



КРАЕВЫЕ ПРОГИБЫ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ НАРАЩИВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Г. Вахромеев¹, А. В. Поспеев², О. Э. Кравчук³, Д. П. Гладкочуб¹

¹Институт земной коры СО РАН, Иркутск; ²Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск; ³Министерство природных ресурсов Иркутской области, Иркутск

Основные разведанные месторождения нефти Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции введены в эксплуатацию, идет ускоренная подготовка к эксплуатации газовых месторождений. Одновременно наблюдается снижение интереса недропользователей и падение объемов геолого-разведочных работ в Иркутской области. Для восполнения фонда объектов лицензирования недр предложено перенести поиски углеводородов из центральных районов Сибирской платформы на периферию: в краевые (перикратонные) прогибы (Присянский, Предбайкальский, Предпатомский) и зоны их сочленения с изученными НГО (Ангара-Ленской и Непско-Ботубинской). Методология предполагает критическое переосмысление парадигмы формирования здесь зон нефтегазоаккумуляции, с одной стороны, и новую парадигму алгоритмов применения и комплексирования геолого-геофизических инструментов (с учетом нового уровня технологий геологической разведки) – с другой. Показано, что от кардинальной смены подхода к геологическому изучению перикратонных прогибов во многом зависит ускоренная подготовка ресурсов/запасов углеводородов с целью обеспечения контрактных поставок по нефтепроводу «Восточная Сибирь – Тихий океан» и развитие глубокой переработки нефти и газа на нефтеперерабатывающих заводах на юге Иркутской области.

Ключевые слова: месторождения нефти и газа, поиски залежей углеводородов на Сибирской платформе, технологии геологической разведки, природные резервуары рифея, венда и кембрия.

MARGINAL TROUGHS OF THE SOUTHERN SIBERIAN PLATFORM AND THE METHODS OF THEIR GEOLOGICAL STUDY WITH THE AIM OF BUILDING UP HYDROCARBON RESOURCE BASE IN THE IRKUTSK REGION

A. G. Vakhromeev¹, A. V. Pospeev², O. E. Kravchuk³, D. P. Gladkochub¹

¹Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, ²The Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk, ³Ministry of Natural Resources and Environment of the Irkutsk Region, Irkutsk

Major explored oil fields of the Lena-Tunguska petroleum province are put into production. Gas fields in the province are rapidly prepared to production. At the same time, subsurface users are getting less interested in the Irkutsk Region, and geological exploration rates decrease there. The authors suggest shifting of exploration for hydrocarbons from the central regions of the Siberian Platform to its periphery: the marginal (pericratonic) troughs and zones of their junction to the explored petroleum regions (Angara-Lena and Nepa-Botuoba). The methodology involves critical rethinking of the paradigm of formation of oil accumulation zones in the region, on the one hand, and new algorithms to use and integrate geological and geophysical tools, taking into account the new technology level of geological exploration, on the other hand. A fundamental change in the approach to geological study of pericratonic troughs is assumed to increase the exploration rate of hydrocarbon resources and reserves and support the project base of the Eastern Siberia–Pacific Ocean oil pipeline, as well as the development of advanced oil and gas refining at oil refinery plants in the south of the Irkutsk Region.

Keywords: oil and gas fields, exploration for hydrocarbon pools in the Siberian Platform, geological exploration technologies, natural Riphean-Vendian-Cambrian reservoirs.

DOI 10.20403/2078-0575-2016-4-75-83

На территории Иркутской области (Иркутский амфитеатр, Иркутский нефтегазоносный бассейн) нефтегазопромысловые работы проводятся с середины прошлого века [2, 11, 12]. Всего за эти годы пробурено почти 1000 параметрических, поисковых и разведочных скважин (суммарно около 2,5 млн пог. м). В результате Государственным комитетом по запасам России на баланс поставлено 36 месторождений углеводородного сырья с суммарными запасами по

промышленным категориям более 850 млн т нефти и около 4 трлн м³ газа.

Основные ресурсы и запасы углеводородов в Иркутской области выявлены в двух НГО – Непско-Ботубинской и Ангара-Ленской – в терригенных отложениях природного мегарезервуара (НГК) венда – кембрия, главными горизонтами-коллекторами в котором являются пласты песчаников [1, 2, 5–8, 18]. Их эффективная толщина меняется от первых до



40–45 м, пористость достигает 25 %. Второй по важности мегарезервуар вмещает сложные карбонатные коллекторы венда – кембрия и кембрия, залегающие в широком диапазоне глубин (от верхней части непсковской свиты до низов литвинцевской) [2, 4, 5, 7, 18]. Зоны улучшенных коллекторских свойств известняков и доломитов обусловлены как наличием биогермных построек, так и комплексом вторичных постседиментационных процессов [16].

Наличие разведанных запасов нефти позволило начать ее добычу в промышленных масштабах с середины прошлого десятилетия [1, 6, 7]. В 2014 г. добыча превысила 13 млн т, выведя таким образом Иркутскую область в число лидеров по добыче «древней» нефти среди регионов Восточной Сибири.

Значение запасов углеводородов (УВ) для экономики Иркутской области трудно переоценить. Перспективы ускорения ее социально-экономического развития в первую очередь связываются с развитием промышленности региона, что требует, с одной стороны, значительного количества энергоресурсов, а с другой – собственной сырьевой базы УВ, позволяющей организовать их глубокую переработку. Именно поставки нефти с Верхнечонского, Дулиньминского, Ярактинского месторождений, газа и газового конденсата с гигантского Ковыктинского в течение нескольких десятилетий рассматривались как основа формирования крупного Восточно-Сибирского нефтегазового кластера с одновременным решением экологических проблем в промышленных городах юга Иркутской области [5 и др.]. В последние десятилетия было разработано, частично реализовано, но затем остановлено несколько важных региональных инфраструктурных проектов, связанных с транспортировкой и переработкой углеводородного сырья:

- строительство магистрального газопровода «Ковыкта – Саянск – Ангарск – Иркутск» (700 мм, 630 км, 0,7 млрд м³ газа в год), который построен частично – 126 км до пос. Жигалово с переходами рр. Тутура, Лена;

- удвоение мощностей по производству ПВХ на ОАО «Саянскимпласт»;

- строительство завода минеральных удобрений на промплощадке «Ангарскнефтеоргсинтез» и другие проекты.

