

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В РАЙОНАХ С ВЫСОКОЙ ОСВОЕННОСТЬЮ НЕДР (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

Основными объектами геологоразведочных работ в районах с высокой освоенностью недр являются преимущественно малоамплитудные и сложнопостроенные ловушки, сформированные поднятиями различного морфогенетического типа. Подготовка к бурению таких объектов, особенно в девонском комплексе, требует нового подхода к их картированию. Наряду с необходимостью достижения высокой плотности сети наблюдений, важно совершенствование технологии обработки данных в рамках решения задач прогнозирования геологического разреза, прогноза нефтеносности. Для отработки методики и техники проведения работ, интерпретации материалов, разработки оптимального комплекса методов (в том числе локального прогноза нефтеносности) рекомендована постановка специализированных исследований на полигонах. Показана целесообразность проведения работ, связанных с проведением и переинтерпретацией материалов аэромагнитной съемки. На территории республики выделено три площади по очередности проведения этих работ.

*Ключевые слова:* геологоразведочные работы, ловушки нефти, сейсморазведка, методы локального прогноза нефтеносности, опытно-методические работы, полигоны.

Республика Татарстан (РТ) является одним из старейших нефтегазодобывающих районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Стабилизация добычи нефти в РТ возможна при условии ежегодного восполнения запасов нефти за счет открытия новых месторождений, выявления новых залежей на уже разрабатываемых месторождениях как за счет доразведки, так и за счет пересмотра геолого-геофизического материала старого фонда скважин, увеличения КИН и вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов путем применения новых технологий.

По степени опосредованности начальных потенциальных ресурсов (НПР) земли РТ можно разделить на две части – восточную и западную. Восточная часть республики находится на поздней стадии геологоразведочного процесса, геологоразведочные работы сосредоточены на землях между месторождениями или непосредственно примыкающих к ним, объектами прогноза становятся ловушки нефти, характеризующиеся небольшими площадными размерами, амплитудами, часто сложнопостроенные. Достоверность их картирования определяется разрешающей способностью выявления структурных и литологических критериев особенностей разреза. Земли запада республики обладают значительно меньшей степенью изученности, выделенные объекты еще не опосредованы глубоким бурением: здесь, как правило, пробурены единичные поисково-разведочные скважины. Поиск залежей нефти сопряжен со значительными трудностями, так как недостаточно изучены закономерности распространения пластов-коллекторов и, что самое главное, механизмы формирования залежей нефти в ловушках различного морфогенетического типа.

К настоящему времени на территории РТ проведен широкий комплекс как региональных, так и детальных геолого-геофизических исследований. Причем в последние годы большой объем работ выполнен и в ее западной половине, значительная часть которой охвачена не только грави-электроразведочными работами, аэрокосмогеологическими исследованиями, аэро-гаммаспектрометрией, но и площадной сейсморазведкой МОГТ (правда, по ред-

кой сети – около 1 пог.км/км<sup>2</sup>). По материалам последней закартирован ряд локальных объектов, подготовлены к глубокому бурению структуры. Важно отметить, что для данного региона необходимо выполнить ранжирование объектов по степени нефтеперспективности, используя при этом полученные в последние годы данные полевых и тематических исследований. При проектировании бурения на объектах главным является не только качество подготовленности ловушки (структуры), но возможность аккумуляции и последующего сохранения в ней углеводородов.

В этой связи, как для западных, так и восточных районов РТ актуальным является внедрение методов локального прогноза нефтеносности.

На территории республики широкое развитие получили такие полевые методы, как комплекс геофизических и геохимических методов (ГГХМ). Последний включает магниторазведку, электроразведку естественных электрических потенциалов ЕП и геохимию УВГ и металлов-индикаторов. Комплекс ГГХМ реализован в ТГРУ и ООО «ТНГ-Казань-геофизика». Для выделения аномалий типа залежь (АТЗ) используется методика гравиметрического обнаружения нефти и газа (ГОНГ), разработанная в НПО «Нефтегеофизика». В ООО «ТНГ-Казань-геофизика» выполняются работы по применению различных модификаций наземной и наземно-скважинной электроразведки для оценки флюидонасыщенности разреза. Нарастают объемы применения низкочастотного сейсмического зондирования для прогнозирования нефтеносности разреза (ЗАО «Градиент»). В небольших объемах на перспективных территориях республики выполнены работы по технологии «АНЧАР», точечные электромагнитные зондирования (ООО НПФ «ЛАНЕФ»). На лицензионных землях ОАО «Татнефть» используется технология W.L. GORE & Associates.

