

ному округу» территориальными фондами геологической информации семи федеральных округов России: Дальневосточного, Приволжского, Северо-Западного, Сибирского, Уральского, Центрального, Южного. Приведена общая характеристика сапропелевых ресурсов, история изучения и применения сапропеля, геотехнологии добычи и, частично, переработки сапропеля, данные об использовании этого полезного ископаемого в разных регионах России в XX — начале XXI вв. Справочник предназначен для практического применения специалистами геологоразведочных, добывающих и плановых организаций, а также потенциальных инвесторов, недропользователей, органов государственной и муниципальной власти, вузов, готовящих специалистов по естественным наукам.

Вовлечение сапропелевых ресурсов в эксплуатацию является перспективным направлением для развития экономики регионов, в том числе Омской области. Освоение озерных месторождений сапропеля обязательно должно вестись с учетом особенностей сохранения экосистемы каждого конкретного озера.

На современном этапе встает задача создания целой отрасли по добыче и комплексной переработке сапропелевых ресурсов в регионе, производства группы видов готовой продукции, способных заменить зарубежные аналоги, обеспечить продовольственную и экологическую безопасность страны. Поэтому государственными органами, наукой и бизнесом должны быть предприняты активные усилия и скоординированы действия по созданию такой отрасли.

Сапропель — природный ресурс будущего, на исследование которого необходимо обратить серьезное внимание.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Материалы* научно-практической конференции «Сапропель и продукты его переработки». — Омск: ОмГАУ, 2008 — 110 с.
2. *Сапропелевые ресурсы Омской области. Справочник по состоянию изученности на 01.01.2014 г.* / О.Н. Кузьмина, О.Л. Якушева, Т.Н. Лусцова; Под ред. И.А. Вяткина — Омский филиал ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу», 2014 — 271 с.

© Вяткин И.А., Кузьмина О.Н., 2017

Вяткин Игорь Алексеевич // tfi@omsktfi.ru
Кузьмина Ольга Николаевна // tfi@omsktfi.ru

УДК [55.31+553.04+553.98+54.057](571.53)

Поспеев А.В.¹, Вахромеев А.Г.², Иванов А.В.³
(1 — ФГБУН Институт земной коры СО РАН, 2 — ОАО «РН-Бурение», 3 — Иркутский научный центр СО РАН)

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЮГА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрены вопросы состояния и перспектив развития ресурсной базы углеводородов юга Иркутской области, ее влияния на экономику региона. Предложены технологические решения, позволяющие повысить интерес недрополь-

*зователей к доразведке месторождений газа юга области. Оценены первоочередные направления региональных и поисковых работ на территории краевых прогибов юга Сибирской платформы. **Ключевые слова:** углеводороды, ресурсная база, недропользование, газопереработка, малотоннажные технологии, природные резервуары, краевые прогибы, рифейский комплекс.*

Pospeev A.B.¹, Vakhromeev A.G.², Ivanov A.V.³ (1 — Institute of crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 2 — RN-Bureniye, 3 — Irkutsk scientific center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science)

TO THE QUESTION OF PROSPECTS OF HYDROCARBON POTENTIAL SOUTH OF IRKUTSK REGION

*State of hydrocarbon resources in the South of Irkutskaya oblast and its influence for economy of region are discussed. There are proposed technological solutions, allowed to raise the interest of subsoil users to continuation of additional exploration of gas fields in Southern part of Irkutsk region. Priority directions of regional and prospecting works on the territory of the Riphean basins at the South of the Siberian platform are offered. **Keywords:** hydrocarbons, resource base, subsoil use, gas processing, low-tonnage technologies, natural reservoirs, boundary depressions, Riphean formations.*

Ситуация с использованием ресурсов углеводородов на территории Иркутской области далека от оптимальной. Преобладает экспортная направленность добычи; лишь малая часть добываемого сырья перерабатывается на месте. Практически неразвита местная газотранспортная сеть. Отсутствие экономического стимула приводит к стагнации разведочных работ на углеводородное сырье на юге области. Поскольку вовлечение запасов углеводородов в местную переработку может стать своеобразным локомотивом развития, необходимо предпринять активные меры по ускорению изученности перспективных территорий и развитию инновационных технологий нефтегазопереработки.