Парадоксальным выглядит и практически полное отсутствие газификации населения области при наличии огромных ресурсов газа, и отсутствие государственной программы строительства региональных объектов трубопроводного транспорта нефти и газа к объектам нефтегазового кластера (Ангарск, Усолье, Саянск).

Концептуально утвержденные территории ускоренного развития в регионе, в том числе Иркутско-Саянский и Усть-Кутский нефтегазохимические и Мамско-Бодайбинский горнорудный кластеры, испытывают дефицит углеводородов, а последний – и в целом жесткий энергодефицит. Особо отметим, что углеводородное сырье, которое добывается в на-

шем регионе, обладает высочайшим качеством для нефтехимии. Оно гораздо более предпочтительно для нефте- и газопереработки по сравнению с западносибирской нефтью, которая поступает в Ангарск из Томска по трубопроводу.

Тем не менее ситуация в области нефтедобычи далека от нормальной. Запасы нефти категории С₁ в основном подготовлены в советское время. Их доля, поставленная на баланс в 2000-е гг., невелика и не обеспечивает необходимого задела. Анализ соотношения существующих темпов прироста разведанных запасов и объемов добычи нефти показывает, что в течение ближайших 5–10 лет начнется ее сокращение, а через 10–15 лет – полное истощение запасов. Это может сделать весьма проблематичным выполнение обязательств по областной квоте поставок в ВСТО.

Что касается природного газа, то в Иркутской области в стадии доразведки находится Ковыктинское ГКМ, крупнейшее на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока. Балансовые запасы месторождения и его сателлитов по категориям С₁+С₂ оцениваются в 2,5 трлн м³ с перспективой прироста до 3,0–3,2 млрд м³. Однако из-за отсутствия необходимой трубопроводной инфраструктуры добыча осуществляется в крайне малых объемах.

Существующее положение в области использования УВ сырья и его ресурсов во многом связано с особенностями государственной политики недропользования. С начала XXI в. она представляет собой систему государственно-частного партнерства, предусматривающую проведение региональных геолого-геофизических работ на слабоизученных территориях за счет средств федерального бюджета, лицензирование территорий с выявленными перспективными объектами и привлечение инвесторов на аукционной основе для дальнейшего вовлечения земель в поисково-разведочные работы [7].

Практически с самого начала поисково-разведочных работ на нефть и газ на юге Сибирской платформы методикой геолого-геофизических исследований предусматривались выявление и подготовка перспективных объектов, под которыми в большинстве случаев подразумевались антиклинальные структуры [5]. Количество и площадь таких объектов были плановыми показателями для геологических организаций в советское время. Основным методом решения подобной геологической задачи была сейсморазведка, прошедшая путь от однократных МОВ с ручной обработкой и интерпретацией данных до ОГТ с кратностью до 100 и более. Многочисленные объекты, закартированные сейсморазведкой, до сих пор числятся в фонде перспективных структур, присутствуют в паспортах объектов лицензирования, отражены на многих структурно-тектонических схемах.

Тем не менее практика буровых работ в области показала, что расхождение глубин нижних горизонтов разреза, прогнозируемых по сейсморазведке и определенных последующим бурением, могло составлять первые сотни метров. Несоответствие проектных



и фактических значений глубины вскрытия реперных горизонтов было обусловлено сложной скоростной структурой разреза и в отдельных случаях достигало сотен метров.

Например, на западном склоне Непского свода методом точечных сейсмических зондирований были выделены крупные региональные поднятия – Алтыбский и Тэтэрский выступы, не подтвержденные последующим параметрическим бурением. Более того, на практике стала ясна порочность структурного подхода к поискам нефти и газа вообще. Это связано с ключевой особенностью строения нефтегазоносных толщ – прерывистым, мозаичным распространением проницаемой части природных резервуаров. В этом случае эффективность поисков перспективных объектов обеспечивается возможностью не столько точной оценки глубин расположения УВ-содержащих отложений, сколько прогноза зон развития коллекторов как таковых.

Что касается подсоловых терригенных коллекторов, то на территории юга Сибирской платформы выявлена достаточно хорошая корреляция между суммарной эффективной толщиной коллекторов и общей толщиной терригенной части венд-нижнекембрийских пород (рис. 1). Это хорошо видно на территории Саха-Якутии, где при удалении от свода Непско-Ботуобинской антеклизы в сторону Предпатомского регионального прогиба увеличиваются размеры месторождений, а за счет многопластовой структуры коллекторов растут их запасы [2, 5, 18].

Стратегия геологического изучения новых территорий на перспективы обнаружения УВ-сырья полностью определяется федеральными структурами – Роснедра и головным институтом ВНИГНИ [3]. В таком механизме принятия решений заложено «слабое звено», которое прямо зависит от принятой парадигмы поисков и оценки перспективности новых территорий. Следует отметить, что до настоящего времени правило «с помощью сейсморазведки иди по восстанию структуры» фактически является инструктивным.

Начиная с 2003 г. региональные геофизические исследования были проведены за счет средств федерального бюджета на ряде площадей в пределах основного пояса нефтегазоносности области, что позволило вовлечь их в стадию поисков и разведки [1, 5–7]. В дальнейшем география региональных федеральных работ сместилась на западный, северо-западный, северный склоны Непско-Ботуобинской антеклизы (НБА) и район Присаяно-Енисейской синеклизы и ее сочленения с Ангара-Ленской ступенью (АЛС) и НБА. Однако эти территории довольно сложны для поисков. Западная периферия НБА характеризуется существенным сокращением толщин терригенной части подсолового комплекса и крайне сложными поверхностными сейсмогеологическими условиями перекрывающих толщ и верхней части разреза. Присаяно-Енисейская синеклиза сложена достаточно мощным осадочным чехлом, трудна для бурения глубоких скважин, отличается относительно малым количеством нефтегазопроявлений в процессе бурения и испытания скважин.

