

Опыт прогноза коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты полифациального генезиса на территории Уватского проекта

О. В. Елишева*, А. В. Шахов

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

*ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Аннотация. На периферии Западно-Сибирского бассейна до 30 % коллекторов в пластах Ю₂₋₄ малышевского горизонта тюменской свиты не удается корректно спрогнозировать. Причинами этого являются низкая степень изученности территорий глубоким бурением, из-за чего прогноз коллекторов выполняется по данным МОГТ 3D, и низкая разрешающая способность сейсморазведки относительно размеров ловушек в тюменской свите. В статье на примере геолого-геофизического и сейсмического материалов площадей Уватского района юга Тюменской области приводится опыт решения проблемы прогноза коллекторов на примере одного из пластов тюменской свиты (Ю₂) сложного (прибрежно-переходного и континентально-го) генезиса. Показано, какие технологии применяются специалистами ООО «Тюменский нефтяной научный центр» для прогноза коллекторов на основе данных метода МОГТ 3D. Рассмотрен комплекс геологических и сейсмических факторов, влияющих на прогноз терригенных маломощных коллекторов по данным сейсморазведки, таких как строение пласта Ю₂ (особенности развития коллекторов по разрезу), влияние углистости, проблема разделения пород-коллекторов и пород-неколлекторов по петроупругим свойствам и т. д. Результаты анализа, приведенные в статье, активно используются при постановке геологоразведочных работ и выборе приоритетных ловушек в пластах тюменской свиты на территории Уватского проекта.

Ключевые слова: коллекторы тюменской свиты низкого качества, сейсмическая инверсия и прогноз коллекторов, влияние поверхностных условий на сейсмическое поле, атрибутный анализ

Для цитирования: Елишева, О. В. Опыт прогноза коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты полифациального генезиса на территории Уватского проекта / О. В. Елишева, А. В. Шахов. – DOI 10.31660/0445-0108-2024-4-36-49 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 4. – С. 36–49.

A case study of predicting net reservoirs within J₂ unit of the Tyumen formation of polyfacial genesis in the territory of the Uvat project

Olga V. Elisheva*, Andrey V. Shakhov

Tyumen Petroleum Research Center LLC, Tyumen, Russia

*ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Abstract. On the periphery of the West Siberian Basin, up to 30 % of J₂₋₄ reservoirs within the Malyshev horizon of the Tyumen formation cannot be predicted correctly. The reasons include the low exploration degree of the territories by deep wells, which is why the net reservoirs are predicted based on 3D seismic data, and poor seismic resolution against the size of traps in the Tyumen formation. The article presents a case study of the application of geological and geophysical, seismic materials related to the Uvat area in the south of Tyumen region. The aim is to describe the lessons learned when addressing the reservoir forecasting issue associated with one of the Tyumen formation reservoirs (J₂) of complex (coastal-transitional and continental) genesis. The article describes the technologies applied by the Tyumen Petroleum Research Center LLC to estimate net pays based on 3D seismic data. A complex of main geological and seismic factors that control the forecasts of thin terrigenous reservoirs based on seismic data is considered. These include the struc-

ture of the J_2 unit (vertical features of net reservoir evolution), the effect of carbon content, the issues of separating net-reservoir and non-reservoir rock by petroelastic properties, etc. The results of the analysis presented in this article are employed actively in the context of geological exploration and the identification of priority traps in the Tyumen formation within the territory of the Uvat project.

Keywords: poor-quality reservoirs of Tyumen formation, seismic inversion and net reservoir forecast, the effect of surface conditions on the seismic field, attribute analysis

For citation: Elisheva, O. V., & Shakhov, A. V. (2024). A case study of predicting net reservoirs within J_2 unit of the Tyumen formation of polyfacial genesis in the territory of the Uvat project. Oil and Gas Studies, (4), pp. 36-49. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-4-36-49

Введение

В ближайшие десятилетия в Западно-Сибирском бассейне (ЗСБ) перспективы открытия новых залежей углеводородов (УВ) в интервале среднеюрских отложений связывают преимущественно с западными и южными периферийными районами, где терригенные коллекторы тюменской свиты обладают низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

В Уватском районе юга Тюменской области, который территориально относится к периферийным районам ЗСБ, до 30 % коллекторов в пластах тюменской свиты не удается корректно спрогнозировать (рис. 1) [1, 2].

