

А. В. ПОСПЕЕВ¹, А. М. СТАНЕВИЧ², А. М. МАЗУКАБЗОВ², А. Г. ВАХРОМЕЕВ²

¹ Иркутский научный центр СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, avp@ierp.ru

² Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия, stan@crust.irk.ru, mazuk@crust.irk.ru, vakhromeevag@ifrnrb.ru

ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ — ПОЛИГОН ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ КРАЕВЫХ ПРОГИБОВ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Южное Прибайкалье расположено в непосредственной близости от индустриально развитой части Иркутской области и Республики Бурятия, так что его нефтегазовый потенциал является широко востребованным. Отсутствие крупных месторождений нефти и газа здесь можно объяснить только крайне изученностью и сложностью геологической структуры. Между тем существуют благоприятные предпосылки нахождения здесь залежей углеводородов. Это связано с наличием краевых прогибов, в пределах которых происходит закономерное увеличение толщин терригенной части подсолевого разреза, развитие рифогенных карбонатных формаций венда–кембрия. Особое значение приобретает изучение рифейских отложений, которые образуют многокилометровые толщи с повышенными коллекторскими свойствами.

Латеральное давление Байкальского рифта вызвало формирование в граничных районах платформы протяженных надвиговых структур, образующих широкий фронт вокруг Патомского нагорья. Здесь перспективны отложения как верхней надвинутой части осадков, так и породы автохтона. Резкая дислоцированность верхней части разреза окраинных частей платформы понижает информативность сейсморазведочных работ, что требует совершенствования методологии нефтегазопоисковых геолого-геофизических исследований. Принципиальным представляется переход на широкое комплексирование сейсмических и электромагнитных исследований, развитие многоволновой сейсморазведки с большими расстановками и повышенной кратностью, использование детальных геофизических данных о строении верхней части разреза для адекватного учета ее неоднородностей.

В статье показано, что развитие Южного Прибайкалья как базового региона для изучения краевых прогибов юга Сибирской платформы позволит раскрыть его нефтегазовый потенциал и сформировать надежную методическую базу для развития подобного рода работ в аналогичных по геологическому строению Предпатомском и Присяянском прогибах.

Ключевые слова: Южное Прибайкалье, краевые прогибы, ловушки углеводородов, байкальский трехчлен, методология нефтегазопоисковых исследований.

A. V. POSPEEV¹, A. M. STANEVICH², A. M. MAZUKABZOV², AND A. G. VAKHROMEYEV²

¹ Irkutsk Scientific Center SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia, avp@ierp.ru

² Institute of the Earth's Crust SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 128, Russia, stan@crust.irk.ru, mazuk@crust.irk.ru, vakhromeevag@ifrnrb.ru

SOUTHERN BAIKAL REGION — A KEY SITE FOR THE STUDY OF OIL AND GAS-BEARING POTENTIAL OF THE FOREDEEPS IN THE SOUTH OF SIBERIAN PLATFORM

The Southern Baikal region is situated close to the industrially highly developed part of the Irkutsk region and the Republic of Buryatia, which therefore makes its oil and gas potential profoundly relevant. The lack of discovered large deposits of oil and gas here can be explained only by the extremely low level of exploration maturity of the geological structure and its complexity. Meanwhile, the existing favorable preconditions indicate the occurrence of hydrocarbon deposits in this area. These include the presence of marginal depressions, within which thickness of the subsalt clastic section tends to increase, as well as the distribution of Vendian-Cambrian carbonate reef formations. The study of Riphean deposits is of particular significance, as they form here many kilometers-thick intervals with enhanced reservoir properties.

Caused by the lateral pressure of Baikal rift, an extended thrust structure developed at the marginal areas of the platform, to form a broad front encircling Patom Highlands. Here, both sediments of the upper overthrust structure and autochthonous rocks are considered highly potential for hydrocarbons. A pronounced dislocation of the upper part in the section of the platform margins reduces the quality of seismic data, which requires improving the methodology for oil and gas geological and geophysical prospecting. In this respect, the most appropriate appears the approach involving integration of seismic and electromagnetic studies, development of multi-wave seismic survey with large spacing and increased multiplicity factor, and the use of detailed geophysical data on the upper part of the structure for an adequate account of its irregularities.