Основным методом подготовки новых ресурсов нефти в республике остается сейсморазведка. Здесь важно отметить, что практически все регионы востока республики с той или иной степенью детальности уже охвачены сейсморазведочными работами МОГТ, проводившими-

ся с начала 70-х годов. В 1993 году метод, полностью заменив структурное бурение, остался единственным, обеспечивающим подготовку ресурсов категории Сз.

Задача работ МОГТ на высокоперспективных землях – поиск новых структур вблизи открытых месторождений и залежей, уточнение геологического строения самих месторождений. При решении структурных задач, связанных с подготовкой объектов в каменноугольных отложениях на территории РТ, сейморазведка выступает практически как самостоятельный, самодостаточный метод (при достижении оптимальной плотности сети наблюдений). Что же касается подготовки структур по отражающим горизонтам девона и поверхности кристаллического фундамента, здесь возникают сложности, обусловленные целым рядом факторов. В этих условиях высокой опосредованности недр основными объектами поисково-разведочных работ являются малоамплитудные, часто погребенные, сложно-построенные ловушки, значительная часть которых не только не отображается в вышележащих отложениях, но и не фиксируется даже по кровле терригенного девона. На возможность картирования последних существенное влияние оказывают и неблагоприятные геологические условия проведения работ, которые пока еще не могут быть в должной мере учтены при интерпретации материалов сейморазведки. К ним, в первую очередь, относятся: тонкослоистость и невыдержанность разреза терригенной толщи девона, большая глубина залегания и малые амплитуды картируемых объектов, локальные скоростные аномалии, обусловленные врезам и седиментационными поднятиями в вышележащих отложениях, литологическая неоднородность верхней части разреза и т.д.

В этой связи определяющими являются технологии обработки материалов сейморазведки с позиций изучения резервуаров, прогнозирования геологического разреза, сейсмофациального анализа,

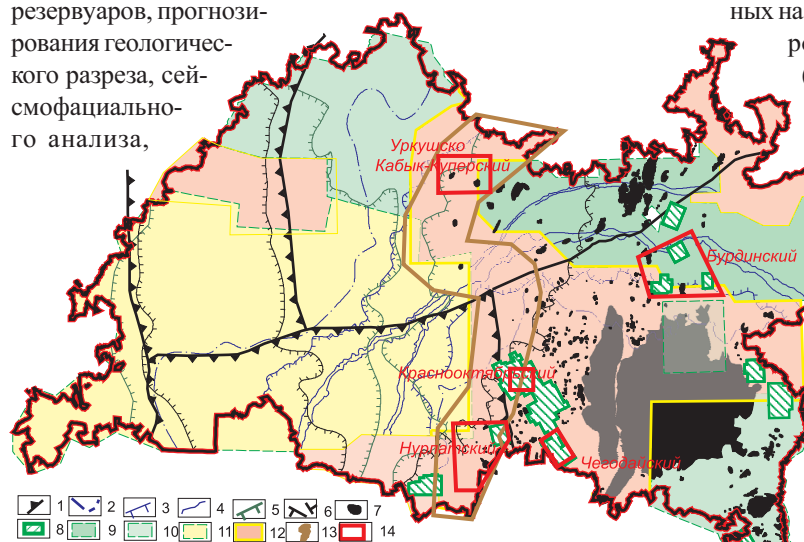


Рис. 1. Направления геологоразведочных работ. 1 – тектонические элементы первого порядка; Камско-Кинельская система прогибов; 2 – осевая зона, 3 – внутренняя прибортовая, 4 – внешняя прибортовая; 5 – зона выклинивания пластов-коллекторов тиманских отложений; 6 – зона выклинивания пластов-коллекторов пашийских отложений; 7 – залежи нефти в девонских отложениях; 8 – площадь сейморазведочных работ МОГТ-3Д; площадь проведения переинтерпретации высокоточной аэромагниторазведки; 9 – первоочередная, 10 – второй очереди, 11 – третьей очереди; 12 – площадь проведения высокоточной аэромагниторазведки; 13 – первоочередные территории проведения ГРП для расширения западной границы земель с доказанной нефтеносностью в девонских отложениях; 14 – полигоны для отработки методики поисков залежей нефти в терригенном девоне.

«прямого» прогноза нефтеносности. Эти вопросы требуют привлечения максимальной геологической информации и промыслово-геофизических исследований.