В связи с условиями нефтегазогенерации она целиком расположена в зоне газонакопления, но на достаточно большом удалении возможных потребителей природного газа. Возможно, поэтому попытки привлечь инвесторов к этим территориям терпят неудачу. Представляется, что продолжение здесь региональных работ в ближайшие годы приведет к дальнейшей потере времени и средств.

Таким образом, налицо стратегический кризис прогноза и поисков УВ. Парадигма поисков здесь нефти и газа 1970–1980-х гг. [2, 8, 12], по сути, реализована. В Иркутской области сегодня директивно предложено практически полное сворачивание региональных работ, поскольку фонд перспективных территорий практически исчерпан.

Точка зрения авторов статьи совершенно иная. С геологических позиций потенциал нефтегазоносности юга и востока Лено-Тунгусской НГО таков, что существуют вполне определенные перспективы обнаружения средних и крупных месторождений углеводородов. Для этого однозначно необходима смена объекта геологического изучения на краевые прогибы (Присаянский, Прибайкальский, Предпатомский) и зоны их сочленения с изученными платформенными НГО и пересмотр парадигмы поисков нефти и газа. Во-первых, для поиска неантиклинальных ловушек надо использовать другой принцип: «с помощью комплекса геолого-геофизических методов иди вниз по падению структур для выявления флюидонасыщенных объектов». Во-вторых, необходимо обязательное опережающее (до сейсморазведки) использование высокоточных электромагнитных зондирований, а также комплексные исследования с лито- и гидрогеохимическими работами, позволяющие выявлять и оценивать именно зоны развития коллекторов.

Существующая практика изучения коллекторов с помощью нестационарных зондирований в ближней зоне (ЗСБ) показывает, что существенная зависимость геоэлектрических свойств целевых горизонтов разреза от их пористости и характера флюидонасыщения позволяет количественно оценивать ресурсы резервуаров по данным комплекса ЗСБ – ОГТ. Выборочное, продуманное применение сейсморазведки МОГТ и ее модификаций обеспечит взвешенное удорожание только на отдельных объектах, для которых уже есть аргументированные поисковые признаки флюидного насыщения природных резервуаров нефти и газа. Для регионального этапа оценки геологического строения краевых прогибов и зон сочленения и с учетом огромной площади малоизученных земель этот подход позволит обеспечить значительную экономию государственных средств.

В зонах погружений передовых прогибов Иркутского амфитеатра происходит резкое наращивание толщины терригенной части разреза, появляются многочисленные резервуары, сложенные песчаниками. В погруженных зонах краевых прогибов в карбонатной части разреза прогнозируется формирование высокочемных органогенных карбонатов [2, 4, 5, 8,

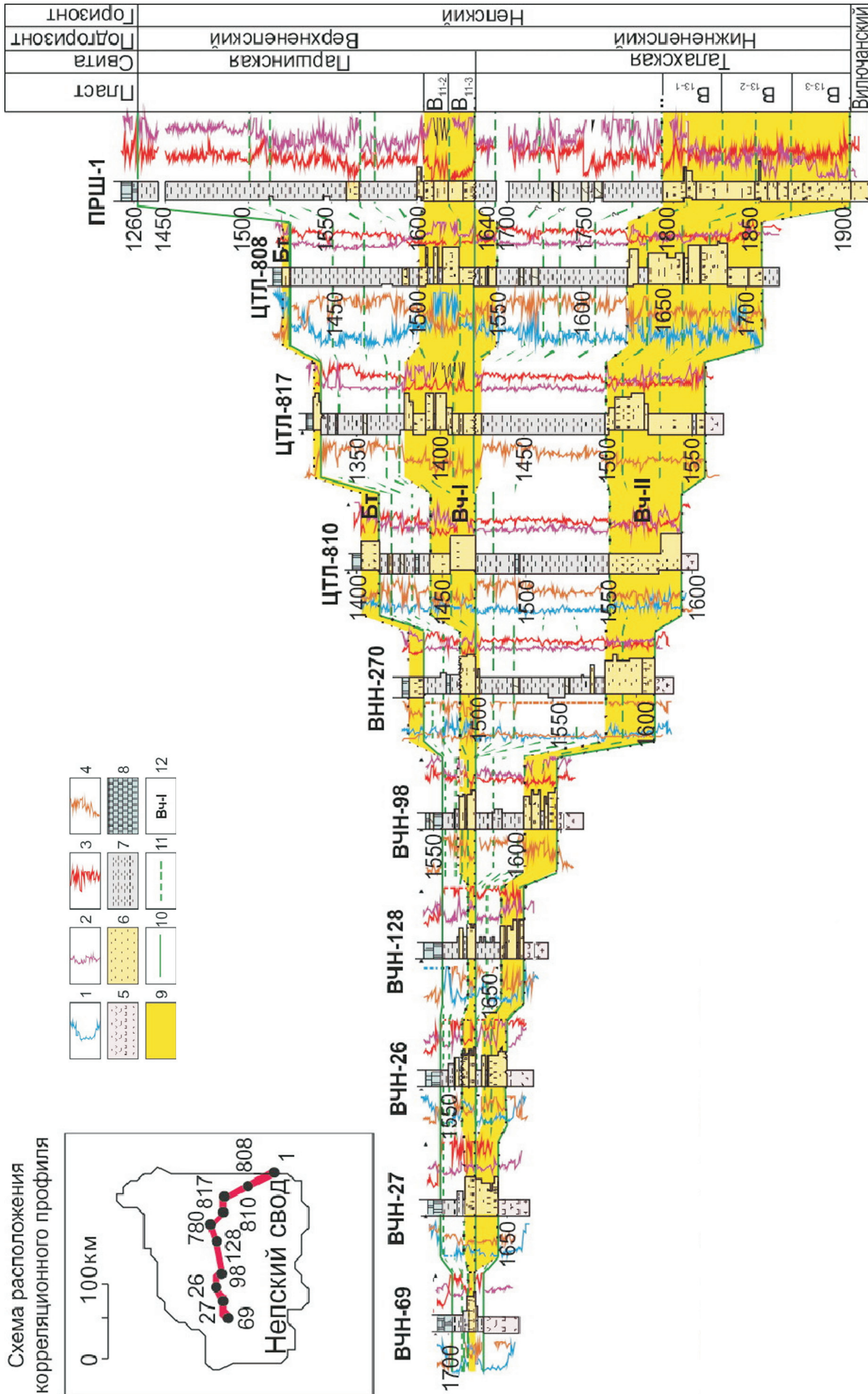


Рис. 1. Корреляция терригенных отложений подсолевого комплекса по линии скважин Верхнечонская 69 – Паршинская 1 по [18]

