

*А.И. Сивцев*¹, *А.И. Калинин*²¹ СВФУ им. М.К. Аммосова² Институт проблем нефти и газа СО РАН

e-mail: maraday@yandex.ru

ПРЯМЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЕ

Аннотация. В статье приводится аналитический обзор результатов прямых геохимических исследований, проведенных в Вилуйской синеклизе – одной из перспективных на нефть и газ территорий востока Сибирской платформы. Целью работы является демонстрация высокой эффективности прямых геохимических опробований для поиска месторождений нефти и газа в условиях терригенного разреза рассматриваемой территории. Показано, что над всеми продуктивными структурами получены профильные контрастные аномалии. При этом установлено общее нарастание легких углеводородных (УВ) компонентов от флангов к ее центру и приуроченность наиболее ощутимых микроконцентраций тяжелых углеводородов (ТУ) к периклинальным участкам продуктивных структур. Также отмечается пятнистый характер профильных аномалий над продуктивными структурами. Данное явление, по всей видимости, свидетельствует о преобладающем эффекте фильтрационной миграции по различным ослабленным зонам от источника углеводородов (залелей). Приведены результаты собственных рекогносцировочных работ, проведенных в 2016 году на южной периклинали Средневилуйского газоконденсатного месторождения. Заверочные работы проводились для оценки эффективности аппаратуры и методики исследования. Зафиксированы относительно высокие значения бензола и толуола над зонами распространения залежей Т₁-IIa и Т₁-III. Сделано предположение, что максимальные значения Б/Т могут быть приурочены к зонам нефтяных скоплений. На основе проведенных геохимических опробований и приведенного исторического опыта сделан вывод, что в комплексе с другими геолого-геофизическими методами прямые геохимические исследования позволяют увеличить достоверность прогноза перспектив нефтегазоносности слабоизученных территорий. Рекомендовано применять геохимические опробования на смежных территориях со схожим геологическим разрезом.

Ключевые слова: Вилуйская синеклиза, перспективы нефтегазоносности, прямая геохимия, палеозой, мезозой, терригенный разрез, ароматические углеводороды, Средневилуйское месторождение, аномалии, применимость метода.

*A.I. Sivtsev*¹, *A.I. Kalinin*²¹ M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia² Institute of Oil and Gas Problems SB RAS

e-mail.ru: maraday@yandex.ru

DIRECT GEOCHEMICAL STUDIES IN THE VILYUI SYNECLISE

Abstract. The article provides an analytical review of the results of direct geochemical studies of the Vilyui syncline, one of the promising areas for oil and gas in the east of the Siberian Platform. The work objective is to demonstrate the high efficiency of direct geochemical sampling for the search for oil and gas deposits in the conditions of a terrigenous section of the studied territory. It is shown that profile contrast anomalies were identified above productive structures. At the same time, a general increase of light hydrocarbon (LH) components from the flanks to its center and the confinedness of the most noticeable microconcentrations of heavy hydrocarbons (HH) to the periclinal sections of productive structures have been established. Также отмечается пятнистый характер профильных аномалий над продуктивными структурами. This phenomenon, apparently, indicates the predominant effect of filtration migration through various weakened zones from the source of hydrocarbons (deposits). The results of our own reconnaissance work carried out in 2016 on the southern

pericline of the Middle-Vilyui gas condensate deposit are presented. The verification work was carried out to evaluate the effectiveness of the equipment and research methods. Relatively high values of benzene and toluene were recorded above the zones of occurrence of deposits T_1 -IIa and T_1 -III. It is assumed that the maximum values of B/T can be confined to the zones of oil accumulations. Based on the conducted geochemical samplings and historical experience, it is concluded that in combination with other geological and geophysical methods, direct geochemical studies will increase the reliability of forecasting the prospects of oil and gas potential of poorly studied territories. A recommendation has been made for the use of geochemical samplings in adjacent territories with a similar geological section.

Keywords: Vilyui syncline, prospects of oil and gas content, direct geochemistry, Paleozoic, Mesozoic, terrigenous section, aromatic hydrocarbons, Middle-Vilyui field, anomalies, applicability of the method.

Введение

В настоящее время в Республике Саха (Якутия) проводятся широкомасштабные геолого-разведочные работы, направленные на поиски и разведку месторождений нефти и газа. Так, за период с 2018-2023 гг. открыто более десяти новых месторождений, половина из которых относятся к крупным по величине запаса. Месторождения открыты в основном в непосредственной близости от нефтепровода ВС-ТО и газопровода «Сила Сибири». При этом, нужно заметить, в зоне влияния этих трубопроводов перспективы опосредованного поиска новых месторождений УВ далеко не исчерпаны.

В пределах Вилуйской синеклизы ПАО «Якутская топливно-энергетическая компания» (ПАО «ЯТЭК») после почти 40-летнего перерыва открыло крупные по запасам Хайлахское (2021) и им. Э. Туги (2022) газоконденсатные месторождения. На этой же территории ПАО «Газпром» приступило к геологоразведочным работам на 8 лицензионных участках, приобретенных в 2021-2023 гг. Всего на территории Вилуйской синеклизы к настоящему времени открыто 12 газовых и газоконденсатных месторождений.