Общее состояние проблемы

Столица Иркутской области является центром ее промышленной и культурной жизни. Иркутск и его города-спутники — Ангарск и Шелехов, а также Усолье-Сибирское и Саянск образуют Иркутско-Саянский промышленный кластер, формирующийся в настоящее время как территория ускоренного социально-экономического развития (рис. 1).

Энергетические потребности экономики южного Приангарья полностью покрываются за счет электроэнергии (одной из самых дешевых в России), вырабатываемой на гидроэлектростанциях Ангарского каскада, а также теплоэлектроцентралей, работающих на угле.

Что касается ресурсов нефти и газа юга Иркутской области, то ближайшее к Иркутску крупное газоконденсатное месторождение Ковыктинское расположено примерно в 400 км от него. Открытое еще в 1984 г., оно до сих пор не введено в промышленную эксплуатацию. Использование природного газа в качестве топлива проигрывает в экономичности существующей энерге-

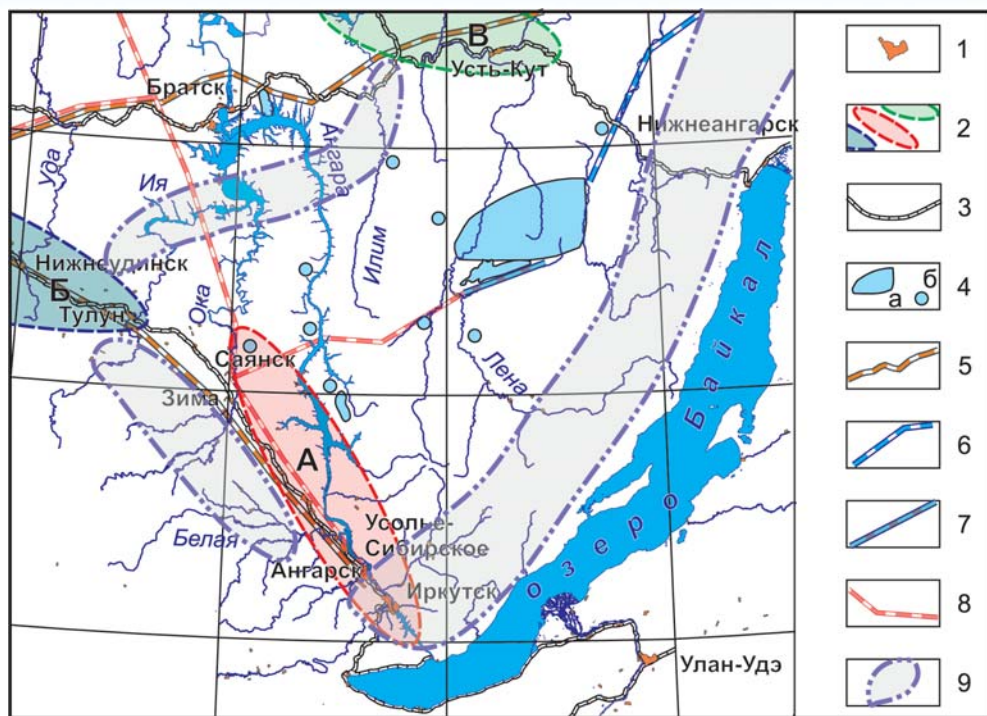


Рис. 1. Территориально-экономическая схема юга Иркутской области: 1 — населенные пункты; 2 — промышленные узлы: А — Иркутско-Саянский, Б — Тайшетско-Тулунский, В — Железногорско-Устькутский; 3 — железные дороги; 4 — газоконденсатные месторождения с разведанными запасами: а — более 5 млрд. м³, б — менее 5 млрд. м³; 5 — трубопровод ВСТО; газопроводы: 6 — «Сила Сибири», 7 — Ковыкта — Жигалово (неэксплуатируемый); 8 — проектные; 9 — слабоизученные зоны выклинивания рифейских отложений, перспективные на углеводородное сырье

тике. Что касается газа, как химического сырья, то в его применении заинтересован ряд предприятий. Так, в случае реализации развития Иркутско-Саянского и Усть-Кутского газохимических кластеров, а также газификации населения и коммунальной сферы области суммарное потребление природного газа может достигнуть 5 млрд. м³ в год. Из них при 80 %-й газификации населения бытовое потребление газа может составить 1,2 млрд. м³. В настоящее время основным рабочим вариантом использования Ковыктинского газа является экспорт по газопроводу «Сила Сибири».