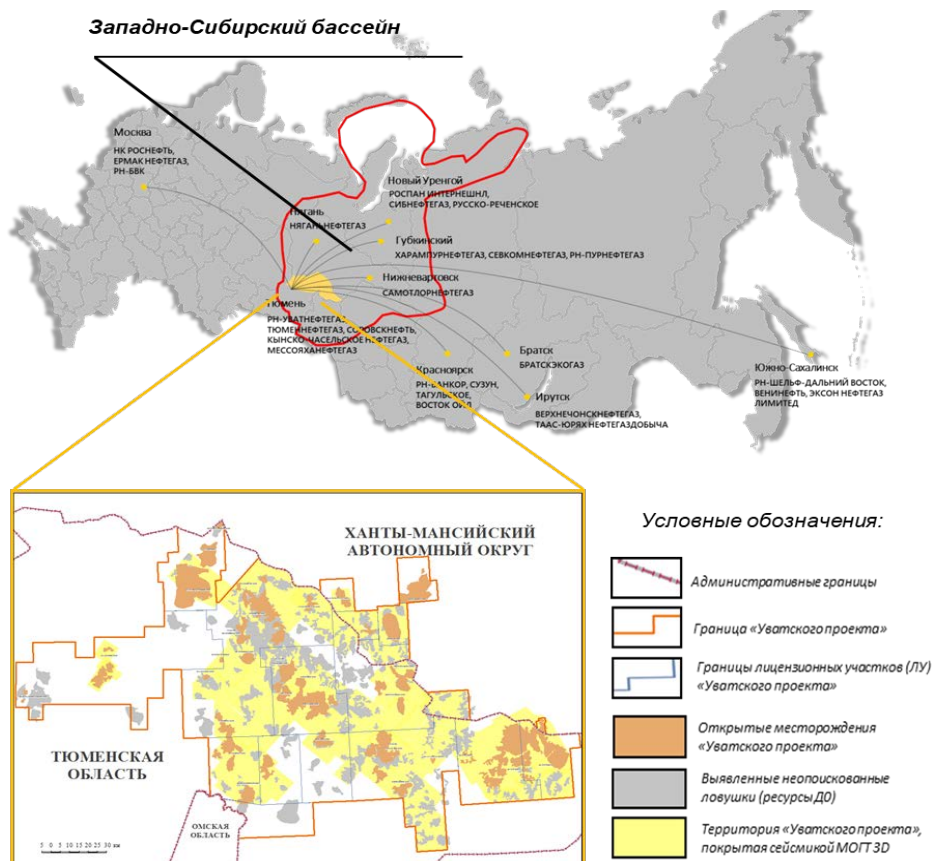


Рис. 1. Положение Уватского района юга Тюменской области в границах ЗСБ

В первую очередь, это касается пласта Ю₂, который обладает коллекторами малой мощности с низкими ФЕС и полифациальным генезисом, что проявляется в смене вверх по разрезу и по площади группы континентальных фаций на группу мористых фаций прибрежной равнины (отложения эстуариев, дельт, аванделът и мелководных заливов) [3, 4].

Несмотря на то что резервуары всех пластов тюменской свиты ЗСБ изучаются более 60 лет, прогноз коллекторов в этом интервале осадочного чехла на периферийных площадях бассейна до сих пор вызывает сложности. С одной стороны, это обусловлено низкой степенью изученности этих территорий поисково-разведочным бурением (ПРБ), из-за чего прогноз терригенных резервуаров тюменской свиты различного генезиса выполняется преимущественно по данным 3D-сейсморазведки. С другой стороны — низкой разрешающей способностью МОГТ 3D относительно размеров поисковых объектов (ловушек) в тюменской свите полифациального генезиса. Чтобы повысить уровень прогноза коллекторов в отложениях тюменской свиты на периферии ЗСБ, специалистами ООО «ТННЦ» нарабатан большой опыт выявления таких объектов.

В публикации рассмотрены ключевые геологические и сейсмические факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на результаты прогноза коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты по данным сейсморазведки на лицензионных участках (ЛУ) Уватского района Тюменской области.

Изучение геологических факторов выполнялось на основе анализа материалов по 372 скважинам поисково-разведочного бурения, включая описание керна, анализов ФЕС по керну и геофизическому исследованию скважин (ГИС), результатов седиментационного моделирования и т. д.

Изучение сейсмических факторов выполнялось на основе анализа материалов съемок МОГТ 3D в объеме 16 200 км², включая результаты кинематической, динамической интерпретации карт эффективных толщин по всем отработанным на площадях Уватского проекта, а также анализа отчетов полевых сейсмических работ и отчетов обработки сейсмического материала.

Объект изучения и методики расчета карт прогнозных эффективных толщин по материалам 3D-сейсморазведки

Объект изучения. Пласт Ю₂ тюменской свиты является одним из нефтеносных интервалов на территории Уватского района [2]. Мощность отложений по данным скважин изменяется от 10 до 35 м, составляя в среднем по территории 25–35 м. Суммарная мощность коллекторов (Нэфф.) по ГИС варьирует от 1 до 8,2 м. Иногда эффективная толщина проницаемых пропластков составляет менее 1 м, однако по результатам испытаний насыщения прослой коллектора является нефтеносным.

При построении сейсмогеологических моделей пласта Ю₂ на территории Уватского проекта он делится на две части — Ю₂¹ и Ю₂², что обусловлено полифациальной природой этой части разреза тюменской свиты.

Нижняя часть пласта состоит из отложений сугубо континентального генезиса: коллекторы представлены группой русловых фаций (Нэфф. до 10 м) и фаций внешней песчаной поймы (Нэфф. до 3–5 м). Пористость коллекторов в среднем составляет 12–17 %, проницаемость изменяется от 1 до 5 мкм² [1].

Верхняя часть пласта на большей части территории представлена группой фаций прибрежной равнины. Как правило, такие коллекторы обладают довольно низким качеством [5], их пористость не превышает 10 %, проницаемость максимально достигает 2 мкм² (рис. 2).