The paper shows that the development of the Southern Baikal region as a base region for the study of marginal basins in the south of the Siberian platform, will ultimately allow to assess its oil and gas potential and form a reliable methodological basis for the development of this kind of studies in the context of a similar geological structure of Cis-Patom and Cis-Sayan depressions.

Keywords: *Baikal region, hydrocarbons, rift formations, oil and gas potential, seismic, electromagnetics.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Большая часть разведанных запасов углеводородов юга Сибирской платформы сосредоточена в терригенных коллекторах подсолевого комплекса. Средние и крупные месторождения протягиваются здесь широкой полосой от центра Ангаро-Ленской ступени вдоль южного, юго-восточного склонов Непско-Ботубинской антеклизы через ее центр далее на восток. Работы на периферии главного пояса нефтегазоносности пока не приносят крупных открытий, что связано с уменьшением здесь толщин терригенного подсолевого комплекса и усложнением поведения коллекторов.

В силу этого геологи-нефтяники в последние годы все чаще обращают внимание на краевые прогибы Сибирской платформы [1–6].

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Территория Южного Прибайкалья с точки зрения тектоники представлена южной частью древней Сибирской платформы. С начала кайнозоя за счет термического возбуждения астеносферы [7] между жесткой плитой Сибирского кратона и гетерогенной мозаикой разновозрастных пород Монголо-Охотского пояса начала развиваться Байкальская рифтовая система.

Байкальский рифтогенез не только «перекроил» геологическую карту непосредственно в зоне своего развития, но и оказал существенное влияние на строение соседних областей. Огромные латеральные напряжения вызвали формирование шарьяжно-надвиговых структур шириной до 200 км и протяженностью свыше тысячи километров [8].

К числу уникальных геологических объектов региона следует отнести породы байкальской серии — слабометаморфизованные осадки, являющиеся древнейшими породами с доказанной нефтегазоносностью. Геологические аналоги прибайкальского неопротерозоя на территории Красноярского края формируют одну из крупнейших в Сибири Юрубчѐно-Тохомскую зону нефтегазоаккумуляции.

Район Южного Прибайкалья отличается редкой особенностью, когда на протяжении десятков километров можно изучать обнажения древнейших осадочных пород, начиная с голоуспенской свиты позднего рифея (рис. 1, 2). Наиболее представительные строматолитовые формы улунтуйской свиты обнажаются в скалах долины Малой Кадильной. Большие значения $C_{орг}$ в сланцах и результаты микрофитологических исследований качергатских отложений свидетельствуют о том, что биомасса донных отложений создавалась в результате жизнедеятельности глубоководных хемолитотрофных бактерий. И эта биомасса явилась основой для углеводородного сырья, которое позже под тектоническим давлением мигрировало на север, где образовывало известные нефтегазовые месторождения юга Сибирской платформы.

В пределах краевых прогибов Сибирской платформы прогнозируется широкое развитие органогенных построек в карбонатных толщах венда и кембрия — возможных коллекторов для флюидов. Покрышками служат пласты солей, глинистых карбонатов, ангидритов нижнего кембрия. По мнению А. В. Мигурского [8], в аллохтоне возможен обширный спектр типов ловушек углеводородов: взбрососкладки, сдвиговые, дуплексные, рамповые осложнения, сводовые части валов, антиклиналей, крутонаклонные блоки, экранированные разрывами. Определенную роль играют и конседиментационные особенности пластов-коллекторов [4, 9, 10]. Для условий юго-восточного фаса платформы наиболее объемные ловушки прогнозируются в карбонатной толще венда и нижнебельской подсвите, мощность которой достигает 250–300 м.

Рассматривая перспективы надвинутых и поднадвиговых толщ [10], следует отметить, что поиск ловушек углеводородов в аллохтоне требует нового методического подхода, что связано с его аномальной дислоцированностью, резким отличием его строения от нижележащего автохтона.

