

Детальная сейсмогеологическая интерпретация – залог успеха в построении модели залежи

Н.Р.Цыганова* (ПАО «ЛУКОЙЛ»), И.Ю.Хромова (ПАО «ЛУКОЙЛ»), Г.Р.Василевская (ПАО «ЛУКОЙЛ»)

Введение

Площадь исследования находится в Шаимском НГР, приурочена к структуре III порядка. Продуктивным являются верхнеюрские отложения абалакской и нижней части нижнемулымьинской свит (J_3-K_1b), которые в составе вогулкинской толщи и трехозерной пачки объединяются в пласт П, залегающий на доюрском основании. Вогулкинская толща и трехозерная пачка сформировались при размыве в позднеюрскую трансгрессию выступов фундамента, игравших роль островов в прибрежной, мелководно морской обстановке. Коллекторами являются алевро-песчаные породы, редко - гравелиты. К выступам фундамента происходит замещение коллекторов глинистыми разностями, и полное выклинивание пласта П. Наибольшие толщины пласта наблюдаются в погруженных участках палеоструктурного плана. Покрышкой для залежей служат глины мулымьинской свиты.

По результатам предыдущей сейсмогеологической модели, использованной при подсчете запасов, выделены и прослежены тектонические нарушения в доюрском основании и нижней части осадочного чехла, которые были использованы при экранировании залежей. Такой метод геометризации залежей в условиях Западной Сибири зачастую приводит к использованию в дополнение к выделенным тектоническим нарушениям несуществующих разломов, которые не проявляются в волновом сейсмическом поле. Другими последствиями этого подхода являются отсутствие взаимоувязанной сейсмогеологической модели и отсутствие ее подтверждения последующим бурением.

Методика построения сейсмогеологической модели

Построение структурного каркаса

Анализ сейсмического материала выявил, что доюрский фундамент площади (отражающий горизонт А) подвержен значительным дислокациям, которые в осадочном чехле имеют гораздо меньшее проявление и, как правило, выражаются во флексурных перегибах вышележащих отражающих горизонтов (П – кровля продуктивного пласта, Б – кровля нижней подсвиты мулымьинской свиты, Б₁ – кровля мулымьинской свиты).

В результате привязки установлено, что наиболее контрастной в изучаемом интервале разреза является граница кровли фундамента, которой в волновом поле соответствует высокоамплитудная положительная фаза. Кровля пласта П формирует самостоятельное положительное отражение в погруженных участках фундамента. При сокращении толщины пласта П с постепенным его выклиниваем на выступах фундамента, отражения от кровли пласта и кровли фундамента интерферируют. Сложная интерференционная картина в интервале пласта П и доюрского фундамента не позволяет в волновом поле выполнить надежную фазовую корреляцию ОГ П, а также приводит к неоднозначности прослеживания ОГ А (рис. 1а). Поэтому корреляция ОГ А и П уточнялась по кубу акустического импеданса. Такой подход позволил уверенно проследить в пределах съемки 3Д и разделить по вертикали оба сейсмических горизонта, что в настоящей работе является принципиальным моментом, т.к. именно этими горизонтами ограничивается продуктивный интервал (рис. 1б).

Картирование линии литолого-стратиграфического ограничения

Определение области развития коллектора пласта П представляет собой первоочередную задачу для целей геометризации залежей. Чтобы оценить возможность оконтуривания коллекторов по сейсмическим данным, было выполнено двумерное акустическое моделирование.

Для моделирования был выбран профиль через скважины, проходящий через наиболее приподнятые (палео-водоразделы) и наиболее погруженные (палео-прогибы) участки по ОГ А.