К настоящему времени на территории РТ работы по внедрению технологий прогнозирования геологического разреза проведены в сравнительно небольшом объеме. Так, при интерпретации материалов 3Д в ООО «ТНГ-Групп» опробована методика сейсмофациального анализа, который был проведен с помощью комплекса программ Stratimagic. Методика, используемая для выполнения фациального анализа по интервалам сейсмических данных, основана на технологии нейронных сетей. По материалам МОГТ составляются прогнозные карты общих и эффективных суммарных толщин пластов девонского терригенного комплекса. Выполняется динамический анализ атрибутов сейсмической записи с целью прогнозирования нефтенасыщенности терригенного девона. В рамках решения задач прогнозирования геологического разреза выполняется амплитудная инверсия сейсмических данных. К сожалению, эти работы проводятся в небольшом объеме.

В ТГРУ ОАО «Татнефть» выполняется нейрокомпьютерный анализ («Нейросейсм»). Технология предназначена для выделения и оконтуривания нефтегазоперспективных объектов по сейсмическим разрезам и разрезам ВСП. На ряде перспективных участков Татарстана данные работы проводятся с 1997 года, отработано более 100 участков, бурением доказана высокая эффективность метода.

В значительно меньшем объеме на территории РТ выполнена переобработка данных сейморазведки по другим технологиям – ВРС-Гео, ДФМ. Ряд разработанных различными геофизическими организациями методик в условиях Татарстана не апробированы: система AVOAN (НПФ «Гемма»), представляющая собой пакет программ, направленных на прогноз УВ-насыщения коллекторов; технология вероятностного литологического прогнозирования (ОВЛП), разработка «НВНИИГГ»; метод ПДС (Поглощение и Дисперсия Скорости), разработка РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. На территории РТ также не апробирован ряд других «несеismicких» технологий и методик обработки материалов. К сожалению, большинство исследователей и геолого-геофизических организаций отдают приоритет развитию отдельных конкретных методов, доказывая по результатам проведенных работ их высокую эффективность. По определенным геофизическим или геохимическим параметрам над залежью делаются заключения о наличии или отсутствии углеводородов. Опыт комплексного применения нетрадиционных методов поисков и разведки месторождений нефти в России и за рубежом пока невелик.

Важное место в наращивании ресурсной базы отводится терригенному девону. При проведении поисково-разведочных работ следует ориентироваться на небольшие по площади (1–3 км<sup>2</sup>) и амплитуде (до 10 м), часто сложно-построенные структурно-литологические, структурно-стратиграфические, литологические и литолого-стратиграфические ловушки нефти. Поиски залежей в таких ловушках требуют специализированных исследований, а весь комплекс терригенного девона следует рассматривать как самостоятельный объект изучения.

Специализированные исследования, направленные на выявление залежей углеводородов в девонском терригенном комплексе, следует проводить на полигонах, где уже выполнен или рекомендуется определенный комплекс геолого-геофизических работ. В пределах РТ плотность сети сейсмопрофилей колеблется в широких пределах в различных структурно-тектонических зонах. Для уверенного картирования сводовых частей локальных поднятий в девоне необходима плотность сети сейсмопрофилей не менее 4 пог.км/км<sup>2</sup>. Такие участки можно рассматривать в качестве полигонов для отработки методики интерпретации сейсморазведки. В полной мере таким участкам (если рассматривать только плотность сейсмопрофилей) отвечают участки, отработанные сейсморазведкой ЗД. Однозначность картирования сложнопостроенных ловушек достигается путем комплексирования различных методов.

Выполненная высокоточная аэромагнитная съемка ставилась с общегеологическими задачами (изучения тектоники кристаллического фундамента, выявления участков перспективных на поиски залежей нефти) и не имела конкретной направленности на изучаемый геологический объект – ловушки нефти в девонском терригенном комплексе. Проводимые разными организациями съемки имели различную технологию интерпретации.

В связи с вышеизложенным нами предлагается проведение специализированных работ на опорных полигонах, которые должны отвечать следующим основным требованиям: • наличием доказанных ловушек нефти в девоне, • наиболее высокой степенью изученности геолого-геофизическими исследованиями, • возможностью переработки материалов выполненных работ магниторазведки, гравиразведки, сейморазведки по новым современным технологиям: ROMGAS, «МИЛЛИГАН» СПАН, АРГХ-технология, ВРС-ГЕО, AVO-анализ, технологии ДФМ, СЕМ-ЧВЗ, ОВЛП и т.д., • здесь, кроме того, нужно предусмотреть определенный объем полевых работ сейсморазведки, грави-электро-магниторазведки, ГГХМ необходимым для отработки самой технологии их проведения (источники воздействия, шаг съемки, точность и т.д.).