Строение структуры байкальской серии и вышележащих отложений изучено и закартировано по поверхностным обнажениям. Но глубинное геолого-геофизическое строение Прибайкальского краевого прогиба изучено крайне слабо. Здесь пока полностью отсутствуют современные исследования методами сейсмических и электромагнитных зондирований. Учитывая широкое распространение здесь горизонтов коллекторов, которые отмечаются в разрезе осадочного чехла в диапазоне от рифея до среднего кембрия, существуют реальные перспективы расширения ресурсной базы углеводородов

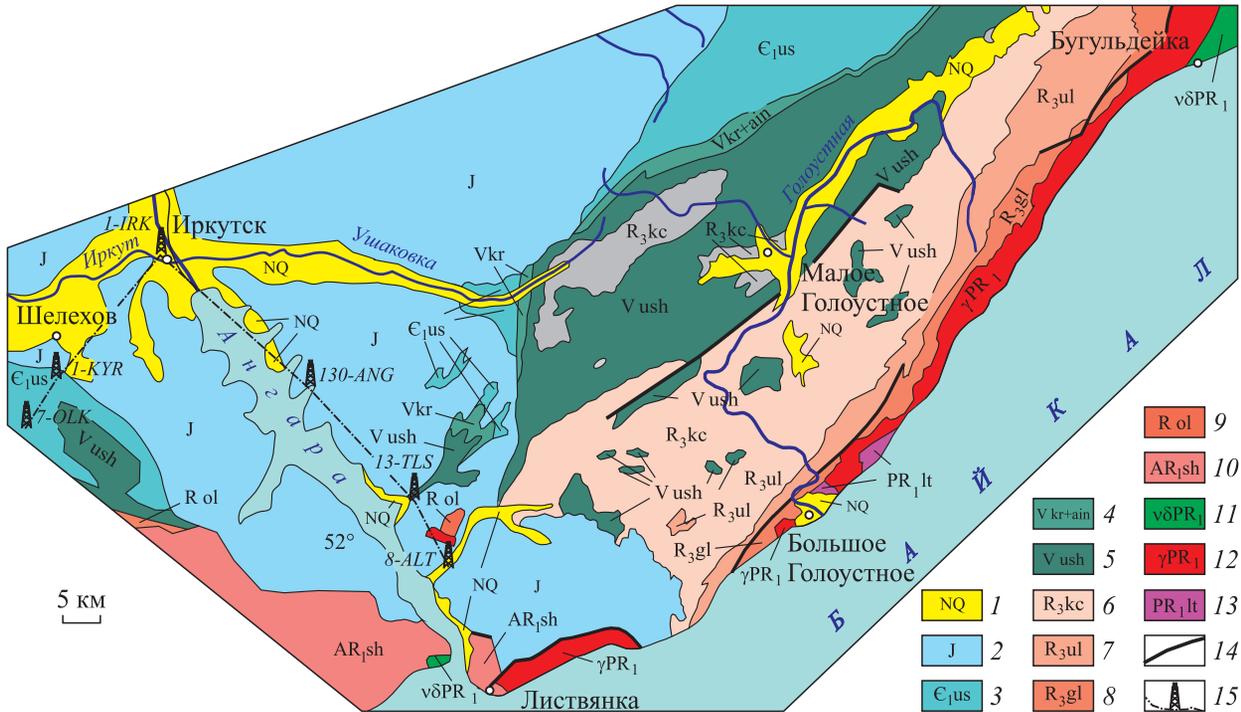


Рис. 1. Геологическая карта участка Западного Прибайкалья.

1 — кайнозой; 2 — юра; 3 — нижний кембрий, усольская свита; 4 — венд, куртунская, аянканская свиты нерасчлененные; 5 — венд, ушаковская свита; верхний рифей: 6 — качергатская свита; 7 — улунтуйская свита; 8 — голоустенская свита; 9 — олхинская свита (байкальская серия нерасчлененная); 10 — архей, шарьжалгайская серия нерасчлененная; 11 — интрузивные породы основного состава; 12 — нижний протерозой, гранитоиды приморского комплекса; 13 — протерозой нерасчлененный, ливтянский комплекс; 14 — тектонические нарушения; 15 — скважины.



Рис. 2. Обнажение пород качергатской и ушаковской свит в районе с. Малое Голоустное (фото А. В. Поспеева).

на юге Лено-Тунгусской нефтегазовой области и подготовки новых подобных областей на ее юго-западном и юго-восточном обрамлении.

СТРАТЕГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первые опыты использования стандартных технологий геолого-геофизических работ на территории краевых прогибов показали необходимость серьезного изменения самой парадигмы поисков. Первоочередными объектами здесь являются погруженные зоны краевых прогибов, где толщины терригенной части подсолевого разреза возрастают, что приводит к увеличению количества и эффективности толщин пластов-коллекторов.