1–4 – графики каротажа АК, БК, ГК, НГК соответственно; 5 – породы фундамента; 6 – песчаники; 7 – аргиллиты, алевролиты; 8 – известняки, доломиты; 9 – положение песчаников между скважинами; линии корреляции: 10 – уверенные, 11 – неуверенные, 12 – основные резервуары

18]. Наконец, здесь на доступных глубинах залегают достаточно мощные рифейские толщи, обладающие огромным потенциалом нефтегазоносности, доказанным на Сибирской платформе [2, 3, 4, 6, 8, 11, 16, 17, 19]. На рис. 2 отражены главные объекты геологического изучения территории Иркутской области: передовые (перикратонные) и интракратонные рифейские осадочные бассейны – основные источники УВ на Сибирской платформе [16–18].

Несмотря на то что случаи вскрытия глубокими скважинами пород среднего – верхнего рифея единичны, перспективность этих отложений на нефть и газ не вызывает сомнений. Согласно А. А. Трофимук, А. Э. Конторовичу, Ю. А. Филипову, А. И. Ларичеву,

П. Н. Соболеву, В. С. Старосельцеву, О. В. Постниковой и др. [2, 6, 8, 9, 11, 15, 17, 20], именно рифейские породы перикратонных и интракратонных прогибов являются источником генерации углеводородов, сформировавших известные в настоящее время запасы углеводородов Сибирской платформы. Потенциально нефтегазоносные карбонатные толщи средней части рифейского разреза на обнажениях в Прибайкалье сложены высокопористыми строматолитовыми известняками толщиной до 1,5 км [16]. Сопоставимые по геохронологический шкале рифейские породы Байкинской антеклизы содержат гигантские запасы нефти в пределах Юрубчено-Тохомской зоны (ЮТЗ) [2, 6, 15, 17, 20]. Дебиты некоторых скважин в ЮТЗ достигают

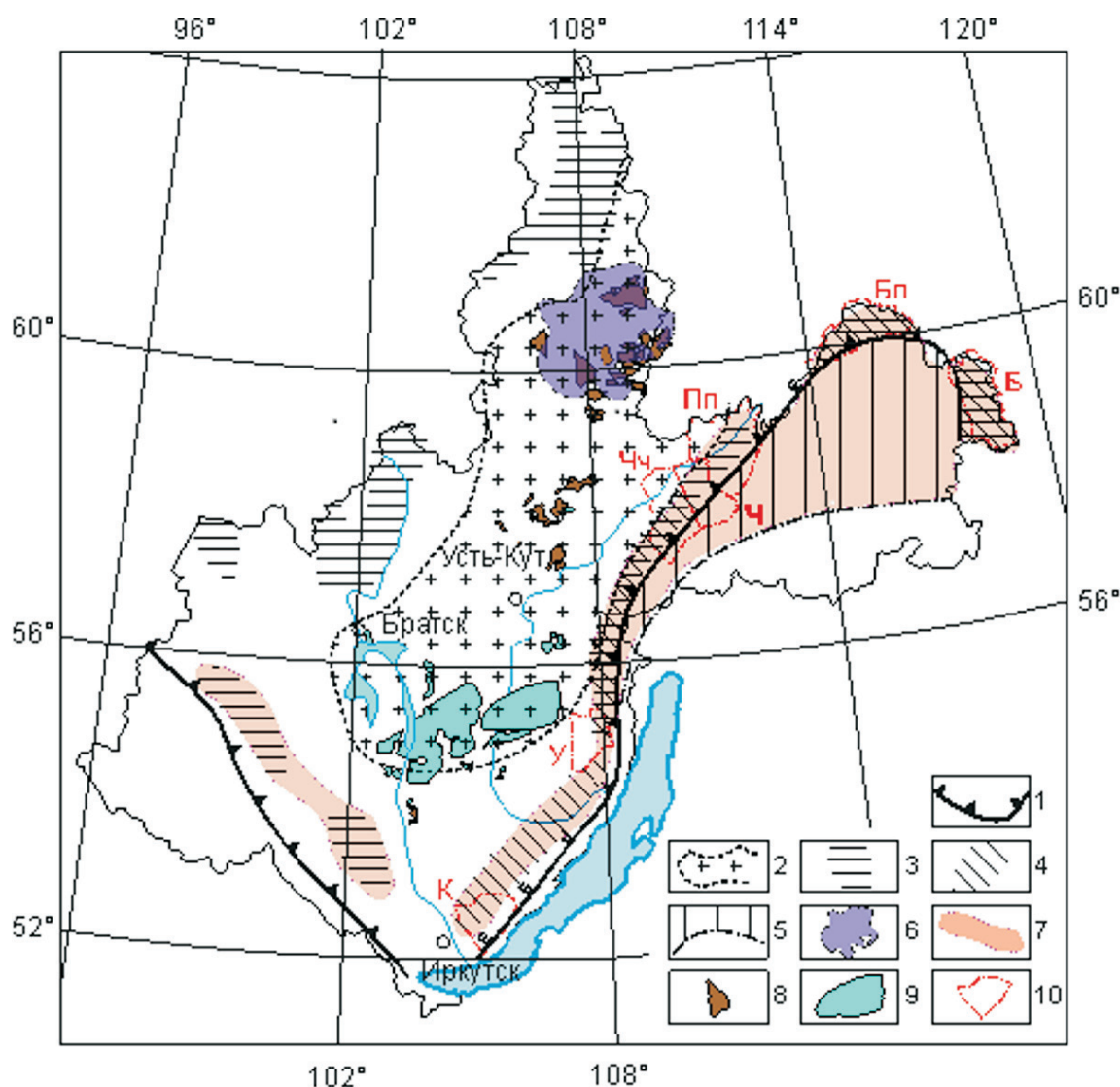


Рис. 2. Схема перспектив региональных нефтегазоносных объектов территории Иркутской области (по [7, 11])