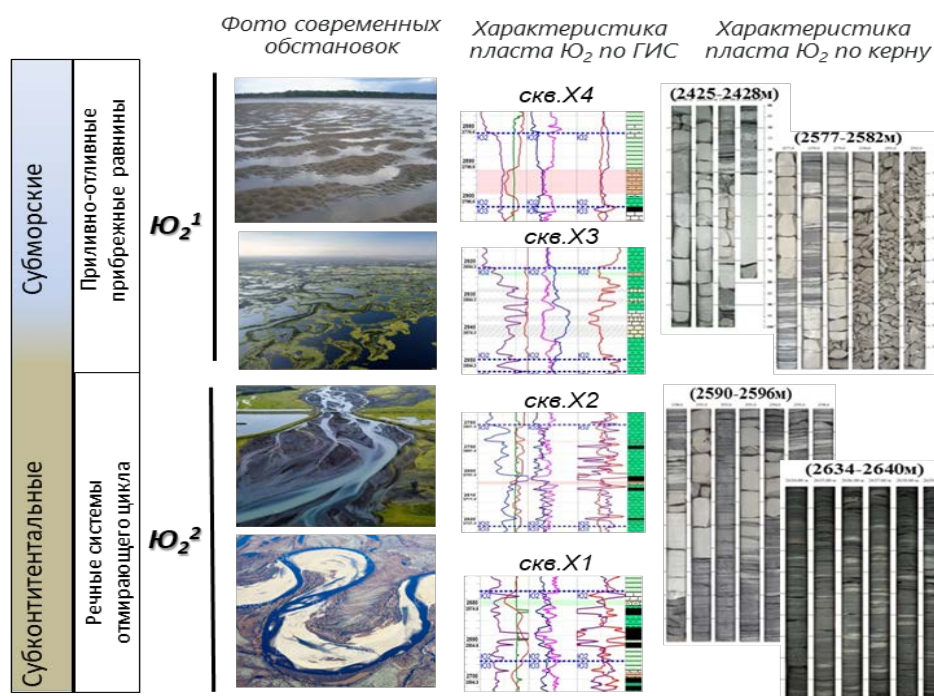


Рис. 2. Литофациальная характеристика интервала пласта Ю₂ тюменской свиты на территории Уватского района юга Тюменской области

Методики расчета карт эффективных толщин по материалам 3D-сейсморазведки. На территории Уватского района Тюменской области при прогнозе коллекторов тюменской свиты используются две основные технологии: первая опирается на результаты атрибутивного анализа [6], вторая — на результаты детерминистической синхронной сейсмической инверсии [7, 8]. В зависимости от качества используемых сейсмических материалов, среднестатистическая ошибка прогноза коллекторов по обоим методам может варьировать от 1,5 до 3,5 м. На территории Уватского района диапазон ошибки карт эффективных толщин по атрибутивному анализу составляет 2,0–3,6 м, по данным синхронной инверсии — 1,4–2,7 м.

Атрибутивный анализ относится к методам количественного прогноза коллекторов по данным 3D-сейсморазведки. В настоящее время, благодаря

современным программным комплексам, есть возможность рассчитывать большое количество атрибутов, которые позволяют получить информацию при прогнозе коллекторов в межскважинном пространстве.

В ООО «ТННЦ» расчет сейсмических атрибутов выполняется в нескольких программных пакетах. При динамическом анализе рассчитываются амплитудные, частотные и другие атрибуты сейсмической записи, которые используются для выявления связей между значениями атрибутов и суммарной толщиной коллекторов по данным ГИС [6].

Как показывает практика, результат выполнения атрибутного анализа зависит от корректного выбора временного интервала, в котором происходит расчет атрибута. Выбор окна определяется исходя из особенностей строения, а именно положения коллекторов по разрезу и общей мощности пласта. Опыт работ в Уватском районе показывает, что наилучшие связи устанавливаются с разными амплитудными атрибутами (RMS, Max), поэтому качество амплитудного спектра сейсмического поля является одним из ключевых показателей для результатов прогноза этим методом.

Результаты детерминистической синхронной инверсии тоже используются для количественного прогноза коллекторов. Считается, что прогноз коллекторов по результатам данной технологии имеет меньший диапазон погрешности (σ $\pm$ 1,5–2,1 м), в отличие от прогноза коллекторов по атрибутному анализу. Результатом синхронной инверсии являются кубы акустического (PI) и сдвигового (SI) импеданса, кубы плотности и отношения скорости пробега продольной волны к скорости поперечной волны (V_p/V_s) [7].

В Уватском районе синхронная инверсия применяется на площадях при наличии необходимого качества сейсмических материалов и ГИС, а также в тех случаях, когда не удается найти связь между PI и суммарными эффективными толщинами по ГИС. При получении удовлетворительного результата синхронной инверсии прогноз коллекторов выполняется как в 2D, так и в 3D-пространстве. Прогноз в 2D-пространстве основан на выявлении связей значений эффективных толщин со значениями упругих параметров. Прогноз в 3D-пространстве опирается на расчет вероятностного куба литотипов, который получают на основе байесовского классификатора [8].

Как правило, для прогноза коллекторов на территории Уватского района в интервале пластов тюменской свиты распределения значений продольного (PI) и сдвигового (SI) импедансов как самостоятельные атрибуты используются редко. В основном предпочтение отдается распределению значений в поле двух упругих параметров V_p/V_s и PI, так как именно в этой параметризации лучше всего наблюдается разделение пород на литотипы (коллектор/неколлектор). Поскольку использовать синхронную инверсию имеет смысл только при условии, что есть возможность разделения коллекторов и неколлекторов в поле упругих параметров по данным ГИС и сейсмическом масштабе [9], этот фактор является важным, от него зависит качество прогноза коллекторов по этой технологии.

Обсуждение результатов

На территории Уватского района юга Тюменской области на прогноз коллекторов пласта Ю₂ по данным МОГТ 3D существенное влияние оказывают восемь факторов: четыре связаны с геологическим строением и литологическим составом этих отложений, четыре обусловлены проблемами с особенностями интерпретации собственно сейсмических данных.

Первым фактором является общее строение пласта. На территориях, где отложения тюменской свиты имеют полифациальную природу, прогноз коллекторов выполняется отдельно для каждого интервала. На всей территории Уватского проекта нижняя часть пласта Ю₂ представлена отложениями континентального генезиса, в которых доминируют коллекторы группы русловых фаций и внешней песчаной поймы.