Следующим принципиальным вопросом является переход к применению многоволновой сейсморазведки с большими расстановками и повышенной кратностью наблюдений, а также широкое комплексирование с магнитотеллурическими и нестационарными электромагнитными зондированиями, обладающими приемлемой точностью структурных построений и высокой чувствительностью к наличию коллекторов.

Рисунок 3 иллюстрирует эффективность нестационарных электромагнитных зондирований. Зоны коллекторов, выделенные по данным электрометрических наблюдений, достаточно хорошо проявлены в подсолевой части разреза. Именно здесь в хамакинском горизонте, сложенном трещиноватыми карбонатными породами, при бурении параметрической скважины Чайкинская-279 был получен промышленный приток природного газа.

Важнейшим вопросом обоснования рационального комплекса геофизических методов, а также их оптимальных технологий при изучении краевых перикратонных прогибов и зон сочленения складчатых областей с платформенной является организация научно-методического полигона в пределах одного из прогибов. С учетом совокупности геологических, геофизических и логистических факторов

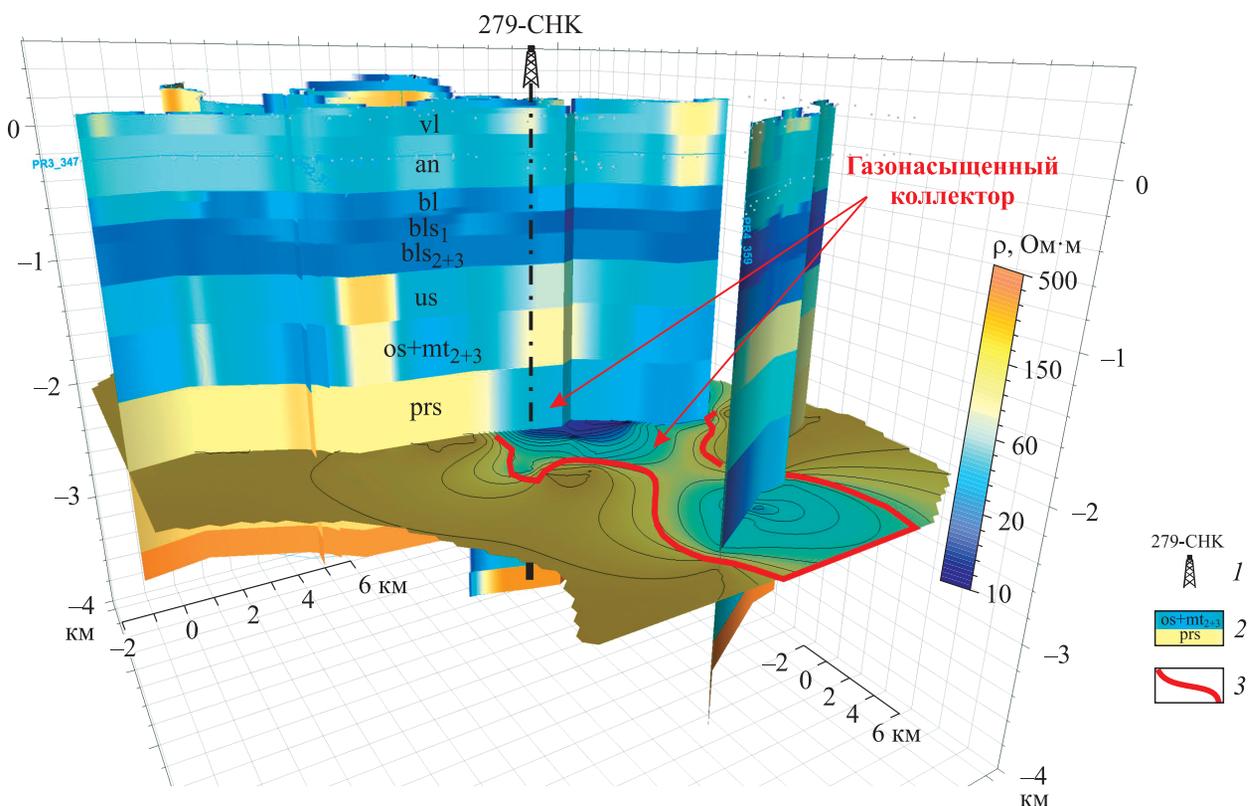


Рис. 3. Геоэлектрическая модель района Чайкинской параметрической скважины.

