DOI: 10.31660/0445-0108-2018-5-7-16

УДК 553.9

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОСАДОЧНОГО
ЧЕХЛА ФРОЛОВСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ОБОБЩЕНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

С. Р. Бембель¹, В. Г. Кобзов², Р. М. Бембель¹, Ф. З. Хафизов¹

¹*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

²*Тюменское отделение Сургутского научно-исследовательского и проектного института
«СургутНИПИнефть», г. Тюмень, Россия*

Аннотация. По результатам обобщения материалов региональных сейсмических профилей, карт грави- и магниторазведки, бурения выявлены особенности геологического строения юрско-меловых отложений Фроловской мегавпадины. Основные перспективы нефтегазоносности связаны с юрскими отложениями и доюрским основанием. Сформулирован вывод о необходимости активизации дальнейших исследований с проведением всего комплекса геофизических методов, включая магнито- и гравиразведку с повышенной плотностью точек наблюдений.

Ключевые слова: нефтегазоносность; сейсморазведка; грави- и магниторазведка; доюрское основание; юрские и неокомские отложения; Фроловская мегавпадина

**FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF SEDIMENTARY COVER
OF FROLOVSKAYA MEGADEPRESSION DERIVED FROM THE RESULTS
OF GENERALIZATION OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA**

S. R. Bembel¹, V. G. Kobzov², R. M. Bembel¹, F. Z. Khafizov¹

¹*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

²*Tyumen Branch of Surgut Research and Design Institute «SurgutNIPIneft», Tyumen, Russia*

Abstract. The article is devoted to the features of the geological structure of Jurassic-Cretaceous deposits of Frolovskaya megadepression. These features are derived from the results of the generalization of the materials of regional seismic profiles, maps of gravity and magnetic prospecting, drilling data. The main petroleum prospects are associated with Jurassic deposits and pre-Jurassic basement. We conclude that it is necessary to intensify further researches with carrying out the entire complex of geophysical methods, including magnetic and gravity prospecting with an increased density of observations.

Key words: petroleum potential; seismic survey; gravity and magnetic prospecting; pre-Jurassic basement; Jurassic and Neocomian deposits; Frolovskaya megadepression

Введение

Изучение строения и исследование неокомского интервала геологического разреза Западной Сибири начаты во второй половине прошлого века. Так, клиноформное строение неокома в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов известно с середины 1980-х годов. Споры о распределении мощностей нижне-среднеюрских образований и их перспектив нефтегазоносности по разрезу до сегодняшнего времени находят свое отражение в научно-производственных отчетах, статьях и диссертациях. А строение и перспективы доюрского комплекса, до сих пор слабо изученного на территории ХМАО — Югры, особенно актуальны с позиции поиска новых этажей нефтегазоносности из-за существенной выработки запасов юрского и особенно неокомского комплексов.

Строение и перспективы Западной Сибири в той либо иной степени достаточно известны. Однако с течением времени выясняется, что даже по Широному Приобью в связи с лицензированием участков недропользования (информация становится закрытой) представления о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности требуют более глубокого анализа, обобщения и переосмысления. Более того, все слышали о Сургутском, Нижневартовском и Краснотеннинском сводах, а также Фроловской зоне прогибов, которая всегда считалась малоперспективной. Границами Фроловской зоны как таковой условно можно принять некие границы на тектонической карте под редакцией И. И. Нестерова между Сургутским сводом (на востоке) и Краснотеннинским сводом (на западе).

В настоящее время систематическое изучение и доразведку своих лицензионных участков на территории Фроловской мегавпадины, имеющих сходные черты строения неокома и юры, но с некоторыми отличительными особенностями, в основном проводит ОАО «Сургутнефтегаз». Прежде всего, эти особенности заключаются в субмеридиональной линейности выделяемых структурно-тектонических форм и элементов. Подтверждением тому служит тектоническая карта, составленная специалистами Научно-аналитического центра рационального недропользования им. В. И. Шпильмана [1] (рис. 1). На этой карте выделены все структурно-тектонические элементы I порядка и надпорядковые в классификации И. И. Нестерова, а также собственно Фроловская мегавпадина.

Основные исходные данные и материалы

Основным источником проведенного анализа и обобщения послужили временные разрезы по региональным сейсмическим профилям, полученные еще в 1980-е годы, с учетом данных бурения площадей, разбуренных в разное время различными организациями, в большей части приведенные в диссертации В. А. Корнева [2]. Привлечены материалы магнито- и гравиметрических съемок крупного масштаба (1:200 000), находящихся в открытом доступе, в частности их вторые производные.