Остальные месторождения юга Иркутской области обладают значительно меньшими промышленными запасами. Наиболее разведанные из них — Братское и Атовское содержат менее 10 млрд. м³ природного газа каждое; остальные — не более 2 млрд. м³. Практически только одно из них — Саянское расположено относительно близко к объектам промышленной инфраструктуры.

Промышленные потребители не заинтересованы в использовании газоконденсатных месторождений с запасами менее 20 млрд. м³, так как затраты на перевод технологий на потребление природного газа после исчерпания его запасов могут не окупиться.

Ситуация с перспективами нахождения нефтяных залежей представляется еще более сложной. Анализ условий нефтегазогенерации продуктивных толщ дает основание большинству исследователей относить территории области, расположенные южнее широты Усть-Кута, к зоне формирования газовых и газоконденсат-

ных месторождений. Следует отметить, что признаки нефти, тем не менее, отмечаются в этой зоне. Так, в пределах Атовского месторождения наряду с залежью газа и газоконденсата в парфеновском горизонте разведана нефтяная залежь в осинском горизонте. Имеются документированные факты нефтенасыщенности парфеновского горизонта в скважинах Зиминской и Балыхтинской площадей. Поскольку большинство скважин на юге Иркутской области бурилось в 1960–1970-е годы по старым технологиям, потенциально продуктивные горизонты могли вскрываться и испытываться в неоптимальном режиме.

Вовлечение территории южного Прибайкалья в геологоразведочный процесс требует смены парадигмы недропользования. Возможным вариантом оживления

интереса владельцев лицензионных участков к развитию разведочных работ может быть отказ от экспортной направленности газового бизнеса. Поскольку энергетическая разработка, как отмечалось выше, экономически малоэффективна, выход может быть найден во внедрении малотоннажных технологий газопереработки на установках модульного типа непосредственно на месторождениях.

Возможности локальной химической переработки малых месторождений природного газа

Микро- и малотоннажный синтез (соответственно до 0,1 и до 10 т/год) занимает особое место в нефте- и газохимии и отличается высокой рентабельностью и инновационностью. Сфера использования его продукции крайне широка: медицина, информационные, оптоэлектронные технологии, производство катализаторов, ракетного топлива, смазочных материалов, парфюмерных и косметических продуктов, ингибиторов коррозии и многое другое. Важность продукции малотоннажной химии для развития экономики России подтверждается тем, что к началу 1990-х годов 10 % номенклатуры отраслей, связанных с химическими производствами, использовали продукцию малотоннажной химии, которая занимала лишь 5 % по тоннажу, однако составляла целых 40 % по стоимости от всей химической продукции. При этом средний уровень рентабельности малотоннажных производств был почти в 1,5 раза выше, чем в целом по химической промышленности [9].

Смещение фокуса с крупнотоннажной нефтехимии на спецхимию характерно для всех традиционных неф-