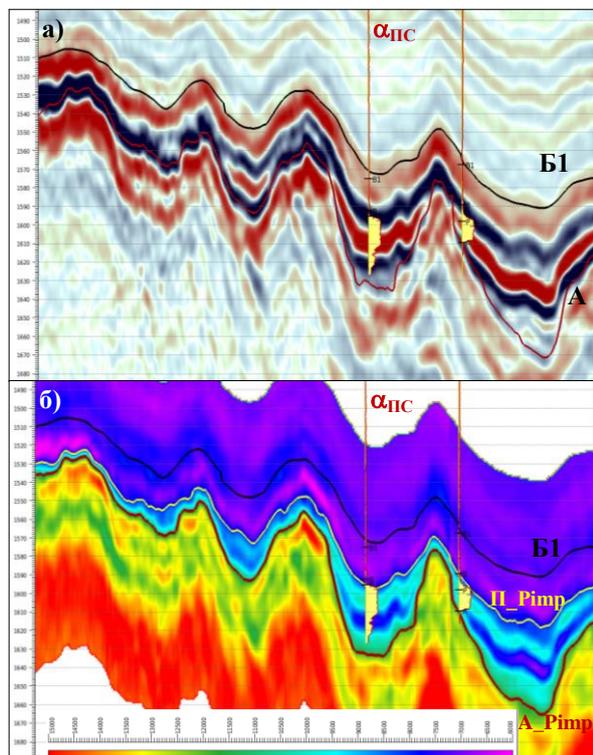


Рисунок 1. Сейсмический разрез (а) и разрез акустического импеданса (б), показывающие характер волнового поля и этапы корреляции отражающих горизонтов

Принципиальная модель строения интервала основывается на утверждениях, следующих из анализа скважинных данных (рис. 2а):

1. Продуктивный пласт П характеризуется промежуточными значениями акустического импеданса по сравнению с вмещающими породами.
2. Изменения акустического импеданса происходят скачкообразно в кровле и подошве пласта П.
3. Глинизация пласта П приводит к понижению значений акустического импеданса и их выравниванию относительно перекрывающих глин мулымбинской свиты, так что кровля пласта П становится акустически «прозрачна».

Результаты моделирования совместно с анализом поведения амплитуд реального временного разреза (рис. 2 г-ж) убедительно показывают, что в зонах выклинивания пласта П имеет место интерференция, которая при сокращении толщины выражается сначала в «провале» амплитуд, а при отсутствии пласта – резком увеличении значения амплитуды положительного экстремума, соответствующего отражающему горизонту А. Выявленный на модельном примере эффект резкого

увеличения амплитуд проявляется и на реальных данных (рис. 2 ж). Это дает возможность прогнозировать и картировать по площади области отсутствия песчаника пласта П. На основе моделирования обоснован выбор сейсмического атрибута «Максимальное значение амплитуды вдоль ОГ А» для выявления зоны глинизации/выклинивания пласта П.

Тщательный анализ волнового поля совместно со всем объемом имеющейся скважинной информации позволяет утверждать, что литолого-стратиграфическое экранирование в динамических атрибутах волнового поля особенно четко проявляется вдоль шарниров узких хребтов, что подтверждается сейсмическим моделированием. На пологих плоских склонах изменение физических свойств происходит менее контрастно и в амплитудах выражается менее четко.

Прогноз эффективных толщин по сейсмическим данным. Геометризация залежей

По скважинным данным выявлена линейная зависимость эффективных толщин от общих для пласта П с высоким коэффициентом корреляции 0.9. На основе этой зависимости построена карта эффективных толщин пласта П (рис. 3).

По результатам скважинных данных (опробование, ГИС), структурных построений, прогноза эффективных толщин авторами проведено обоснование флюидальных контактов и построение моделей залежей. В пределах площади авторами выделено четыре нефтяных и одна газовая залежь пластового типа с литолого-стратиграфическим выклиниванием. Новая сейсмогеологическая модель хорошо согласуется с региональными геологическими условиями, сейсмическим материалом и скважинной информацией.