Данные гравиразведки дают информацию по перспективным зонам наличия положительных структур по бортам Фроловской мегавпадины и наиболее погруженным зонам, данные магниторазведки — по разломам. Здесь наблюдается та же самая субмеридиональная линейность, которая прослежена на тектонических картах на территории Фроловской мегавпадины и которая отчетливо прослеживается на территории ЯНАО. По сути дела, меридиональная линейность тектонических структур ЯНАО «закамуфлирована» в наших широтах Среднего Приобья северозападным напряжением сдвига. Структуры зачастую приобретают определенный разворот и изометрические формы. Отдельные фрагменты Фроловской мегавпадины, Фаинской котловины по материалам изученности грави- и магниторазведки ранее также имели изометрическую форму. После проведения сейсмических исследований оказалось, что по доюрскому основанию структуры представляют собой крупные субмеридиональные валы и разделяющие их прогибы.

Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. В. И. Шпильмана, Н. И. Змановского, Л. Л. Подсосовой, 1998)

Это же отмечается на материалах сейсмических региональных профилей положительными формами по отражающему горизонту (ОГ) Г. При наличии положительных структур по ОГ Г можно полагать, что они либо инверсионные, либо испытали активизацию в постсеноманское время, являясь следствием неотектогенеза. Эти участки могут представлять собой перспективные области для поисков и разведки залежей нефти и газа. Один из поисковых признаков положительных структурных элементов по ОГ Г — это существующие водоразделы на современных топокартах.

Методика прогноза и выделения положительных структур осадочного комплекса на основе комплексирования данных грави-, магнито- и сейсморазведочных исследований работает достаточно успешно, находя свое подтверждение на известных месторождениях (особенно на Лянторском, Конитлорском месторождениях, где есть газовые залежи). К сожалению, масштаб съемки грави- и магниторазведочных работ (1:200 000) не позволяет выполнить здесь более детальный прогноз, поэтому подтверждение сказанному мы находим на материалах 3D-сейсморазведки, хотя по стоимости проведение детализационных грави- и магниторазведочных исследований в несколько раз ниже. Для оценки территорий в условиях исключительно новых геологических парадигм (включая концепции де-

газации Земли, металлогидридной Земли и пр.) реально использовать результаты грави- и магниторазведочных работ, лучше всего подтверждающие основные положения современных концепций и парадигм. К сожалению, по результатам сейсморазведочных работ в настоящее время акцент перенесен на картирование фациальной составляющей волнового поля в разных вариантах обработки, визуализации и инверсионных преобразований.

Основные черты геологического строения по результатам анализа и обобщения с примерами отдельных площадей и месторождений

В результате анализа карты тектонического районирования (см. рис. 1) видно, что единой погруженной зоны как таковой нет. В пределах Фроловской мегавпадины выделено несколько положительных элементов I порядка, включая Верхне-ляминский, Туманный, Ай-Пимский, Эргинский валы в сочетании с рядом террас, разделяемых прогибами и котловинами. Схема была составлена в конце прошлого века. С тех пор проведен большой объем сейсморазведочных работ, и изученные структуры характеризуются меридиональным простиранием.

Для подтверждения сказанного (что единой погруженной зоны нет) воспользуемся информацией по региональным профилям, полученным еще в 1980-е годы [2], которая не составляет никакой коммерческой тайны и общеизвестна. Результаты бурения поисково-разведочных скважин показали, что отложения палеозойского фундамента вскрываются в пределах Фроловской мегавпадины непосредственно под юрским комплексом, а триас развит фрагментарно и не отличается значимыми толщами, в то время как на Сургутском своде отложения палеозоя перекрыты толщей триасовых пород до 1–1,5 км.

Так, на площади Южно-Мытаяхинского месторождения доюрское основание представлено незначительной толщиной триасовых отложений и палеозойскими образованиями. В основном юрские отложения подстилаются палеозойскими образованиями с наличием триаса лишь во впадинах палеозойских выступов.

На Сургутском своде в районе Федоровского месторождения еще по результатам интерпретации материалов сейсморазведочного регионального профиля R-1 ОАО «Тюменнефтегаз» [3] была выделена высокоамплитудная структура, названная Моховой (самая высокая структура на Федоровском месторождении). На временном разрезе Моховая структура выглядит как мощный дезинтегрированный выступ. По результатам реализации «палеозойской» программы в 1975 году в сводовой части поднятия была пробурена скважина 131Р для вскрытия палеозойских отложений и оценки перспектив нефтегазоносности. В результате бурения скважина «прошла» 1 292 м по триасу, бурение было остановлено в связи с непониманием ожидаемой глубины палеозойских отложений.