1 – контур выхода кристаллических пород; 2 – участки отсутствия рифейских комплексов; зоны и участки возможного нефтегазоаккумуляции: 3 – в рифей-вендских породах, 4 – в дезинтегрированных образованиях рифея и верхах кристаллического фундамента; 5 – зона возможного развития поднадвиговых рифей-венд-нижнекембрийских пород в Патомском нагорье; 6 – перспективные зоны возможного развития рифогенных карбонатных толщ кембрия, повышенных толщин терригенного венда и развития терригенно-карбонатных толщ рифея; 7 – перспективные зоны нефтегазоаккумуляции в краевых прогибах; месторождения: 8 – нефтяные, 9 – газовые; 10 – предлагаемые участки региональных площадных ГРП (К – Качергатский, У – Ульканский, Чч – Чичиканский, Ч – Чайский, Пп – Предпатомский, Бп – Большепатомский, Б – Березовский)



сотен тонн нефти в сутки и более. Именно открытие группы нефтегазоконденсатных месторождений ЮТЗ перечеркнуло господствовавшую ранее точку зрения, что породы верхнего протерозоя – рифея на Сибирской платформе относятся к цоколю платформы, к его кристаллическому фундаменту.

Важно отметить, что фактическая площадь нефтегазоносности Иркутской области в краевой части Сибирской платформы может быть значительно больше площади обнажений осадочных пород за счет существования региональных зон надвигов. Так, по мнению А. В. Мигурского, В. С. Старосельцева, Г. Г. Шемина, А. В. Сметанина, В. И. Сизых и многих других известных ученых, в пределах Байкало-Патомского надвигового пояса (1200 км) протяженность отдельных шарьяжных зон Предпатомского прогиба может достигать десятков километров [14]. Это открывает перспективы открытия залежей углеводородов в автохтоне даже там, где на поверхности обнажаются метаморфизованные протерозойские породы.

В Иркутской области средневерхнерифейские породы залегают в самых низах осадочного разреза в Присяжно-Енисейской синеклизе и ее обрамлении, а также в Присяянском, Прибайкальском и Предпатомском краевых (перикратонных) прогибах. Они характеризуются наличием как терригенных отложений с улучшенными коллекторскими свойствами, так и достаточно мощных толщ органогенных известняков (см. рис. 2). Нефтегазоносность рифея доказана в Красноярском крае, где в конце прошлого века в древнейшем рифейском трещинном карбонатном резервуаре открыт ареал нефтегазонакопления [5, 8, 9, 11, 14, 15, 17, 20] площадью более 60 тыс. км² с прогнозируемым ресурсным потенциалом 6,5 млрд т условного топлива, извлекаемыми запасами более 930 млн т нефти и 1 трлн м³ газа. Это дает нам основание провести параллель с рифейскими прогибами не только западной части Сибирской платформы [16], но и юго-запада, юга и юго-востока Иркутского нефтегазоносного бассейна [4, 8, 11, 12, 19].

Комплекс выполненных В. А. Москвитиним в 1984 г. стратиграфических и палеогеографических исследований позволил выявить в мощной толще рифея Нюйско-Джербинской и Березовской впадин семь потенциально возможных резервуаров нефти и газа, которые могут содержать как структурные, так и литологические залежи нефти и газа. Предпатомский прогиб в пределах Саха-Якутии – первоочередной объект региональных нефтегазопроисковых работ, утвержденный Роснедра и Якутнедра [6, 7]. Здесь проводятся не только региональные работы за счет средств федерального бюджета, но и поисковые исследования недропользователями на нескольких лицензионных участках. Геофизические, в том числе сейсморазведочные, работы показывают в целом неплохую геологическую эффективность практически в тех же приповерхностных и глубинных сейсмогеологических условиях, что и на территории Иркутской области.

Таким образом, только в южных районах Лено-Тунгусской НГП в Иркутской области рифейским отложениям перикратонных прогибов и зонам их сочленения с платформенными нефтегазоносными областями (НБА, АЛС) нефтегазоразведчики не уделили должного внимания. Между тем в настоящее время имеются большие перспективы открытия крупных месторождений углеводородов в перикратонных прогибах [4, 6–8, 11, 14, 16, 18] и, следовательно, проведение здесь масштабных комплексных региональных работ с задачей прироста МСБ УВ и подготовки объектов для последующего лицензирования не имеет альтернативы. В качестве яркого примера приведем региональный геоэлектрический профиль (метод ЗСБ) на рис. 3, на котором отчетливо выделяются не изученные бурением аномально проводящие зоны в области Присяянского краевого прогиба и зоны его сочленения с Ангари-Ленской НГО. Не вызывает сомнений как сложное строение природных резервуаров краевого прогиба, так и флюидонасыщенность карбонатных горизонтов венда – кембрия и нижележащих (по отношению к парфеновскому продуктивному горизон-