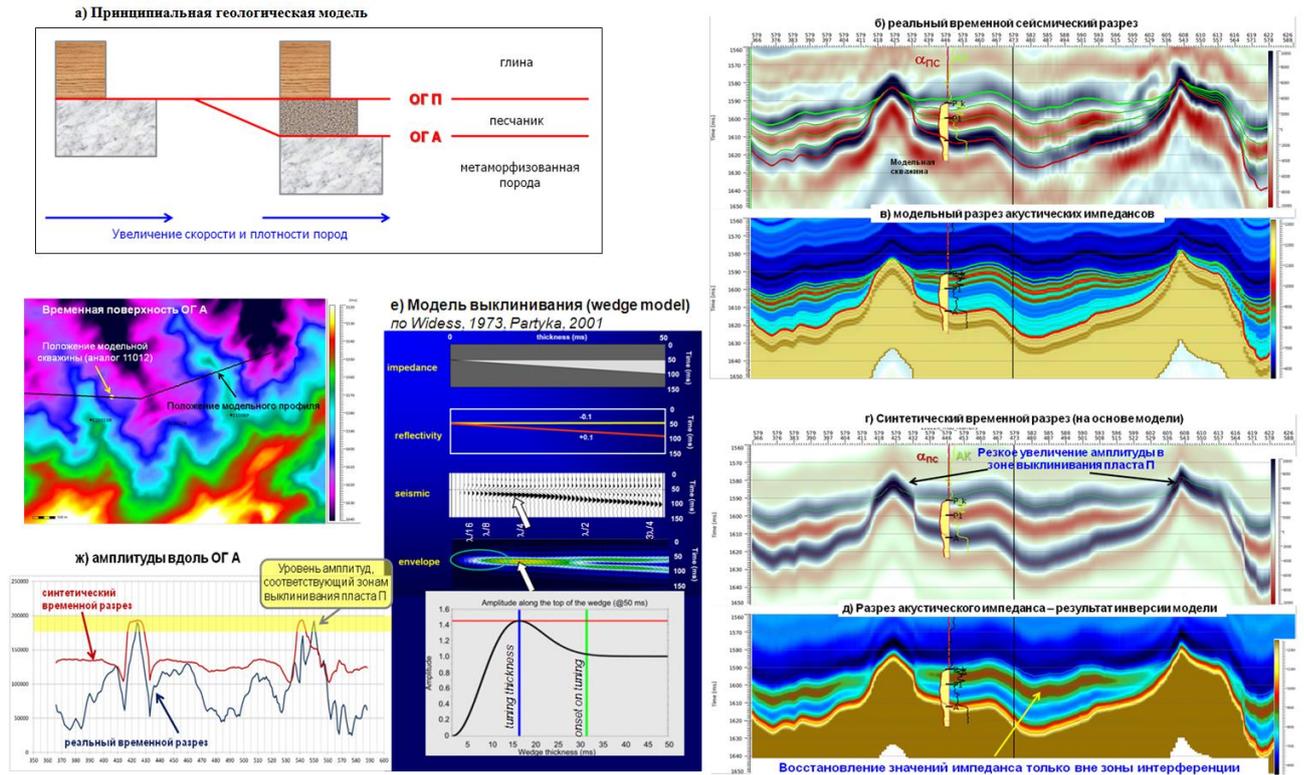


Рисунок 2. Сейсмогеологическое моделирование

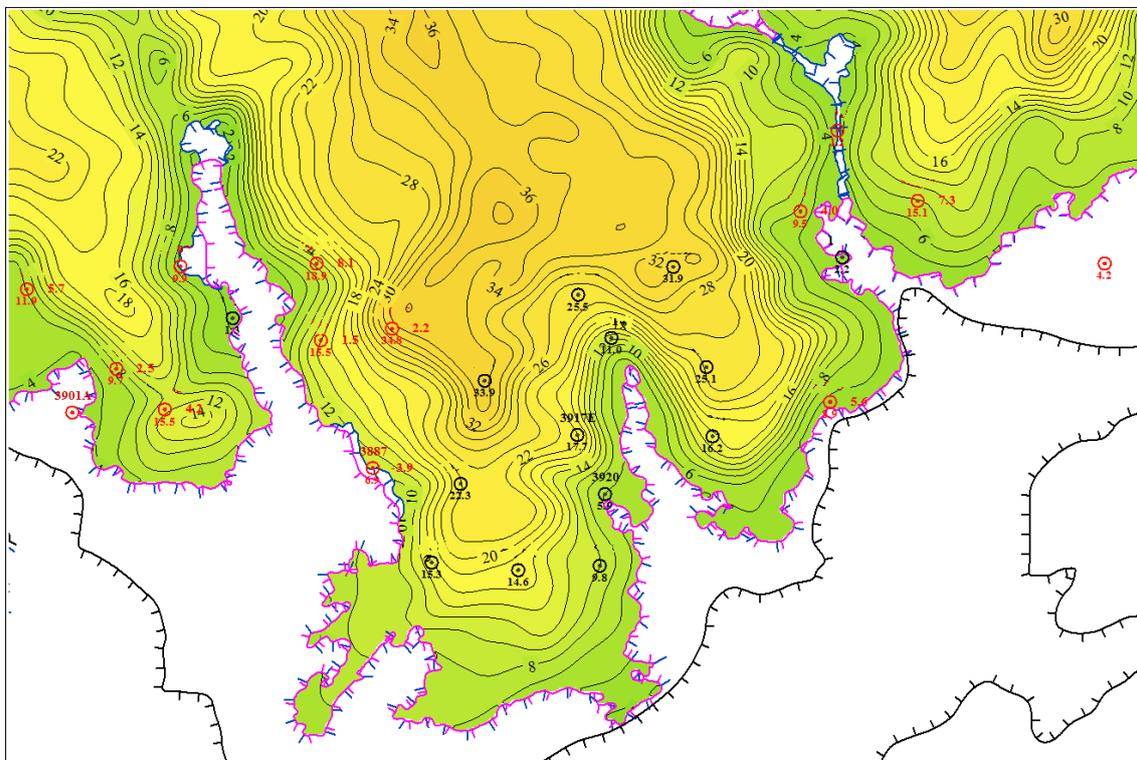


Рисунок 3. Фрагмент карты прогнозных эффективных толщин с вынесенными эксплуатационными скважинами (красный цвет), пробуренными после построения

Подтверждаемость сейсмогеологической модели последующим бурением

На площади постоянно ведется эксплуатационное бурение, и существует возможность проверки подтверждаемости модели месторождений новыми геолого-геофизическими данными. На рисунке 3 представлен фрагмент карты эффективных толщин, на которых красным цветом вынесены значения эффективных толщин новых скважин, черным - скважин, участвовавших в построении сейсмогеологической модели. Среднее значение невязок структурных построений составляет: по ОГ А – 4.8 м (стандартное отклонение – 6.1 м), по ОГ П -5.6 м (стандартное отклонение – 4.5 м). Среднее значение невязок прогноза эффективных толщин по результатам нового бурения равно 4.3 м (стандартное отклонение – 4.1 м) при диапазоне значений эффективных толщин, вскрытых скважинами, от 0 до 32 м.

По мере поступления новых данных специалистами проводится актуализация геологической модели и корректировка линии литолого-стратиграфического выклинивания.

Новая геологическая модель явилась сейсмической основой двух оперативных подсчетов запасов на площади, успешно прошла экспертизы в ГКЗ. Анализ соседних площадей Шаимского региона показывает, что использование литологического экранирования верхнеюрских залежей на выступах фундамента довольно часто находит поддержку у исполнителей.