Аналогичная ситуация возникла на Умбинской площади (ООО «РН-Юганскнефтегаз»), где триасовые отложения вскрыты мощностью около 1 500 м, а палеозойские отложения так и не вскрыли.

Теперь необходимо представить себе наличие палеозойских отложений сразу под тюменской свитой во Фроловской зоне и минимум 1,5 км ниже тюменской свиты на Сургутском своде (за счет наличия триасовой толщи). Масштабы подобной «перестройки» следует оценивать также и с позиции прогноза перспектив нефтеносности именно Фроловской зоны, рядом с которой продолжается рост Сургутского свода.

Интерпретация мощности тюменской свиты по региональным профилям показывает некоторое увеличение ее мощности от Фроловской мегавпадины в сторону и, собственно, на Сургутском своде. При анализе мощностей нижнеюрских отложений наблюдается аналогичная картина. Во Фроловской зоне мощность нижнеюрских отложений не намного больше, чем на Сургутском своде.

Следовательно, наращивание структур Сургутского свода происходило в меловое время и после него.

О проявлении в действии так называемого геосолитонного механизма можно говорить на основании картирования на материалах сейсморазведки отдельных локальных структур (подтверждаемых результатами бурения и опробования скважин). Только на Южно-Мытаяхинской площади подобных локальных объектов выявлено около 80, с проявлением от выступов в доюрском основании, юрских локальных структурах до отдельных конусов выноса в неокомском клиноформном комплексе (рис. 2).

Рис. 2. Фрагмент временного разреза на площади Южно-Мытаяхинского месторождения с проявлением локальных геодинамических воздействий

Отложения тюменской свиты избирательно нефтеносны там, где есть покрывки. Например, на Южно-Мытаяхинском месторождении нефтенасыщены пласты ЮС4, ЮС3 и ЮС2, а также неокомские коллекторы с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). Нефтеносными являются также и нижнеюрские горизонты ЮС7, ЮС8 и ЮС9 там, где есть локальные структуры и более-менее значимые покрывки.

На территории Фроловской мегавпадины есть примеры залежей нефти в доюрском основании, связанные с палеозойскими образованиями и числящиеся на государственном балансе. Фундамент почти везде на исследуемой территории представлен карбонатами (герценидами) девонской системы, прорванной гранитами, возможно, метасоматического происхождения.

По материалам геофизических исследований скважин (ГИС) разрезы вскрывших доюрское основание скважин имеют выраженное слоистое строение с наличием некоторых ослабленных зон (возможно, связанных с повышенной трещиноватостью горных пород), которые могут содержать залежи углеводородов (УВ), что доказано на других площадях.

Это относительно новые факты о слоистости строения палеозойских отложений на этих площадях, однако они находят подтверждение при изучении отдель-

ных палеозойских залежей на восточном склоне Красноленинского свода, где получены промышленные притоки нефти.

Следует отметить, что доюрские отложения на территории Фроловской мегавпадины в основном представлены карбонатными породами. А на Южно-Мытаяхинском месторождении по результатам бурения подтвержден прогноз В. С. Суркова о наличии гранитной интрузии, что повышает перспективы нижеюрских и палеозойских отложений.

На схеме корреляции видно «характерную» границу, прослеживаемую по скважинам. На одной из изученных площадей ниже кровли доюрского основания (на 40–60 метров) выделено два подобных горизонта, возможно связанных с разуплотнением. Эта зона похожа также и на карбонатизацию. В одной из скважин из этого интервала получен приток нефти.

Особенности юрских объектов на некоторых участках по материалам бурения и сейсмических работ

Геолого-геофизические материалы обработки, интерпретации и анализа данных сейсморазведки и бурения по нескольким площадям на территории Фроловской мегавпадины подтверждают возможности широко используемых методов изучения и картирования фациальных особенностей пластов Ю2–3 от Повха и до Урала. Современные способы визуализации материалов сейсмической съемки с учетом знаний основ геоморфологии и фаций позволяют довольно успешно картировать тела руслового генезиса в этом интервале разреза. Именно эти объекты актуальны при проектировании и разработке с точки зрения как расстановки скважин, так и проведения мероприятий по повышению нефтеотдачи пласта.

В условиях конседиментационных структур и структур неотектонического развития можно говорить о нефтенасыщенности всего интервала тюменской свиты. Однако такие запасы относятся к непромышленным.

А там, где есть хорошие флюидоупоры и антиклинальные перегибы, есть и нефтенасыщенные коллекторы вплоть до неокомских отложений. Но все эти запасы относятся к трудноизвлекаемым запасам (ТРИЗ). Существуют локальные относительно высокопродуктивные участки в нижней части юрского разреза, которые можно было бы исключить из категории ТРИЗ, однако площадное бурение на такие объекты невозможно ввиду очень небольших размеров и сложности картирования подобных залежей.

