низкую эффективность классического принципа «коврового» разбуривания пласта. Кроме того, установленные с привлечением фациального анализа границ распространения песков разливов (фации головных и дистальных частей разрывных течений) могут быть перспективными в качестве возвратных объектов.

Трехмерная геологическая модель

Нижне-среднетриасовые отложения Торавейского месторождения характеризуются сложным геологическим строением, что повлекло за собой применение специфической методики построения трехмерной геологической модели, чтобы наиболее достоверно воспроизвести принятую концептуальную модель осадконакопления. Создание структурного каркаса,

учитывающего распространения русловых каналов в трехмерном пространстве и разломно-блоковую структуру отложений, проходило в несколько этапов с помощью инструментов интегрированного структурного моделирования.

В первую очередь была создана модель разломов, включающая 10 разрывных нарушений с различной амплитудой смещения (рис. 2).

Рисунок 2 Тектонические нарушения, выделенные по данным сейморазведки (а) и реализованные в 3Д геологической модели (б, в).

Затем построены несколько опорных моделей горизонтов, каждая последующая базировалась на предыдущей. По результатам первой модели получены структурные карты стратиграфических поверхностей пластов, по которым отсутствует перерыв в осадконакоплении и которые были не подвержены размывом более молодыми отложениями в процессе седиментации русловых потоков. Вторая модель, выполняющая вспомогательную функцию, построена по всем горизонтам с целью получения трендовых структурных карт. Окончательный структурный каркас получен с учетом модели изохор, отражающей распределение общих толщин тел разного генезиса. В результате были получены согласованные структурные стратиграфические поверхности кровли и подошвы русел и вмещающих пород, приуроченных к вышеперечисленным продуктивным пластам (рис.3).

Рисунок 3 Структурная модель нижне-среднетриасовых отложений Торавейского месторождения

На основе согласованных структурных поверхностей, объем пластов покрывался равномерной трехмерной сеткой, которая является основой для дальнейшего моделирования. С учётом генезиса пластов была выбрана следующая схема «нарезки» слоев по вертикали: для русел выбрана параллельная кровле разбивка слоев (равная толщина ячеек от кровли), для поймы - параллельная подошве.

В соответствии с тем, что моделируемый разрез представлен разными фациями (русла и пойменная часть), которые характеризуются различными коллекторскими свойствами, параметр литологии строился для каждого из них отдельно. Для учета латеральной неоднородности пластов и вертикальной изменчивости по разрезу в качестве 2D тренда были использованы карты доли коллектора, а в качестве 3D тренда – геолого-статистические разрезы. Построение параметров литологии проводилось методом sequential indicator modeling с учетом вариограммного анализа при подборе вертикального ранга (рис. 4).

Рисунок 4 Результаты моделирования параметра литологии пластов T₂-II, T₂-I, T₁₊₂.

Выводы

Комплексный подход лег в основу создания концептуальной модели ниже-среднетриасовых отложений. В результате переинтерпретации материалов сейсморазведки 3D с проведением детальной корреляции разрезов скважин в интервале триасовых отложений была выявлена система разновозрастных речных палеоканалов (палеорусла с увеличенной толщиной аркозовых и полимиктовых песчаников). Выявленные особенности строения отложений были реализованы в трехмерной геологической модели, дающей представление о сложном распределении эффективных толщин как по разрезу, так и по латерали, что крайне важно при планировании эксплуатационного разбуривания месторождения.

Библиография

1. Грязнов А.Н., Глумов И.Ф. [2014] Перспективы нефтегазоносности триасовых терригенных отложений на лицензионных участках («Кольский – 1, 2, 3») шельфа Баренцева моря. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 3, 77-85.
2. Гутман И.С. [2011] Корреляция разрезов скважин сложнопостроенных нефтегазоносных объектов на основе инновационных технологий. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
3. Муромцев В.С. [1984] Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра

References

1. Gryaznov A.N., Glumov I.F. Petroleum potential of Triassic terrigenous deposits within license blocks (Kolsky-1, 2, 3) on the Barents Sea shelf

2. Gutman I.S. Correlation of well sections of the structurally complex oil and gas facilities based on innovative technologies. – M.: RGU oil and gas name of I.M.Gubkin
3. Muromtsev V.S. Electrometric Geology of sand bodies – lithologic traps of oil and gas. – L.: Nedra