В отличие от нижней, верхняя часть пласта Ю₂ на большей части рассматриваемой территории представлена отложениями прибрежной равнины (группой дельтовых и эстуариевых фаций). В разрезах полифациальной природы при общей мощности пласта 25–35 м суммарный объем коллекторов редко превышает 2–5 м (за редким исключением отдельных русловых тел, где мощность может достигать 10–12 м), что составляет не более 20 % от всего разреза, что осложняет прогноз по данным МОГТ 3D. Важным также является положение коллектора в разрезе пласта (он может быть сконцентрирован в верхней, средней или нижней части) и его состав может быть представлен единым прослоем, а может состоять из серии маломощных пропластков.

Вторым фактором, от которого зависит качество прогноза коллекторов по данным МОГТ 3D, являются их фильтрационно-емкостные свойства. Как правило, из всех пластов тюменской свиты пласт Ю₂ имеет коллекторы самого низкого качества (рис. 3).

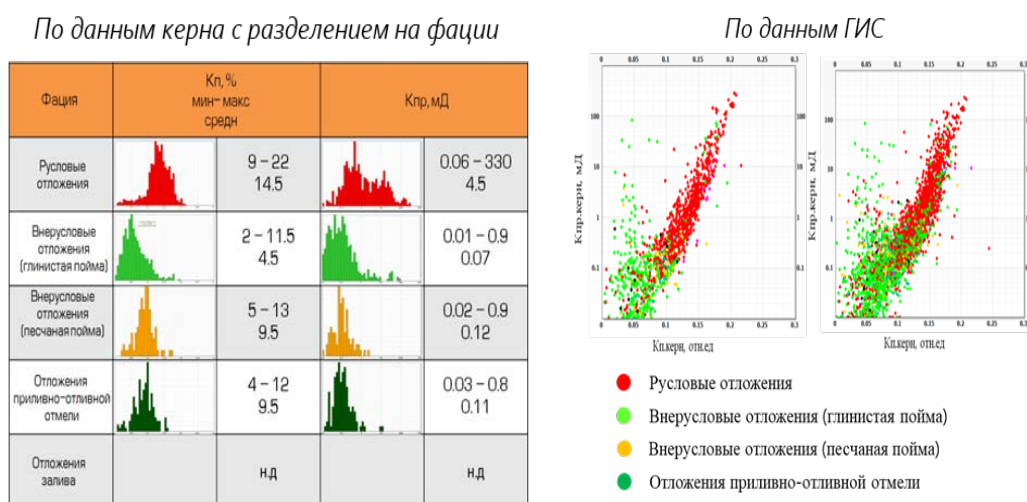


Рис. 3. Характеристика ФЕС коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты Уватского района юга Тюменской области

Первая группа фаций связана с развитием суммарных эффективных толщин от 5 до 10 м, во второй группе фаций суммарная мощность коллекторов не превышает 1–3 м. Пористость составляет 12–14 %, проницаемость — 2–5 мкм². Для верхней части пласта основная часть коллекторов сконцентрирована в зоне переходно-морских фаций.

В таких разрезах до 70 % коллекторов имеют мощность, не превышающую 2 м, у 30 % Нэфф. может достигать 5–8 м (как правило, это небольшие дельтовые русловые каналы). Пористость песчаных тел прибрежной равнины (фации дельт и эстуариев) $\approx$ 12–15 %, при этом проницаемость редко превышает 2 мкм², в единичных случаях достигая 5 мкм².

Третьим фактором является углистость разреза. При ее наличии в континентальных разрезах сложного полифациального генезиса большую роль играет не само наличие углистых прослоев, а их суммарная мощность в разрезе и в какой части пласта они расположены. В волновом сейсмическом поле угли считаются акустически контрастными и формируют выраженные амплитудные аномалии [9].

Для учета этого фактора было выполнено моделирование волновой картины в разрезах с наличием угольных прослоев, которое показало, что на площадях Уватского проекта суммарная мощность углей по пласту Ю₂ от 2 м и более оказывает существенное влияние на динамические характеристики волнового сейсмического поля (рис. 4).

Моделирование волновой картины данных МОГТ 3D для разных типов континентальных разрезов

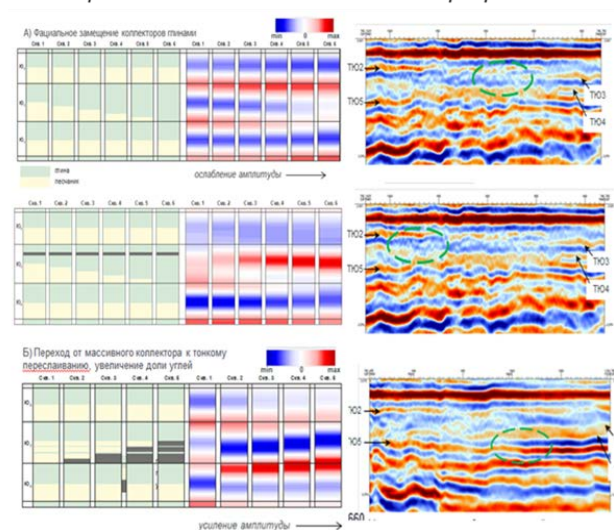


Схема углистости пласта Ю₂ на одной из площадей Уватского проекта



Рис. 4. Выделение углистости в интервале тюменской свиты на территории Уватского района юга Тюменской области

Учитывая, что наиболее часто встречаемая мощность углей на территории с. Увата более 2 м, их наличие сильно завышает значения прогнозных эффективных толщин при использовании атрибутного анализа, поэтому этот фактор обязательно учитывается при прогнозе коллекторов по сейсмическим данным.