Подобные многопластовые локальные продуктивные участки вскрыты на некоторых площадях на территории Фроловской мегавпадины. В данном случае понятие залежи, приуроченной к определенному интервалу разреза, теряет смысл. В этом случае возникает понятие «сквозной» нефтеносности многопластовых продуктивных локальных участков с залежами «шашлычного» типа. Важно найти подобные участки, нефтегазоносность на которых часто связана с широким интервалом геологического разреза — от палеозоя до неокома. Вертикальное распределение залежей по разрезу в подобных случаях будет, кроме всего прочего, контролироваться наличием флюидоупоров, способных сохранять вертикальные потоки газо- и флюидомиграции.

В континентальном режиме условий осадконакопления отложений тюменской свиты (в отличие от морского режима) формирование хороших флюидоупоров не происходит. Континентальный режим осадконакопления, как правило, заканчивается углями, которые никогда флюидоупорами не были. Поэтому большинство залежей сконцентрировано до первого значимого флюидоупора (это пласт Ю2), перекрываемого в кровле глинами абалакской свиты мощностью 20–30 метров. По мере заполнения ловушек пласта Ю2 происходит заполнение коллекторов пластов Ю3, Ю4, а в отдельных случаях (Северо-Даниловское месторождение в Шаимском районе) и пласта Ю5.

Рис. 3. Схема второй производной магнитного поля в пределах Фроловской мегавпадины

По результатам проведенных нами ранее исследований [4] на основе комплексного анализа материалов 2D- и 3D-сейсморазведки, карт магнито- и гравиметрических аномалий, кернового материала и опробования скважин было выявлено несколько десятков локальных малоразмерных высокоамплитудных поднятий, имеющих в основном кольцевую форму. На схемах второй производной магнитных аномалий (рис. 3) и гравиметрической карты (рис. 4) на этих участках зафиксированы аномалии, связываемые с наличием мощных разломов и зон погружения. Вторая производная по «магнитке» отвечает в большей степени современным зонам тектонического движения (положительные значения). А по гравиметрическим картам (сняв фон на карте вторых производных) отрицательные аномалии можно связать с зонами разуплотнения. Насколько эти аномалии связаны напрямую с месторождениями, пока трудно сказать. На месторождениях, где высокая плотность запасов УВ, такая вероятность достаточно высокая.

Клиноформное строение неомского комплекса на территории Фроловской мегавпадины продолжается в западном направлении от Сургутского свода, от пластов группы БС (БС12 по балансу/БВ4 по региональной схеме), заканчивая горизонтом АС12. По материалам региональных сейсмических профилей отстроена схематичная модель с целью оценки перспектив нефтеносности неомского клиноформного комплекса с учетом информации по лицензионным участкам ОАО «Сургутнефтегаз» (рис. 5). Наблюдается закономерное выпадение из разреза пластов АС7–8, АС9, АС10, АС11, АС12. Пласт АС11 и его глубоководные аналоги «продолжает» в северном направлении всем известное Приобское месторождение, это крупная прибрежная зона пляжево-баровых образований, которые тянутся узкой полосой к северу до 150 км. Можно проследить целую полосу месторождений шириной от 4 до 7 км, длиной около 110 км с погружением контакта на запад на 110–150 метров.

Рис. 4. Схема второй производной гравитационного поля в пределах Фроловской мегавпадины

Следом за пластом AC11 в группе пластов AC4, AC7, AC9, AC10 по доступной информации по материалам бурения отмечено существенное уменьшение объемов коллекторов. Подтверждением сказанному являются свойства пластов AC4 и AC7 на Сургутском своде (Яунлорская и Быстринская площади) с наличием хороших песчаных коллекторов и их отсутствие во Фроловской мегавпадине. Таким образом, удаленность от источника сноса привела к тому, что терригенный материал в некоем оседал в основном восточнее Фроловской мегавпадины. Можно полагать, что условия осадконакопления неокма на территории Фроловской мегавпадины сохранялись, а терригенный материал становился все тоньше и тоньше.

В западной части Фроловской мегавпадины по материалам региональных сейсмических профилей с учетом существующего бурения обозначен всем известный обратный наклон, между ними — осевая часть бассейна. В крайней западной части можно отметить, как выделяется синклиальная структура.

Выводы

Территория Фроловской мегавпадины — это зона нефтегазонакопления. Какие-то горизонты не вскрыты бурением, какие-то пропущены геологами-геофизиками. Необходимо активизировать исследования в направлении поиска здесь дальнейших перспектив, открытия участков, залежей и этажей нефтегазонакопления, в некоторых случаях зачастую относящихся пока к трудноизвлекаемым запасам.