Выводы

1. Литолого-стратиграфическое экранирование пласта П четко проявляется в динамических атрибутах волнового поля вдоль шарниров узких хребтов, что подтверждается сейсмическим моделированием. Это дало возможность закартировать по сейсмическим данным линию отсутствия коллекторов.
2. Сохранение особенностей геологического строения и учет тонких деталей в сейсмогеологической модели приводит к более точному описанию резервуара, распределению коллекторов по площади, и как следствие, к более корректному подсчету запасов.
3. Представленная сейсмогеологическая модель площади является успешной альтернативой прежней, основой которой является тектоническое экранирование залежей.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г.Тюмени за сотрудничество.

Библиография

1. Абросимова О.О., Кулагин С.И. (ПАО «Сибнефтегеофизика»). Применение сейсмической инверсии при изучении отложений юрского возраста в пределах восточного склона Краснотенского свода. Изд.: ВНИИОЭНГ, Москва, 2006.
2. Дегтева В.Н., Курышева Н.К., Утусиков И.О. (ОАО «Тюменьнефтегеофизика»). Анализ палеорельефа верхнеюрских пород Шаимского нефтегазоносного района с целью прогноза залежей углеводородов. Вестник Недропользователя ХМАО.2005. №15.
3. Нежданов А.А. Геологическая интерпретация сейсморазведочных данных: Курс лекций. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. – 133 с.