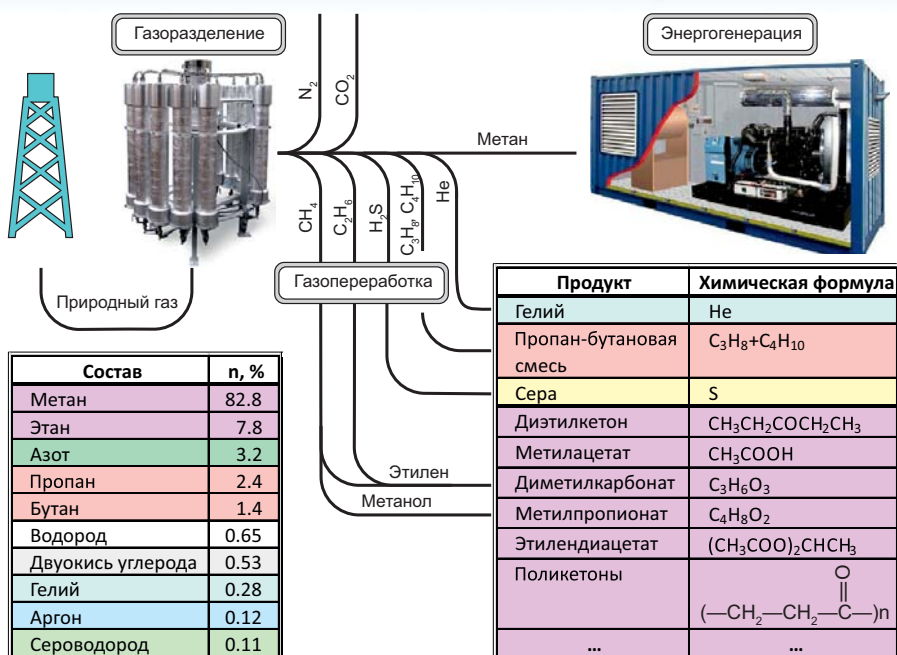


Рис. 2. Схема использования природного газа для малотоннажного синтеза химических продуктов

тегазохимических регионов. США, страны Евросоюза и Азии диверсифицируют свой портфель инвестиций в сторону высоких технологий глубокой переработки с производством наукоемкой малотоннажной продукции, в результате чего удельный вес ее стоимости превышает 40 %, а темпы прироста опережают таковые по крупнотоннажным продуктам общего назначения. Доля прибыли в обороте фирм, выпускающих эти химикаты, в десятки раз превышает долю прибыли производителей основных химикатов [2].

Необходимым условием успешной конкуренции на рынке производителей малотоннажных химических продуктов является использование в производстве гибких химико-технологических систем, позволяющих быстро изменять ассортимент продукции в соответствии с конъюнктурой рынка. Создание экономически эффективной малотоннажной газохимии, используемой на малоресурсных месторождениях углеводородов, может базироваться на принципах блочно-модульной компоновки оборудования с возможностью наращивания и снижения объемов перерабатываемого газа; легкости демонтажа и перемещения оборудования; универсальности технологических модулей, наличие модулей подготовки газа, рассчитанных на широкий диапазон его параметров по объему, составу, содержанию серы, влаги и т.д.; автономном энергообеспечении за счет добываемого газа; полностью заводское изготовление оборудования без проведения на месте строительно-монтажных работ; минимальной степени передель с получением легко транспортируемого монопродукта (в жидкой или твердой фазе).

Среди технологий, приемлемых для малотоннажной химии, следует отметить следующие [1]:

парциальное окисление метана в метанол и процессы на его основе;

парциальное окисление тяжелых компонентов с получением метанола и окиси углерода; окислительный крекинг тяжелых компонентов; каталитическая ароматизация метана; окислительная конденсация метана в этилен.

Энергетически при этом используется лишь та часть метановой фракции, которая необходима для обеспечения собственных энергопотребностей предприятия.

Последующее взаимодействие оксигенатов, олефинов и окиси углерода позволяет получать широкий спектр продуктов: диэтилкетон, метилацетат, диметилкарбонат, метилпропионат, этилидендиацетат, олигокетоны, поликетоны и другие ценные химические соединения с высокой добавочной стоимостью (рис. 2). Такие продукты малотон-

нажной газопереработки возможно доставлять конечным потребителям с минимальными транспортными затратами. Становление малотоннажного производства может в значительной степени изменить инвестиционную стратегию инвесторов малых месторождений, расширяя вложения в доразведку запасов природного газа.

Геологические перспективы наращивания сырьевой базы углеводородов.

Что касается чисто геологического аспекта, то представляется, что мнение об отрицательных перспективах южного Приангарья, несмотря на его традиционность, может быть аргументированно оспорено. Природные резервуары — зоны с улучшенными коллекторскими свойствами, распространены на юге Сибирской платформы в широком диапазоне глубин — начиная с низов литвинцевской свиты практически до кровли кристаллического фундамента. Промышленная нефтегазоносность характерна в основном для коллекторов подсолевой части разреза.