Четвертым фактором является наличие в пласте Ю₂ зон плотняков, которые связывают с участками вторичной карбонатизации и вторичного окремнения [9]. На территории Уватского проекта такие зоны, как правило, встречаются в пределах развития высокочемких коллекторов группы русловых фаций, занижая их ФЕС.

При наличии выполненных инверсионных преобразований чаще всего зоны развития плотняков по площади хорошо визуализируются на слайдах кубов акустической инверсии, где они выделяются повышенными значениями сдвигового (Pimp) и поперечного (Simp) импеданса.

Как отмечалось выше, кроме геологических факторов, большое влияние на прогноз полифациальных коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты оказывают факторы, связанные с интерпретацией самого сейсмического материала МОГТ 3D.

На территориях, где пласт Ю₂ тюменской свиты представлен полифациальными разрезами переходного генезиса, например, от континентальных к прибрежно-морским отложениям, часто существует проблема синфазной сейсмической корреляции. На территории ЗСБ при использовании материалов площадных сейсмических работ МОГТ 3D кровли пластов Ю₂, Ю₃, Ю₄ в волновом сейсмическом поле маркируются отражающими горизонтами — ТЮ₂, ТЮ₃, ТЮ₄, которые, соответственно, маркируются фазами положительного знака. Так как для прогноза коллекторов по сейсмическим данным важным моментом является выбор временного окна для расчета атрибута, сложности с однозначной фазовой сейсмической корреляцией отрицательно сказываются на его выборе.

На территории Уватского проекта трудности фазовой сейсмической корреляции по положительным фазам наблюдаются, начиная от центральных районов в западном направлении, где происходит смена литологического (фациального) состава отложений пласта Ю₂. Проблема возникает за счет того, что на территориях, где в пластах глинистые прослои (пачки) представлены группой морских фаций прибрежной равнины, они по акустическим свойствам слабо отличаются от залегающих выше морских глин васюганской свиты (рис. 5).

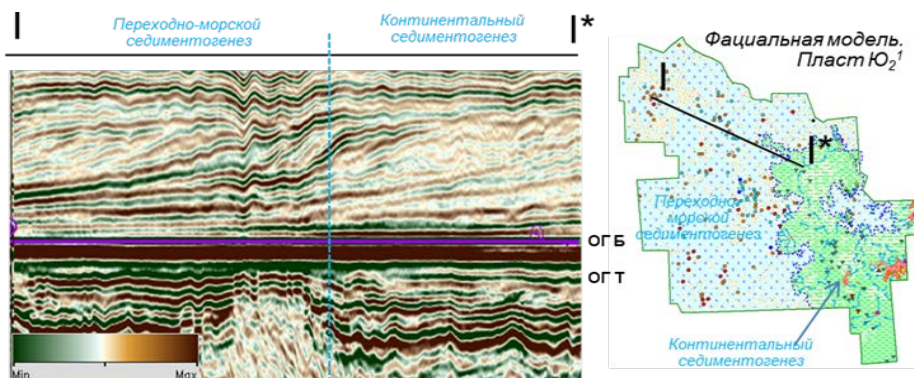


Рис. 5. Особенности динамических характеристик ОГ Т в зоне переходноморских разрезов пласта Ю₂ тюменской свиты (разрез выровнен на ОГ Б)

В итоге из-за слабой акустической контрастности динамика отраженных волн сильно падает до полного исчезновения, что приводит к вариативности прослеживания кровли отдельных пластов тюменской свиты в этих районах на сейсмических разрезах. Частично решить проблему помогают результаты акустической синхронной инверсии.

Следующий фактор, который также сильно влияет на прогноз коллекторов по сейсмическим данным на территории Уватского района, — это часто встречающиеся искажения амплитудно-частотных характеристик волнового поля в интервале среднеюрских отложений из-за поверхностных условий проведения полевых сейсмических работ. Из-за того что большая часть площадей Уватского района находится в зоне развития поверхностных олиготрофных болот Ишимской равнины, при регистрации сейсмических сигналов наблюдается поглощение высоких частот, что приводит к снижению разрешающей способности сейсмических сигналов (рис. 6).

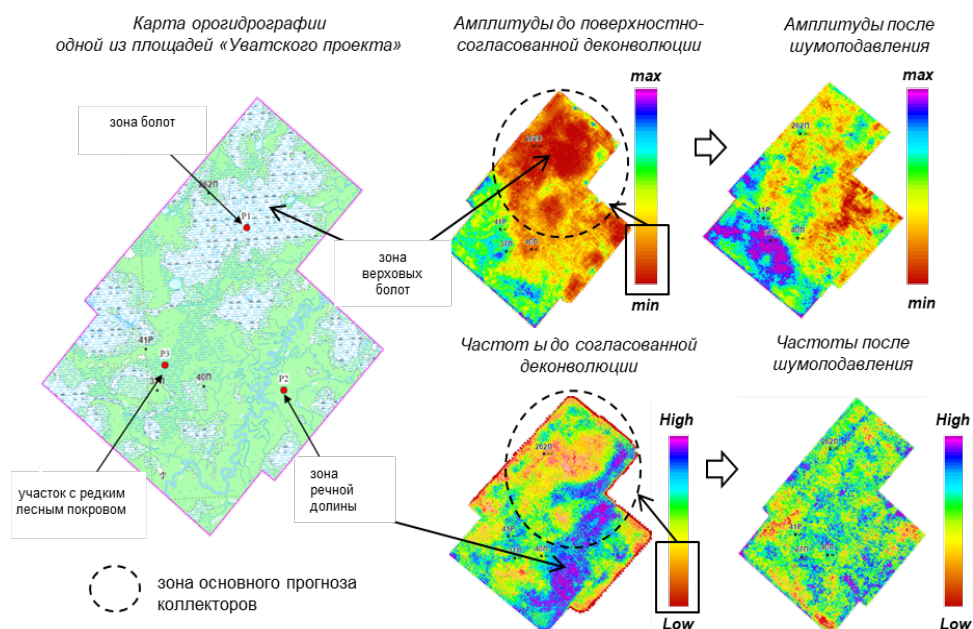


Рис. 6. Пример искажения амплитудно-частотного спектра волнового сейсмического поля МОГТ 3D на одной из площадей Уватского района