Рис. 5. Схема прослеженных неокимских клиноформ в пределах Фроловской мегавпадины по региональным профилям

Основные перспективы нефтегазоносности связаны с юрскими отложениями, характеризующимися низкими ФЕС горелой свиты и отсутствием покрывших отложений тюменской свиты. Исключение составляют локальные участки относительно высокопродуктивных коллекторов и трещиноватых интервалов в районах локальных поднятий, связанных с выступами фундамента.

Наличие гранитного массива доюрского комплекса повышает перспективы делювиально-пролювиальных отложений в его окружении в низах отложений тюменской свиты (либо горелой свиты) в районе Южно-Мытаяхинской площади.

Есть залежи нефти в доюрском основании (PZ) в пределах изучаемой территории, поставленные на государственный баланс. По материалам ГИС разрезы вскрывших доюрское основание скважин имеют выраженное слоистое строение.

С точки зрения рассмотренных особенностей и выделения зон неотектогенеза и связанных с ними перспектив участки Сибирских Увалов могут представлять определенный нефтепоисковый интерес после проведения соответствующих геофизических работ, включая магнито- и гравиразведку с повышенной плотностью точек наблюдений.

Библиографический список

1. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» / Под ред. Э. А. Ахпателова [и др.] – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2004. – 148 с.
2. Корнев В. А. Прогнозирование ловушек для залежей углеводородного сырья по сейсмогеологическим данным: на примере осадочного чехла Западной Сибири: дис. ... д-ра г.-м.наук. – Тюмень, 2002. – 407 с.
3. Сейсмогеологический анализ нефтеносных отложений Западной Сибири / О. М. Мкртчян [и др.]. – М.: Наука, 1987. – 126 с.
4. Бембель С. Р. Геология и картирование особенностей строения месторождений нефти и газа Западной Сибири. – Тюмень: ТИУ, 2016. – 226 с.

Сведения об авторах

Бембель Сергей Робертович, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283963, e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Кобзов Виктор Григорьевич, заместитель начальника комплекса сейсмических исследований Тюменского отделения Сургутского научно-исследовательского и проектного института «СургутНИПИнефть», тел. 8(3452)687591, e-mail: Kobzov_VG@surgutneftegas.ru

Бембель Роберт Михайлович, д. г.-м. н., профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283029, e-mail: bembelrm@tyuiu.ru

Хафизов Фаиз Закиевич, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, тел. 89048875364, e-mail: khafizov.faziz@yandex.ru

Information about the authors

Bembel S. R., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283963, e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Kobzov V. G., Deputy Director of Seismic Survey Complex of Tyumen Branch of Surgut Research and Design Institute «SurgutNIPIneft», phone: 8(3452)687591, e-mail: Kobzov_VG@surgutneftegas.ru

Bembel R. M., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Development and Exploitation of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283029, e-mail: bembelrm@tyuiu.ru

Khafizov F. Z., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 89048875364, e-mail: khafizov.faziz@yandex.ru

DOI: 10.31660/0445-0108-2018-5-16-22

УДК 556.3.01

РОЛЬ ГИДРОГЕОХИМИИ В ВЫЯВЛЕНИИ «ПРОПУЩЕННЫХ» ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА — ОДНОГО ИЗ ИСТОЧНИКОВ ПОПОЛНЕНИЯ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАСЕЙНА

В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация. Данная статья посвящена памяти ученого Владимира Михайловича Матусевича. В ней рассматриваются его неопубликованные идеи и мысли, с некоторыми добавлениями авторов статьи, о тесной связи гидрогеохимии со скоплениями углеводородов и о ее роли в поисках «пропущенных» залежей нефти и газа.

Ключевые слова: Западно-Сибирский мегабассейн; «пропущенные» залежи; нефтегазодность; водонапорная система; минерализация подземных вод; ореолы рассеяния; микроэлементы

THE ROLE OF HYDROGEOCHEMISTRY IN THE IDENTIFICATION OF «MISSED» OIL AND GAS DEPOSITS AS ONE OF THE SOURCES OF REPLACING THE RESOURCE BASE OF THE WEST SIBERIAN MEGABASIN

V. A. Beshentsev, T. V. Semenova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. The article is dedicated to the memory of the scientist Vladimir Mikhailovich Matushevich. It considers his unpublished ideas and thoughts, with some additions by the authors of the article, about the close connection between hydrogeochemistry and hydrocarbon accumulations and about its role in the search for «missed» oil and gas deposits.