Вместе с тем промышленное освоение ранее подготовленных месторождений и вновь открытых месторождений Вилуйской синеклизы сдерживается пропускной способностью нефтегазотранспортной инфраструктуры. Для обоснования увеличения пропускной способности нефтегазотранспортной инфраструктуры необходимо существенное (кратное) наращивание сырьевой базы – открытие крупных или гигантских месторождений.

В этой связи применение наиболее эффективных методов поиска месторождений нефти и газа является весьма актуальной задачей. Одним из эффективных и недорогих способов поиска месторождений углеводородов являются прямые геохимические методы исследования.

Краткий обзор прямых геохимических исследований

Началом систематических исследований по прямым поискам УВ на территории Западной Якутии следует относить 1976 г, когда во Всесоюзном научно-исследовательском геологоразведочном нефтяном институте (ВНИГРИ) впервые была предложена методика принудительной дегазации русловых осадков. Это дало возможность проводить газогеохимические исследования по линейным профилям, ориентированным вдоль речных долин. Исследования русловых отложений по методике ВНИГРИ было начато на территории Лено-Вилуйской нефтегазоносной области, где целесообразность постановки работ по изучению донных газов обуславливалась на тот момент, прежде всего, высокой песчанистостью пермских и мезозойских отложений и отсутствием надежных флюидоупоров в среднеюрско-меловых отложениях [1]. Дополнительным аргументом в пользу применения прямых методов указывалось преобладание песчаных русловых отложений, обедненных органическим веществом, что обуславливало ограниченные возможности генерации биохимического метана [2].

Для апробации методики в 1976 г М.С. Крайчиком и С.С. Филатовым были проведены опытно-методические исследования по изучению газов донных осадков р. Вилуй по маршруту от пос. Щёя до пос. Кысыл-Сыр. Детализация отбора проб газа (через 500 м) осуществлялась

на 3-х участках – Шеинском, Нюрбинском и Средневилуйском. На протяжении первых двух участков, соответствующих пересечениям р. Виллой локальных структур и зон разломов, отмечались повышенные газопоказания по метану и наличие тяжелых углеводородов (ТУ). На Средневилуйском участке аномальные содержания метана установлены в 70 % проб. Гомологи метана фиксировались в количестве 0,001-0,854 %. Величина отношения $C_2/\text{выс.}$ составило 0,1-0,8. Аномальные значения УВ состава свободных и сорбированных газов возрастают от флангов к центру структуры. По данным изотопного анализа, $\delta^{13}C$ находится в пределах $-4,3 \pm 5,5$ ‰, отношение $8He/4He$ составляет 0,6-1,2. Во вмещающих породах отмечены битумоиды миграционного типа.

Представленная методика ВНИГРИ была апробирована также в условиях соленасыщенного кембрийского разреза в 1978 г. на реке Улахан-Ботуобуйа в районе Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения. Газы русловых осадков реки Улахан-Ботуобуйа и ее притоков представляют собой азотно-метановые смеси. Выявлено отчетливое повышение содержания метана в газах на участке пересечения рекой Среднеботуобинского месторождения. Внутри контура нефтегазоносности отмечаются максимальные (до 80-90 %) концентрации метана.

Положительные результаты опытно-методических работ обусловили проведение систематических газогеохимических исследований ВНИГРИ на территории Якутии в областях развития как терригенного верхнепалеозойско-мезозойского чехла, так и более древних, преимущественно карбонатных отложений палеозоя.

В 1977-1979 гг. проводились маршруты на территории северо-западного борта Вилуйской синеклизы, были систематически опробованы донные осадки левобережных притоков р. Виллой – Мархи, Тюкяна, Чилли, Тюнга, Линде. Выявлены углеводородные аномалии, приуроченные к зоне выклинивания доюрских отложений, к Малыкай-Логлорской полосе поднятий и другим структурам. Результаты газогеохимических исследований были использованы в комплексе геолого-геофизических материалов, послуживших основанием для решения МинГео РСФСР (1980) о необходимости форсирования нефтегазопроисловых работ в этом районе.

Аномалии, тяготеющие к зоне выклинивания, протягиваются от р. Мархи до р. Лена на протяжении более 300 км. Наиболее интенсивная аномалия шириной до 40 км, характеризующаяся обильными самопроизвольными газопроявлениями, была выявлена на р. Тюнг.

В районе юго-западного борта Вилуйской синеклизы и на территории Западно-Вилуйских структур 1 порядка исследованы долины р. Виллой и его притоков в междуречье Илин-Джели-Чыбыда (Сунтарский свод, Ыгыаттинская и Кемпендяйская впадины, Тюкян-Чыбыдинская моноклинал). В устьевой части притока Виллой р. Тонгуо выявлены контрастные аномалии, к которым примыкает аномалийная зона в низовьях р. Тюкян. Перспективность этого участка, где были получены также интересные данные по материалам дистанционной съемки, впоследствии подтвердилась открытием газовой залежи на Нижнетюкянской площади [3].