В районах, где зоны развития верховых болот совпадают с зонами развития мористых разрезов, разрешающей способности сейсмического сигнала часто не хватает для контрастной визуализации на временных разрезах ОГ, соответствующих пластам Ю₂, Ю₃, Ю₄. В ООО «ТННЦ» проблему стараются решить на этапе обработки сейсмического материала через процедуры деконволюции и амплитудной балансировки [11].

Как отмечалось ранее, на территории Уватского региона качество прогноза коллекторов в пласте Ю₂ по данным синхронной сейсмической инверсии

зависит от возможности разделения пород-коллекторов и пород-неколлекторов по упругим параметрам. Учитывая низкие ФЕС резервуаров пласта Ю₂ в этом регионе, существует проблема схожести упругих параметров коллекторов и неколлекторов не только в сейсмическом масштабе, но и по ГИС (рис. 7).

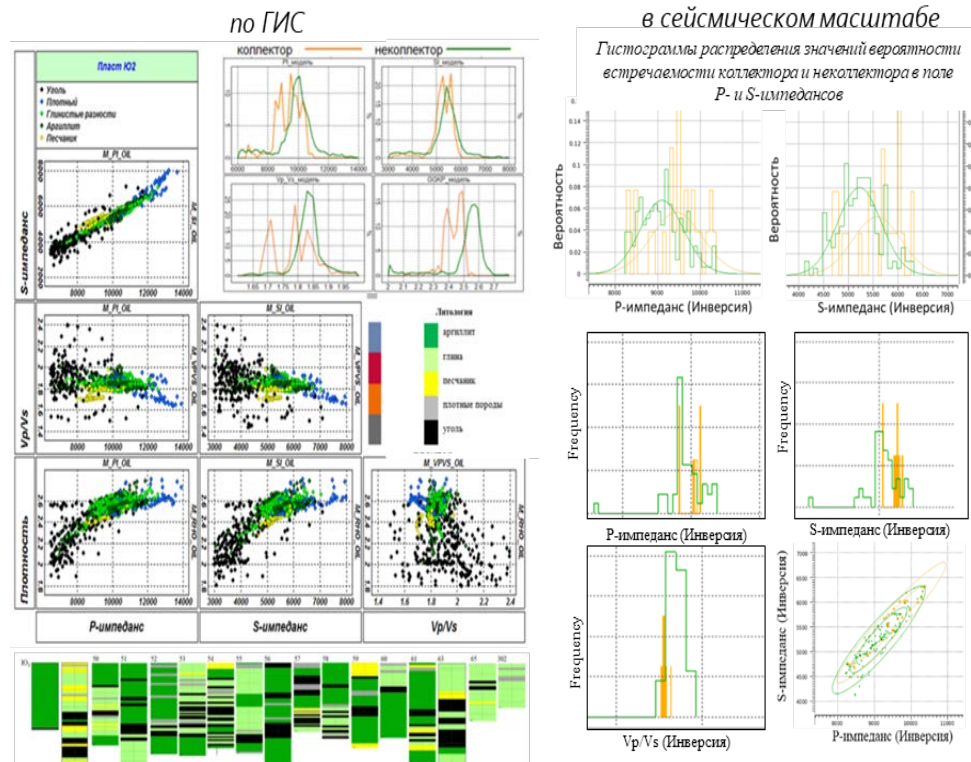


Рис. 7. Пример разделения пород пласта Ю₂ тюменской свиты разного литологического состава по петроупругим свойствам

Из трех кубов, которые получают по итогам синхронной сейсмической инверсии, — акустического (PI), сдвигового (SI) импедансов и куба отношения скоростей продольной и поперечной волн (Vp/Vs), только последний чаще всего бывает наиболее информативным для расчета эффективных толщин пласта Ю₂, хотя и при его использовании наблюдаются зоны неоднозначной интерпретации, где существует перекрытие разрезов с коллекторами и без коллекторов.

В результате на территории Уватского района юга Тюменской области часто карты прогнозных эффективных толщин пласта Ю₂ тюменской свиты используют на качественном уровне, преимущественно для локализации зон заглинизированных разрезов и выделения структурно-литологических ловушек.

Последний из факторов, влияющих на качество прогноза коллекторов пласта Ю₂, — это качество регрессионных связей между эффективными толщинами по ГИС и сейсмическими атрибутами.

Как отмечалось выше, чтобы атрибутивный анализ использовать для количественного прогноза, значения сейсмических атрибутов в точках скважин сопоставляют с эффективными толщинами по ГИС и выявляют связь, описываемую регрессионным уравнением, чаще всего линейного типа $H = f(X)$. Для того чтобы такую связь установить, как правило, специалисты используют статистические данные по скважинам.

Учитывая озерно-болотный генезис отложений пласта Ю₂ при отмирающем цикле речных систем, на территории Уватского района до 80 % скважин вскрывает суммарные толщины коллекторов пласта Ю₂ менее 5 м.