В палеотектоническом плане юг Иркутского амфитеатра практически со среднего рифея находился вблизи приподнятых областей, служивших источниками сноса терригенного материала. В венд-нижнекембрийское время трансгрессивно-регрессивные циклы приводили к формированию обширных мелководий, на которых формировались органические постройки рифового и рифоподобного типов [4, 6, 7, 10]. В пределах южного Присяяня на Зиминской, Тагнинской, Бельской площадях вскрываются песчаники парфеновского горизонта с эффективной толщиной до 60 м, открытой пористостью до 20 %.

Закрытость гидродинамического режима подсолевых коллекторов обеспечивается наличием в вышележащих толщах надежных покровов, сложенных плотными соленасыщенными интервалами. Это позволяет говорить

об отсутствии свободного флюидообмена в межсолевых и подсолевых коллекторах и соответственно о надежности вышележащих покрышек. Анализ распределения выявленных в разрезе рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна природных резервуаров показывает, что они приурочены к базальным трансгрессивным и срединным частям формационных циклов. К завершающим формационный цикл формациям приурочены экранирующие, часто нефтегазоматеринские толщи. В соответствии с вещественным составом формаций к базальным частям приурочены преимущественно терригенные, к средним — карбонатные природные резервуары [8, 10]. Однако в разных геодинамических зонах набор генетических типов природных резервуаров и их количество резко различны. Наиболее богатый набор наблюдается в переходных зонах между стабильными платформенными блоками и рифтами. Здесь широко представлены различного рода дельтовые и русловые терригенные, а также карбонатные биогермные типы [6]. Корреляция разрезов рифея по скважинам профиля Шелехов—Иркутск—Большая Речка, выполненная С.А. Пермяковым [5], позволила соотнести разновозрастные отложения байкальского «трехчлена» и олхинской свиты. Это дает основание выделить, по крайней мере, два высокоперспективных объекта, являющихся потенциальными резервуарами углеводородов — мощную пачку песчаников в основании качергатской свиты и среднюю пачку олхинской—улунтуйской свит, сложенную карбонатными породами.

Более полувека отложения рифея считались цоколем платформы, и геологи относили их к фундаменту. Впервые рифейско-вендский региональный нефтегазоносный комплекс был вскрыт в 1974 г. при бурении Куюмбинской параметрической скважины (Байкитская нефтегазоносная область), открывшей в рифейских карбонатных отложениях газовую залежь с начальным дебитом газа около 200 тыс. м³/сут. Дальнейшими работами в центральной части Камовского свода выделена гигантская Юрубчено-Тохомская зона нефтегазонакопления с предполагаемыми извлекаемыми запасами нефти более 2 млрд. т и запасами природного газа до 1 трлн. м³ [3, 6; 8].

Древние рифейские осадочные породы играют колоссальную роль в системе нефтегазогенерации и нефтегазонакопления. В силу огромного количества биогенного материала, накопленного за время седиментации, породы рифейского возраста в процессе катагенеза продуцировали основной объем углеводородного материала, мигрировавшего в дальнейшем в резервуары как собственно рифейского, так и венд-нижнекембрийского возраста [3, 6, 8].

На территории Прибайкалья существование в пределах перикратонного прогиба мощных толщ средневерхнерифейского возраста, толщина которых может достигать многих километров, является известным геологическим феноменом [10]. Они обнажаются в естественном залегании в широкой полосе от южного Прибайкалья до Байкало-Патомского нагорья.

Уже более 30 лет в многочисленных работах ученых-нефтяников указывается, что северо-западный борт прогиба обладает несомненными геологическими преимуществами. Так, В.В. Самсонов [7] отмечает: *«Перспективными в нефтегазоносном отношении в рассматриваемом районе являются карбонатно-терригенные отложения рифейского комплекса, терригенные отложения ушаковского и мотского комплексов. ... основное внимание следует уделять западному борту Прибайкальского прогиба, где возможны сводовые залежи и залежи литологического типа в зонах выклинивания рифейских пород и... терригенных отложениях ушаковского и нижнемотского комплексов».*