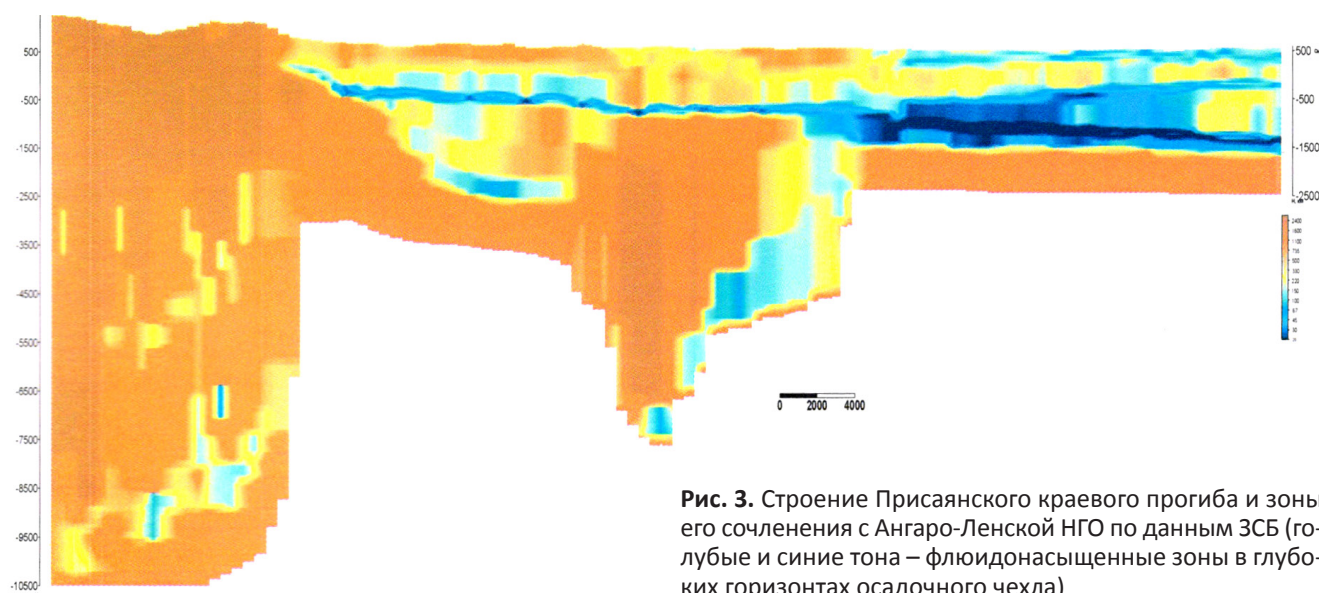


Рис. 3. Строение Присяянского краевого прогиба и зоны его сочленения с Ангари-Ленской НГО по данным ЗСБ (голубые и синие тона – флюидонасыщенные зоны в глубоких горизонтах осадочного чехла)



ту венда) природных резервуаров нефти и газа. Эти проводящие тела могут быть увязаны только с флюидонасыщенным природным резервуаром верхнего протерозоя – рифея.

Отметим следующие инфраструктурные и геологические преимущества предлагаемых для геологического изучения на нефть и газ объектов – перикратонных прогибов. Большая их часть находится либо непосредственно вдоль Транссибирской магистрали и расположенного на ней промышленного комплекса, либо вблизи от трассы ВСТО. На сочленении прогибов с Ангаро-Ленской ступенью и Непско-Ботуобинской антеклизой седиментация многих карбонатных горизонтов происходила в условиях мелководного шельфа, за счет чего образовались биогермные постройки, характеризующиеся хорошими емкостными свойствами [2, 8, 18]. Примерами могут служить осинский органогенный объект, содержащий залежь Талаканского месторождения, Чайкинский карбонатный резервуар с газоконденсатной залежью в нижнепаршинской подсвите, вскрытый Чайкинской скв. 279. Кроме того, здесь фиксируется значительное – до нескольких десятков метров и более – увеличение толщин терригенной части подсолевого комплекса. Это приводит к соответствующему повышению эффективной мощности песчаных коллекторов и увеличению их количества в разрезе.

Основной аргумент против развития подобного рода работ – низкая эффективность геофизических, в частности сейсмических, исследований. Так, на Криволукской площади, изученной на внешней периферии Предпатомского прогиба, средний коэффициент прослеживаемости целевых отражений на разрезах ОГТ не превышает 15 %. Аналогичные сложные сейсмогеологические условия встречены на речном профиле Жигалово – Витим севернее Киренска на Надеждинской площади.

Следует отметить, что существенным недостатком отмеченных исследований является работа «в один проход» с некоторой заранее зафиксированной методикой, что исключает даже попытку ее «настройки» на конкретную задачу. Кроме того, практически не использовались возможности альтернативных методов геофизического картирования, в частности нестационарных и магнитотеллурических электромагнитных зондирований. По многолетнему опыту работ, структура верхней части разреза резко влияет на качество сейсморазведочных данных, но не на материалы нестационарных электромагнитных зондирований. Использование современных систем регистрации электромагнитного поля позволяет обеспечивать точность оценки кажущихся сопротивлений на уровне лучше 1 %. Петрофизические особенности осадочных пород обеспечивают заметное снижение их удельного сопротивления по сравнению с породами кристаллического фундамента. Использование установок разной детальности и глубинности дает возможность обеспечить надежное картирование геоэлектрических параметров разреза начиная с его

первых метров и завершая осадочными, метаморфическими и магматическими породами глубоких горизонтов земной коры и верхней мантии.

Авторы предлагают следующую программу геологического изучения новых перспективных зон нефтегазонакопления в Присяянском, Прибайкальском и Предпатомском перикратонных прогибах для расширения ресурсной базы углеводородов в непосредственной близости от промышленно и инфраструктурно развитой территории Иркутской области уже в течение ближайших пяти лет.

1. Проведение детальных опытно-методических работ в пределах зон со сложными сейсмогеологическими условиями. Опробование высокочастотной (до 200) детальной расстановки МОГТ с регистрацией вертикальных компонент на профилях-спутниках и трехкомпонентной – на основном профиле, что даст возможность пространственной и поляризационной разбраковки волновой картины и выделения однократно отраженных волн на фоне боковых, кратных, обменных и иных волн-помех. Опробование регистрации головных и рефрагированных волн от горизонтов осадочного чехла и кристаллического фундамента в первых вступлениях на больших удалениях «взрыв – прибор». Выполнение здесь же высокоточных гравиметрических работ, а также малоглубинных нестационарных электромагнитных зондирований (МЗС). Формирование на основе результатов интерпретации несейсмических данных геологической модели верхней части разреза, прогноз его скоростной структуры, использование данных гравиметрии и МЗС для расчета и коррекции статических поправок при обработке ОГТ. Проведение электромагнитных исследований комплексом ЗСБ-МТЗ для надежного картирования горизонтов осадочного чехла и кристаллического фундамента.