Это соответствует развитию разрезов с коллекторами фаций внешней песчаной поймы, и только, 20 % скважин вскрывает эффективные толщины до 10–15 м. Таким образом, статистика по фациальным зонам (ФЗ) в большинстве случаев не совсем однозначна, что необходимо учитывать при прогнозе (рис. 8).

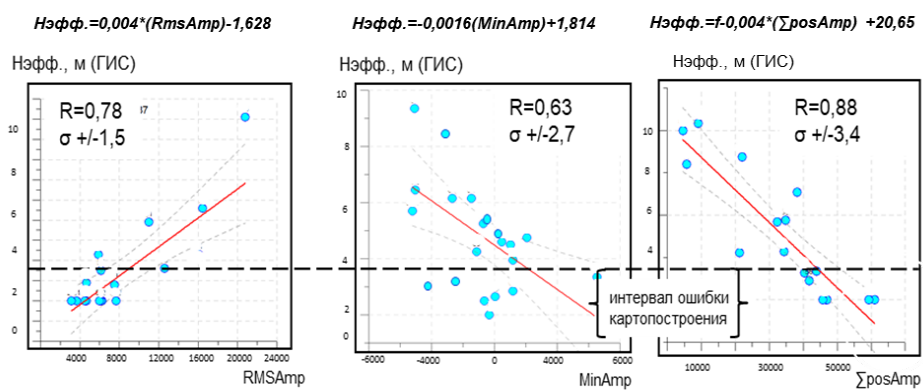


Рис. 8. Графики одномерной зависимости линейного типа эффективных толщин и различных сейсмических атрибутов (RMSAmplitude, MinAmplitude, ΣposAmplitude)

Часто на гистограммах с линейной зависимостью наблюдается следующая картина: значения статистики скважин разбиваются на две группы, при этом максимальное количество значений концентрируется в области эффективных толщин до 5 м, в то время как значения в зонах высоких эффективных толщин имеют большую дисперсию разброса.

Из-за такого распределения значений при анализе специалисты, как правило, сталкиваются с двумя проблемами: 1) большая часть прогнозных эффективных толщин более 5 м, рассчитанных с помощью атрибутивного анализа, слабо контролируется статистикой бурения (как правило, именно в такие зоны приходится часто закладывать ПРБ); 2) из-за довольно высокой дисперсии разброса значений эффективных толщин по ГИС в интервалы атрибутивных значений, которые по зависимости относятся к высоким или низким эффективным толщинам, попадают несоответствующие значения по ГИС.

По результатам анализа зависимостей установлено, что большая дисперсия в основном характерна для зон высоких значений эффективных

толщин, именно в таких зонах значений атрибутов чаще сталкиваются с максимальной ошибкой прогноза коллекторов. Данную проблему можно решить с помощью анализа зависимостей в разных ФЗ.

Выводы

Анализ геологических и сейсмических факторов, описанных выше, показывает, с каким кругом проблем могут столкнуться специалисты на периферийных территориях Западно-Сибирского бассейна при прогнозе коллекторов пласта Ю₂ тюменской свиты полифациального генезиса по данным 3D-сейсморазведки. Несмотря на сложности, многолетний опыт специалистов ООО «ТННЦ» позволяет решать задачи выявления новых залежей УВ в интервале тюменской свиты на территории Уватского района юга Тюменской области.

Для сокращения влияния большинства описанных факторов наработан опыт не только в области обработки и интерпретации сейсмических данных, но и в области анализа геолого-геофизического материала, который активно применяется на активах ПАО «НК «Роснефть» периферийных территорий ЗСБ, что позволяет повышать успешность не только поисково-разведочного, но и эксплуатационного бурения.

Опыт специалистов ООО «ТННЦ» показал, что для периферийных территорий ЗСБ необходимо учитывать влияние как геологических, так и сейсмических факторов.

Среди геологических факторов особое внимание необходимо уделять двум моментам: 1) особенностям строения пластов, а именно положению коллекторов в разрезе; 2) влиянию маломощных прослоев плотняков и углей на динамические характеристики волнового сейсмического поля.

Из сейсмических факторов необходимо уделять внимание трем основным: 1) корректности сейсмогеологической корреляции отражающих горизонтов, особенно на территориях, где предполагается смена разрезов континентального генезиса на разрезы переходно-морского генезиса; 2) влиянию поверхностных условий (верховых, олиготрофных болот) на динамику амплитудно-частотного спектра сейсмического поля; 3) корректному анализу регрессионных связей между эффективными толщинами по ГИС и сейсмическими атрибутами, учитывая объем статистики эффективных толщин в разных фациальных зонах.

Список источников

1. Петрофизическая характеристика продуктивных горизонтов тюменской свиты юго-восточной части Уватского района / К. В. Зверев, А. А. Матигоров, Е. Р. Чухланцев, Н. А. Грегуль. – Текст : непосредственный // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО : сборник трудов девятой научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск : ИздатНаукаСервис, 2006. – Том 2. – С. 260–267.