В качестве участков для отработки методов поиска залежи нефти в терригенном девоне можно предложить следующие полигоны: Уркушско-Кабык-Куперский, Бурдинский, Краснооктябрьский, Чегодайский и Нурлатский. В качестве примера рассмотрим два из них.

**Уркушско-Кабык-Куперский полигон** в тектоническом отношении приурочен к юго-восточному склону Северо-Татарского свода. Здесь глубоким бурением выявлены залежи нефти в отложениях тиманского горизонта: Ныртинская (Уркушское поднятие) и район скв.64 – Кабык-Куперское поднятие. Поднятия характеризуются небольшими размерами и амплитудами. Здесь выполнены – сейсморазведка (правда, недостаточная плотность сети наблюдений), высокоточные гравиметрические исследования (проведена интерпретация материалов по методике «ГОНГ»). В районе Кабык-Куперского поднятия выполнены электроразведочные (ЭРП ВП-СГ) работы, исследования НВСП и НСЭ (наземно-скважинная электроразведка) в скв. 667, НСЭ (скв.33) переобработаны материалы на отдельных профилях по технологии «Нейросейсм». В опытно-поисковом порядке выполнены точечные электромагнитные зондирования.

Для отработки технологии поисков ловушек нефти в девонском терригенном комплексе, связанных с зональным

развитием коллекторов тиманского горизонта, здесь целесообразно уплотнение сети сейсмопрофилей на перспективных объектах (не ниже 4 пог.км/км<sup>2</sup>) и комплексная интерпретация материалов сейсморазведки с позиций решения задач ПГР и сейсмофациального анализа. Здесь следует предусмотреть и переработку материалов в пределах локальных объектов и по другим технологиям (Нейросейсм, ВРС-Гео, СЭМ-ЧВЗ, ДФМ и т.д.).

**Бурдинский полигон** в тектоническом отношении приурочен к северному склону ЮТС, а по отношению к внутривулканическим прогибам Камско-Кинельской системы – частично осевая и внутренняя прибортовая. Здесь по данным бурения выявлено три залежи: Бурдинская – две (в тиманских и пашийских отложениях), Юсуповская (в пашийских отложениях). Здесь проведен следующий комплекс работ: высокоточная гравиразведка, электроразведка ЗСБЗ, аэромагниторазведка, сейсморазведка 2Д, 3Д.

Необходимо: • провести комплексную переинтерпретацию материалов, включая задачи локального прогноза нефтеносности (Нейросейсм, ВРС-Гео, СЭМ-ЧВЗ, ГОНГ и т.д.); • по ее результатам выбрать перспективные объекты; • провести полевые опытно-методические работы – ГГХМ, НСЗ, гравиразведка НПП, электроразведка.

Комплекс работ определяется на основании обобщения материалов. Полученные данные могут быть в дальнейшем использованы при изучении ловушек нефти в пределах бортовых зон Нижнекамского прогиба, для которых характерно наличие аномалий-помех, связанных с биогермными образованиями франско-турнейского возраста.

Кроме работ на полигонах необходимо создание геологической основы на базе анализа данных глубокого бурения, включающих пересмотр каротажного материала с позиций детального расчленения и корреляции пластов-коллекторов и покрышек, типизацию разреза терригенного девона по мощности, литологии, количеству песчано-алевролитовых пачек и т.д. Все эти данные затем должны быть представлены в виде комплекта крупномасштабных карт литофациальных типов разрезов, типов коллекторов и покрышек, карт мощностей с зонами замещения проницаемых пород непроницаемыми разностями и т.д.

Выполнение предложенных мероприятий позволит оптимизировать геолого-геофизические исследования, направленные на подготовку новых ресурсов нефти, особенно в девонском терригенном комплексе. Учитывая, что их проведение потребует определенных затрат, целесообразно, чтобы они выполнялись в рамках территориальных или республиканских программ.

**R.S. Khisamov, N.S. Gatiyatullin, E.A. Tarasov, V.B. Liberman. Geological exploration in the highly explored regions of Tatarstan.**

The main exploration targets in highly explored regions are low-amplitude and structurally complex traps formed by highs of various morphogeneses. Pre-drilling exploration of such formations, particularly in the Devonian, requires a new mapping approach.

*Key words:* geological exploration, areal exploration techniques, seismic prospecting, oil traps.

*Гатиятуллин Накин Салахович, начальник ТГРУ  
Тарасов Евгений Александрович, главный геолог ТГРУ  
Либерман Владимир Борисович, начальник отдела ТГРУ  
420008, Казань, Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть», ул. Чернышевского, 23/25. Тел.: (843)2926771.*