В результате проведения опытно-методических работ будут разработаны методические рекомендации, которые позволят обеспечить высокую геологическую эффективность геофизических исследований в сложных геологических условиях прогибов юга и юго-востока Сибирской платформы.

2. Завершение программы регионального геологического изучения строения осадочного чехла и кристаллического фундамента юга Сибирской платформы, предложенной акад. А. Э. Конторовичем, путем завершения начатых и отработки новых комплексных профилей и рассечек, пересекающих краевые прогибы Иркутского осадочного бассейна с обязательным выходом на горное обрамление. Активное внедрение новых технологий речной сейсморазведки [10, 13], позволяющей поднимать кратность, получить более высокое качество сейсмических разрезов, в благоприятных случаях приблизиться к технологии 3D при одновременном снижении затрат.

3. Проведение площадных региональных геологических работ в пределах нераспределенного фонда недр на территории перикратонных прогибов юго-востока области на Качергатской, Ульканской,



Чичиканской, Чайской, Предпатомской, Большепатомской, Березовской площадях. Суммарная площадь предлагаемых участков превышает 50 000 км².

4. Комплексное геолого-геофизическое обоснование перспективных объектов и бурение ряда параметрических скважин – Тангуй-Удской в Присаянском, Усть-Ордынской в Прибайкальском, Северо-Байкальской и Верхнепаршинской в Предпатомском прогибах и зонах их сочленения с платформенными структурами для детального изучения характеристики разреза осадочного чехла, в том числе в интервале залегания пород терригенного венда и среднего – верхнего рифея.

Последовательное осуществление предлагаемых работ по геологическому изучению краевых прогибов Иркутского нефтегазоносного бассейна, открытие новых зон нефтегазоаккумуляции, месторождений нефти и газа и их освоение позволит не только увеличить минерально-сырьевую базу УВ сырья, но и решить ряд важных социальных проблем южного Иркутско-Саянского и северного Мамско-Бодайбинского промышленных узлов: осуществить газификацию промышленных предприятий и жилья, бытовое теплоснабжение, очищение воздушного бассейна крупных городов. Кроме того, кардинально улучшится экологическая обстановка в районе оз. Байкал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Белонин М. Д., Маргулис Л. С.** Нефтегазовый потенциал и перспективы освоения углеводородных ресурсов востока России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006. – № 1. – Точка доступа: www.ngtp.ru.
2. **Геология** нефти и газа Сибирской платформы / А. С. Анциферов, В. Е. Бакин, И. П. Варламов [и др.]; под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
3. **Исаев В. П.** Патомский феномен. – Иркутск: Изд-во ун-та, 2014. – 95 с.
4. **Королюк И. К.** Сравнительная характеристика формаций рифея и кембрия Прибайкалья. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 156 с.
5. **Непско-Ботубинская** антеклизы – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / А. С. Анциферов, В. Е. Бакин, В. Н. Воробьев и др.; под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – Новосибирск: Наука, 1986. – 245 с.
6. **Обобщение** результатов анализа геологических и сейсмических данных в пределах Сибирской платформы по территории, обеспечивающей прирост запасов углеводородного сырья для нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» / А. С. Ефимов, М. Ю. Смирнов, Г. А. Берилко, и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. – № 1. – С. 12–32.
7. **Основные** результаты (2005–2011 гг.) и актуальные задачи изучения и освоения ресурсов углеводородного сырья Восточной Сибири / А. С. Ефимов, А. А. Герт, М. Ю. Соболев и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2011. – № 4(8). – С. 3–13.
8. **Постникова О. В.** Эволюция рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы и его нефтегазоносность: автореф. дис. ... д. г.-м. н. – М., 2009. – 50 с.
9. **Результаты** гидродинамических исследований карбонатных нефтяных пластов Юрубчено-Тохомского месторождения / Б. А. Фукс, Я. А. Иванов, А. Б. Фукс и др. // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38, № 7. – С. 1260–1276.
10. **Речная** сейсмика: динамика развития в новом веке / А. А. Брыксин, В. С. Селезнев, А. В. Лисейкин, М. Ю. Смирнов // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: матер. 2-й науч.-практ. конф. Т. 2. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2015. – С. 26–28.
11. **Рифейские** осадочные бассейны Восточно-Сибирской провинции и их нефтегазоносность / А. А. Трофимук, М. П. Гришин, А. Э. Конторович и др. // Докл. сов. геологов на XXVIII сес. МГК (Вашингтон, июль 1989). – М.: Наука, 1989. – С. 5–12.
12. **Самсонов В. В.** Иркутский нефтегазоносный бассейн. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1975. – 198 с.
13. **Сейсморазведка** 3Д для районов со сложными гидрографическими условиями / В. А. Милашин, М. Е. Старобинец, О. Л. Милашина и др. // Технологии сейсморазведки. – 2010. – № 2. – С. 70–73.
14. **Старосельцев В. С.** Актуальные проблемы тектоники нефтегазоперспективных регионов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 212 с.
15. **Трофимук А. А.** Куюмбинско-Юрубчено-Тайгинское газонефтяное месторождение-супергигант Красноярского края. Основы технико-экономического обоснования разработки – Новосибирск, 1992. – 60 с.
16. **Филипцов 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.
17. **Харахинов В. В., Шленкин С. И.** Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири на примере Куюмбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазоаккумуляции. – М.: Научный мир, 2011. – 420 с.
18. **Шемин Г. Г.** Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 467 с.
19. **Шенфиль В. Ю.** Поздний докембрий Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1991. – 185 с.
20. **Юрубчено-Тохомская** зона нефтегазоаккумуляции – важный объект концентрации региональных и поисково-разведочных работ в верхнем протерозое нефтегазоносной провинции / А. Э. Конторович, А. А. Конторович, В. А. Кригин и др. // Геология и геофизика. – 1988. – № 11. – С. 45–95.