Геофизическая изученность юга Иркутского амфитеатра характеризуется довольно низкой плотностью и представлена в основном работами 1970–1980-х годов. Относительно «свежими» являются только региональные работы, выполненные в Присяянье на ряде площадей в полосе от Тулуна до Усолья-Сибирского. Что касается территории Прибайкальской впадины, то сейсмическими профилями она пересечена в двух местах — на профилях Баяндай—Косая Степь и Иркутск—Большое Голоустное, а электромагнитными методами не исследована практически вообще. Между тем, на ряде площадей Присяянья и южного склона Присяяно-Енисейской синеклизы выявлены относительно проводящие толщи, залегающие ниже подошвы вендских отложений. Пример такого объекта, изученного на Присяяно-Ленском опорном профиле, приведен на рис. 3. Близкие по геоэлектрическим характеристикам проводящие горизонты прослежены региональными работами на Иллиро-Ийской и Западно-Ийской площадях.

В качестве первоочередных шагов, реанимирующих интерес не только к территории Прибайкальского прогиба, но и к крайевым прогибам Сибирской платформы в целом (включая Присяянье и Предпатом), представ-

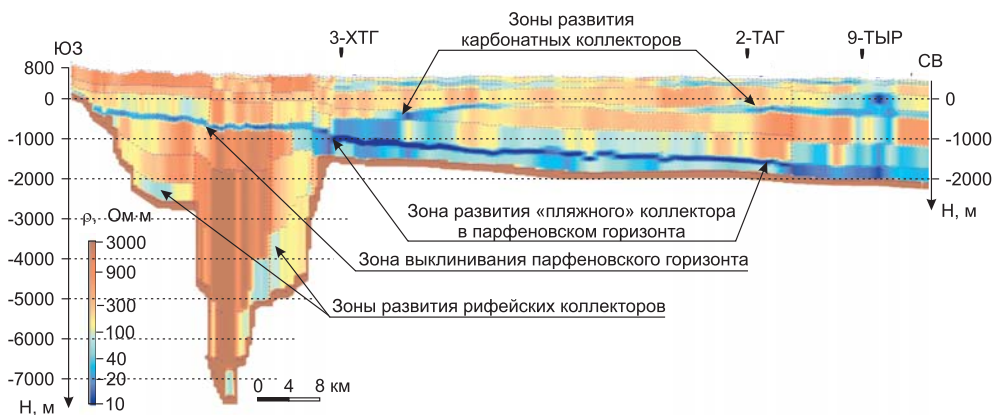


Рис. 3. Геоэлектрический разрез юго-западной части Присяяно-Ленского опорного геофизического профиля

ляется необходимым формирование опытных научных геолого-геофизических полигонов. На них должны быть усовершенствованы технологии геофизических методов, дающих сведения о поведении геологических образований осадочного чехла, в том числе зон развития коллекторов в породах терригенного и карбонатно-комплексов рифей-вендского возраста.

На первом этапе необходимый объем геологической информации может быть получен с использованием электромагнитных зондирований, прежде всего, магнито-теллурических и нестационарных. Высокая точность современных программно-аппаратных комплексов электромагнитных исследований, относительная дешевизна полевых и камеральных работ и высокая чувствительность к коллекторским свойствам пород осадочного чехла дадут возможность выявить наиболее перспективные участки, связанные с возможными зонами выклинивания резервуаров рифейского и вендского возраста. В дальнейшем после получения информации о наличии перспективных геологических объектов опытные научно-методические полигоны могут быть «центром притяжения» для заинтересованных в развитии методик исследований сервисных геофизических фирм, а также сырьевых компаний, разрабатывающих новые направления расширения ресурсной базы углеводородов.