Стратиграфические подразделения: prs — паршинская свита, os+mt₂₊₃ — осинский горизонт + средне-верхне-молотская подсвита, us — усольская свита, bls — бельская свита, bl — булайская свита, an — ангарская свита, vl — верхоленская свита. 1 — параметрическая скважина; 2 — геоэлектрические горизонты; 3 — контур газоконденсатной залежи.

наиболее удобным для изучения объектом краевой зоны Сибирской платформы представляется южная часть Прибайкальского прогиба.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В нижней части разреза осадочного чехла наиболее перспективными большинство исследователей считают терригенные коллекторы подсолевого комплекса и карбонатные органогенные коллекторы венда–риффея. Детальная корреляция отложений рифейского комплекса, проведенная С. А. Пермяковым [11], позволила соотнести породы олхинской серии, обнаженной и вскрытой рядом скважин южнее г. Шелехова, с одновозрастными образованиями «трехчлена». Следует отметить существование по крайней мере двух интервалов распространения рифейских возможных резервуаров — в базальной части качергатской свиты и в средней части улунтуйской. Здесь коррелируются соответственно пласты песчаников и органогенных карбонатов. Зоны, благоприятные для скопления углеводородов, можно ожидать к северо-западу — это зоны выклинивания верхнепротерозойских осадков байкалия под породами ушакской свиты, мотской серии и перекрывающих отложений, а также к юго-востоку — литологически и тектонически ограниченные по восстанию терригенные и карбонатные коллекторы рифея–венда.

Для вовлечения перспективной территории Южного Прибайкалья в нефтегазопроисходительный процесс необходимо, на взгляд авторов, предпринять шаги по ее комплексному стадийному изучению. Есть все основания полагать, что направление нефтегазопроисходительных работ на территорию Южного Прибайкалья и соседних с ним краевых прогибов даст возможность выявить здесь новые зоны нефтегазоносности.

Работа выполнена в рамках Интеграционной программы ИИЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ефимов А. С., Смирнов М. Ю., Берилко Г. А. и др.** Обобщение результатов анализа геологических и сейсмических данных в пределах Сибирской платформы по территории, обеспечивающей прирост запасов углеводородного сырья для нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» // Геология и минерал. ресурсы Сибири. — 2010. — № 1. — С. 12–32.
2. **Ларионова Т. И.** Признаки перспективности участков скопления углеводородов в аллохтоне складчато-надвиговых территорий // Геология, тектоника, металлогения Северо-Азиатского кратона: Материалы Всерос. науч. конф. — Якутск: Изд-во СВФУ, 2011. — Т. 1. — С. 59–62.
3. **Постникова О. В.** Эволюция рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы и его нефтегазоносность: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. — М., 2009. — 50 с.
4. **Шемин Г. Г., Мячев С. Б., Севостьянов С. Ю.** Предпатомский региональный прогиб — перспективный район для проведения нефтегазопроисходительных работ // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: Материалы 1-й науч.-практ. конф. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 2014. — С. 197–199.
5. **Филиппов Ю. А., Старосельцев В. С.** Рифейские прогибы — основные источники нефти и газа в западной части Сибирской платформы // Геология нефти и газа. — 2009. — № 6. — С. 40–56.
6. **Микуленко К. И., Фрадкин Г. С.** Тектонические критерии нефтегазоносности краевых депрессий Сибирской платформы // Нефтегазоносность верхнекембрийских и фанерозойских отложений восточной части Сибирской платформы: Сб. науч. тр. — Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1986. — С. 4–17.
7. **Мац В. Д., Уфимцев Г. Ф., Мандельбаум М. М. и др.** Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Структура и геологическая история. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2001. — 252 с.
8. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Шарьянское строение зоны сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским нагорьем // Сов. геология. — 1989. — № 7. — С. 9–15.
9. **Самсонов В. В.** Иркутский нефтегазоносный бассейн. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1975. — 198 с.
10. **Жарков М. А., Чечель Э. И.** Осадочные формации кембрия Ангаро-Ленского прогиба. — Новосибирск: Наука, 1973. — 238 с.
11. **Пермяков С. А.** Материалы к корреляции разрезов верхнекембрийских отложений зоны сочленения Прибайкалья и Присяянья // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Проблемы расчленения и корреляции: Сб. науч. тр. — Новосибирск: Изд-во ИГиГ, 1984. — С. 17–23.

Поступила в редакцию 26 октября 2016 г.