2. Адаптация методологии поиска новых залежей углеводородов в юрском и неокомском интервалах разреза на территории лицензионных участков Уватского проекта по результатам геологоразведочных работ 2015–2019 гг. / О. В. Елишева, Е. Л. Лазарь, Е. А. Лыжин [и др.]. – DOI 10.24887/0028-2448-2020-11-32-37. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 11. – С. 32–37.
3. Барабошкин, Е. Ю. Практическая седиментология (терригенные коллектора) / Е. Ю. Барабошкин ; Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ. – Томск, 2007. – 155 с. – Текст : непосредственный.
4. Гаврилова, Е. Н. Закономерности распространения коллекторов в отложениях тюменской свиты на западе Широкого Приобья / Е. Н. Гаврилова, В. С. Славкин, Т. Е. Ермолова. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2010. – № 3. – С. 52–60.
5. Логинов, Д. В. Некоторые методы определения информативного набора сейсмических атрибутов для прогнозирования свойств коллекторов / Д. В. Логинов, С. А. Лаврик. – Текст : непосредственный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 10.
6. Мельников, А. В. Применение акустической инверсии на терригенных отложениях формации Мирандор на месторождении Альтуритас, Венесуэла / А. В. Мельников, Д. А. Коряков, Я. А. Мирясова. – DOI 10.31087/0016-7894-2022-5-39-49. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2022. – № 5. – С. 39–49.
7. Оценка эффективности метода синхронной инверсии сейсмических данных применительно к моделям слабоконтрастных коллекторов / М. Ю. Романенко, И. Н. Керусов, Д. Е. Мирошников, Ю. В. Масалкин. – Текст : непосредственный // Технологии сейсморазведки. – 2010. – № 2. – С. 55–61.
8. Тимчук, А. С. Сейсмические инверсионные преобразования для уточнения геологических моделей и проектирования разработки месторождений углеводородов / А. С. Тимчук, С. В. Костюченко, В. Н. Смирнов. – Текст : непосредственный // Вестник ЦКР Роснедра. – 2011. – № 2. – С. 11–16.
9. Литогенез юрско-меловых отложений восточного борта Большехетской впадины (по результатам изучения разреза Туколандо-Вадинской параметрической скважины-320) / Н. Ф. Столбова, О. В. Бетхер, Ю. В. Киселев. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307, № 6. – С. 31–35.
10. Фазочастотная деконволюция сейсмических волн / А. И. Кочегуров, Е. А. Кочегурова, И. Э. Ильясова [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328, № 12. – С. 84–93.

References

1. Zverev, K. V., Matigorov, A. A., Chukhlantsev, E. R., & Greg, N. A. (2006). Petrofizicheskaya kharakteristika produktivnykh gorizontov tyumenskoy svity yugo-vostochnoy chasti Uvatskogo rayona. Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO: sbornik trudov devyatoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tom 2. Khanty-Mansiysk, IzdatNaukaServis Publ., pp. 260-267. (In Russian).
2. Elisheva, O. V., Lazar, E. L., Lyzhin, E. A., Safonov, V. G., Zhidkov, A. V., & Zhestkov, D. N. (2020). The methodology of Adaptation for searching new hydrocarbon in the Jurassic and Neocomian sediments of the Uvat project areas by the results of the exploration 2015-2019. Oil Industry, (11), pp. 32-37. (In Russian). DOI: 10.24887/0028-2448-2020-11-32-37

3. Baraboshkin, E. Yu. (2007). Prakticheskaya sedimentologiya (terrigennye kollektora). Tomsk, 155 p. (In Russian).
4. Gavrilova, E. N., Slavkin, V. S., & Ermolova, T. E. (2010). Reservoir distribution regularities in Tyumen suite deposits on the west of latitudinal Priobie. Russian oil and gas geology, (3), pp. 52-60. (In Russian).
5. Loginov, D. V., & Lavrik, S. A. (2010). Some methods of determining an informative set of seismic attributes for forecasting reservoir properties. Petroleum geology. Theoretical and applied studies, 5(1), pp. 10. (In Russian).
6. Melnikov, A. V., Koryakov, D. A., & Miryasova, Ya. A. (2022). Terrigenous Mirador formation of Alturitas field, Venezuela: application of acoustic inversion. Russian oil and gas geology, (5), pp. 39-49. (In Russian). DOI: 10.31087/0016-7894-2022-5-39-49
7. Romanenko, M. Yu., Kerusov, I. N., Miroshnichenko, D. E., & Masal-kin, Yu. V. (2010). Valuation of the effectiveness of the method of synchronous inversion of seismic data in relation to modeling of low-contrast speakers. Technologies of seismic exploration, (2), pp. 55-61. (In Russian).
8. Timchuk, A. S., Kostyuchenko, S. V., & Smirnov, V. N. (2011). Seismic inversion transformations for specifying the geological models and designing the hydrocarbon field development. Vestnik TSKR Rosnedra, (2), pp. 11-16. (In Russian).
9. Stolbova, N. F., Bether, O. V., & Kiselyov, Yu. V. (2004). Lithogenesis of Jurassic-Cretaceous deposits of the eastern boron of the Bolshekhetskaya depression (based on the results of studying the section of the Tukolando-Vandinskaya parametric well-320). Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, 307(6), pp. 31-35. (In Russian).
10. Kochegurov, A. I., Kochegurova, E. A., Ilyasova, I. E., Geringer, V., & Reif, K. (2017). Phase-frequency deconvolution of seismic waves. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 328(12), pp. 84-93. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Елишева Ольга Владимировна,
эксперт по геологии, ООО «Тюменский
нефтяной научный центр», г. Тюмень,
ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Olga V. Elisheva, Expert in Geology,
Tyumen Petroleum Scientific Center LLC,
Tyumen, ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Шахов Андрей Васильевич, заве-
дующий сектором динамической интер-
претации геологической поддержки СРР,
ООО «Тюменский нефтяной научный
центр», г. Тюмень

Andrey V. Shakhov, Chief Sector
interpretation of geological support of the
SRR, Tyumen Petroleum Scientific Center
LLC, Tyumen, avshakhov@tnnc.rosneft.ru

Статья поступила в редакцию 05.03.2024; одобрена после рецензирования 28.04.2024; принята к публикации 16.05.2024.

The article was submitted 05.03.2024; approved after reviewing 28.04.2024; accepted for publication 16.05.2024.