REFERENCES

1. Belonin M.D., Margulis L.S. [Petroleum potential and development prospects of hydrocarbon resources in the eastern regions of Russia]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika – Petroleum Geology. Theory and Practice*, 2006, no. 1. Available at: www.ngtp.ru. (In Russ.).
2. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Varlamov I.P., et al. *Geologiya nefti i gaza Sibirskoy platformy* [Oil and gas geology of the Siberian Platform]. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Trofimuk A.A. eds. Moscow, Nedra Publ., 1981. 552 p. (In Russ.).
3. Isaev V.P. *Patomskiy fenomen* [The Patom phenomenon]. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 2014. 95 p. (In Russ.).
4. Korolyuk I.K. *Sravnitel'naya kharakteristika formatsiy rifeya i kembriya Pribaykal'ya* [Comparative analysis of the Riphean and Cambrian formations in the Baikal region]. Moscow, AS USSR Publ., 1962. 156 p. (In Russ.).
5. Antsiferov A.S., Bakin V.E., Vorobyev V.N., et al. *Nepso-Botuobinskaya antekliza – novaya perspektivnaya oblast' dobychi nefti i gaza na Vostoke SSSR* [The Nepa-Botuoba antecline as a new promising region of oil and gas production in the east of the USSR]. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Trofimuk A.A. eds. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986. 245 p. (In Russ.).
6. Efimov A.S., Smirnov M.Yu., Berilko G.A., et al. [Generalization of analytical geological and seismic results within the Siberian Platform over the territory providing additions to hydrocarbon reserves for the East Siberia – Pacific Ocean oil pipeline]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, Novosibirsk, 2010, no. 1, pp. 12–32. (In Russ.).
7. Efimov A.S., Gert A.A., Sobolev M.Yu., et al. [Basic results (2005–2011) and topical problems in studying and developing of hydrocarbon resources of East Siberia]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2011, no. 4(8), pp. 3–13. (In Russ.).
8. Postnikova O.V. *Evolutsiya rifey-vend-kembriyskogo osadochnogo basseyna yuga Sibirskoy platformy i ego neftegazonosnost'* [Evolution of the Riphean-Vendian-Cambrian sedimentary basin in the south of the Siberian Platform and its petroleum potential]. Author's abstract of DSc thesis, Moscow, 2009. 50 p. (In Russ.).
9. Fuks B.A., Ivanov Ya.A., Fuks A.B., et al. [Findings of hydrodynamic survey of carbonate oil-bearing beds of the Yurubcheno-Tokhomskoye field]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1997, vol. 38, no. 7, pp. 1260–1276. (In Russ.).
10. Bryksin A.A., Seleznev V.S., Liseykin A.V., Smirnov M.Yu. [River seismic survey. The evolution trends in the new age]. *Geologiya, geofizika i mineral'noe syr'e Sibiri. Mat. 2-y nauchno-prakt. konf. – Geology, geophysics and mineral resources of Siberia. Proc of the 2nd research and practice conference*. Novosibirsk, SNIIGGIMS Publ., 2015, pp. 26–228. (In Russ.).
11. Trofimuk A.A., Grishin M.P., Kontorovich A.E., et al. [Riphean sedimentary basins of the East-Siberian province and their petroleum potential]. *Dokl. sov geologov na XXVIII sessii Mezhdunar. Geol. Kongress (Vashington, iyul' 1989)* [Reports of Soviet geologists at 28th International Geological Congress (Washington, July 1989)]. Moscow, Nauka Publ., 1989, pp. 5–12. (In Russ.).
12. Samsonov V.V. *Irkutskiy neftegazonosnyy basseyn* [Irkutsk petroleum basin]. Irkutsk, East-Siberian Publishing House, 1975. 198 p. (In Russ.).
13. Milashin V.A., Starobinets M.E., Milashina O.L., et al. [3D seismic survey in the regions with complex hydrographic conditions]. *Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Survey Techniques*, 2010, no. 2, pp. 70–73. (In Russ.).
14. Staroseltsev V.S. *Aktual'nye problemy tektoniki neftegazoperspektivnykh regionov* [Topical problems of tectonics of petroleum promising regions]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008. 212 p. (In Russ.).
15. Trofimuk A.A. *Kuyumbino-Yurubcheno-Tayginskoe gazoneftyanoe mestorozhdenie – supergigant Krasnoyarskogo kraya* [The Kuyumbino-Yurubcheno-Tayginskoe supergiant gas and oil field in the Krasnoyarsk Region]. Novosibirsk, 1992. 60 p. (In Russ.).
16. Filiptsov Yu.A., Staroseltsev V.S. [Riphean troughs as major sources of oil and gas in the western Siberian Platform]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and Gas Geology*, 2009, no. 6, pp. 40–56. (In Russ.).
17. Kharakhinov V.V., Shlenkin S.I. *Neftegazonosnost' dokembriyskikh tolshch Vostochnoy Sibiri na primere Kuyumbinsko-Yurubcheno-Tokhomskogo areala neftegazonakopleniya* [Petroleum potential of the pre-Cambrian strata in East Siberia. A case study of the Kuyumbino-Yurubchen-Tokhomo petroleum accumulation area]. Moscow, Nauchny mir Publ., 2011. 420 p. (In Russ.).
18. Shemin G.G. *Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti venda i nizhnego kembriya tsentral'nykh rayonov Sibirskoy platformy (Nepso-Botuobinskaya, Baykitskaya anteklizy i Katangskaya sedlovina)* [Geology and petroleum potential of the Vendian and Lower Cambrian in the Central Siberian Platform (the Nepa-Botuoba and Baikit anteclines and the Katange saddle)]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2007. 467 p. (In Russ.).
19. Shenfil V.Yu. *Pozdny dokembriy Sibirskoy platformy* [Late pre-Cambrian of the Siberian Platform]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1991. 185 p. (In Russ.).
20. Kontorovich A.E., Kontorovich A.A., Krinin V.A., et al. [The Yurubchen-Tokhomo petroleum accumulation zone as an important target of regional survey and exploration of the Upper Proterozoic of the Lena-Tunguska petroleum province]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1998, no. 11, pp. 45–95. (In Russ.).

© А. Г. Вахромеев, А. В. Поспеев,
О. Э. Кравчук, Д. П. Гладкочуб, 2016