Выводы

Перспективы наращивания минерально-сырьевой базы углеводородов и их рационального использования на юге Иркутской области связаны с совершенствованием технологий геологической разведки, а также с развитием и внедрением малотоннажной газопереработки. Крайне необходимым представляется пере-

шение региональных геолого-геофизических исследований в перспективные области повышенных толщин подсолевого вендского комплекса и развития рифейских карбонатно-терригенных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов, В.С. Окислительная конверсия метана / В.С. Арутюнов, О.В. Крылов // Успехи химии. — 2005. — Т. 74. — № 12. — С. 1216–1245.
2. Дедов, А.Г. Основные направления химизации экономики капиталистических стран / А.Г. Дедов, И.Л. Сафонова, Е.П. Никулина и др. — М.: Химия, 1988. — 320 с.
3. Конторович, А.Э. Юрубчено-Тохомская зона нефтегазонакопления — важный объект концентрации региональных и поисково-разведочных работ в верхнем протерозое нефтегазоносной провинции. / А.Э. Конторович, А.А. Конторович, В.А. Кринин и др. // Геология и геофизика. — 1988. — № 11. — С. 45–95.
4. Королюк, И.К. Сравнительная характеристика формаций рифей и кембрия Прибайкалья / И.К. Королюк. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 156 с.
5. Пермяков, С.А. Материалы к корреляции разрезов верхнедокембрийских отложений зоны сочленения Прибайкалья и Присаянья / С.А. Пермяков / Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Проблемы расчленения и корреляции: Сб. науч. трудов. — Новосибирск: Изд-во ИГиГ, 1984. — С. 17–23.
6. Постникова, О.В. Эволюция рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы и его нефтегазоносность: Автореф. дис. д. геол.-мин. наук. / О.В. Постникова. — М., 2009. — 50 с.
7. Самсонов, В.В. Иркутский нефтегазоносный бассейн / В.В. Самсонов. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1975. — 198 с.
8. Филиппов, Ю.А. Геологическое строение рифейских прогибов западной части Сибирской платформы / Ю.А. Филиппов // Геология и минеральные ресурсы Сибири. — 2011. — № 4(8). — С. 30–47.
9. Фурман, Ф.М. Малая химия. Эффективность производства и потребления продукции / Ф.М. Фурман — М.: Химия, 1989. — 136 с.
10. Шенфиль, В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы / В.Ю. Шенфиль — Новосибирск: Наука, 1991. — 185 с.

© Поспеев А.В., Вахромеев А.Г., Иванов А.В., 2017

Поспеев Александр Валентинович // avp@ierp.ru
Вахромеев Андрей Гелиевич // andrey_igp@mail.ru
Иванов Андрей Викторович // ivanov.phd@gmail.com

ГЕОФИЗИКА

УДК 553.982.2:553.982.23:528.87:528.88 (571.51+571.56)

Абушкевич С.А.¹, Волин К.А.², Арестова Т.А.³
(1 — НИИКАМ — филиал ФГУП ЦНИИмаш, 2 — СПбГУ
ИНЗ, 3 — ООО «Лаборатория дистанционного прогно-
зирования месторождений полезных ископаемых»)

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ И ОСТРОВОВ ХАТАНГСКОГО ЗАЛИВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОН- НОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Использование вегетационных индексов NDVI, NDWI, а также шестого спектрального канала многозонального космического спутника Landsat в сочетании со структурно-тектоническим дешифрированием материалов дистанционного зондирования Земли позволило определить местоположение участков, перспективных для поиска залежей углеводородов в районе юго-восточного побережья Хатангского залива и островов Большой и Малый

Бегичев и Преображения. Впервые в этом районе выявлены надвиговые структуры с южным и западным падением плоскостей сместителей, веерообразная складчатость, а также отдешифрированы купольные структуры как потенциальные ловушки для углеводородов. **Ключевые слова:** дистанционное зондирование, спектральные аномалии, NDVI, NDWI, дешифрирование, углеводороды, надвиги, складчатость, купольные структуры, Хатангский залив.

Abushkevich S.A. (Branch of Central Research Institute of Machine Building. NIICAM), Volin K.A. (SPb State University, Institute of Earth Sciences), Arestova T.A. (Remote Sensing Forecasting Laboratory of Mineral and Oil Deposits)

PROSPECTS OF OIL-AND-GAS CONTENT OF THE SOUTH-EAST COAST AND ISLANDS OF KHATANGA BAY ACCORDING TO REMOTE SENSING OF THE EARTH

Using the vegetation indexes of NDWI, NDVI and data of Landsat band 6, combined with structure-tectonic interpretation of Landsat images, has allowed establishing the location of