На некоторые результаты дистанционной съёмки, проводившейся на территории Вилуйской синеклизы в тот же период силами ПГО «Аэрогеология», следует обратить особое внимание. На первом этапе работ в Якутии было проанализировано поле линеаментов западной части Хапчагайского мегавала. Кольцевые аномалии показателя искаженности поля линеаментов близко совпали с контурами некоторых газоносных структур, наиболее наглядно – с контуром Средневилуйской структуры. На втором этапе был проведен анализ карты линеаментов одного из участков юго-западного борта Вилуйской синеклизы (Тюкян-Чыбыдинское междуречье). Здесь установлены кольцевые аномалии поля линеаментов, совпадающие с Нижнетюкянской структурой, где была получена газогеохимическая аномалия. Совпадение газогеохимических аномалий ВНИГРИ и кольцевых аномалий наблюдалось также на Северо-Быраканской и Южно-Быраканской кольцевых аномалиях (среднее течение р. Чыбыда).

Маршрутами 1988 г. выявлен еще ряд перспективных аномалий, приуроченных к зоне сочленения Кемпендяйской впадины и Сунтарского свода (долины рек Виллой, Тонгуо, Хонгор,

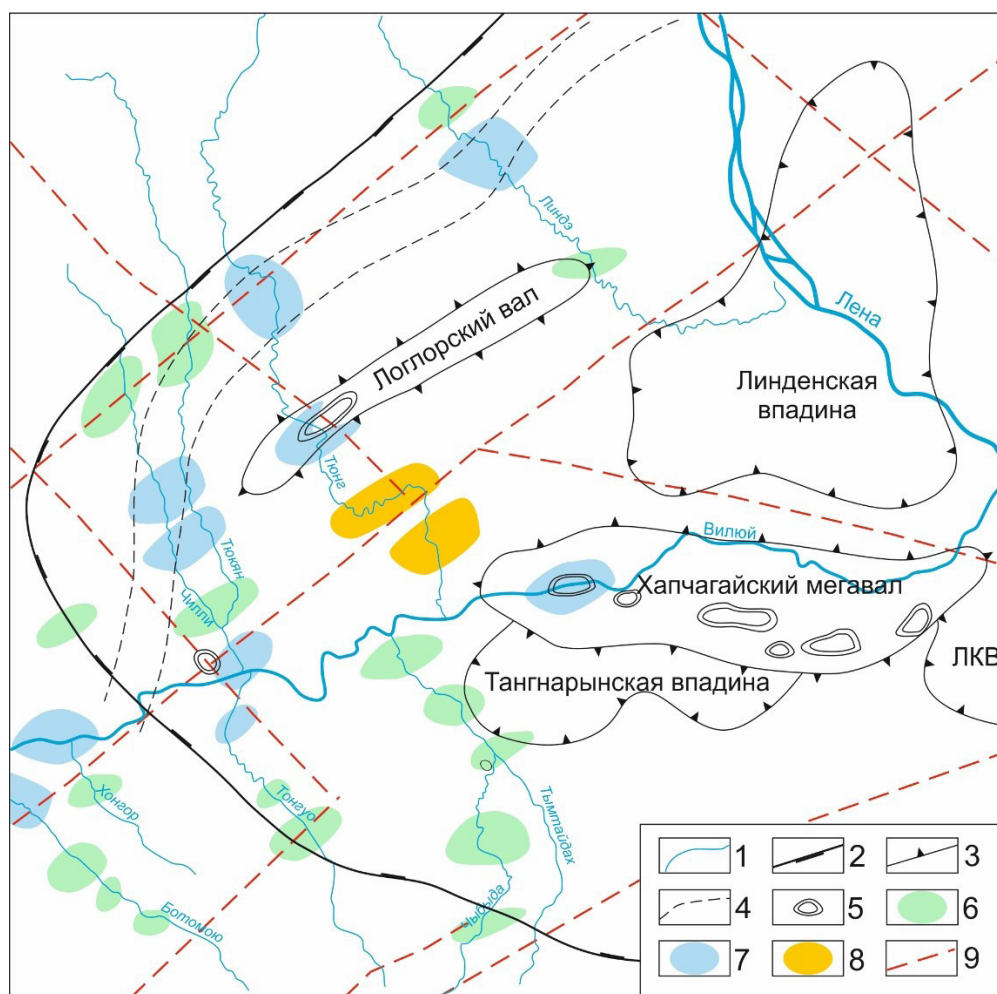


Рис. 1. Схема аномалийных геохимических зон Вилуйской синеклизы

Условные обозначения: 1 – гидросеть, 2 – граница Вилуйской гемисинеклизы, 3 – границы структур 1 порядка, 4 – зона выклинивания доюрских отложений, 5 – газоконденсатные месторождения, 6 – малококонтрастные, 7 – контрастные, 8 – высококонтрастные, 9 – основные разрывные нарушения осадочного чехла

Fig. 1. Scheme of anomalous geochemical zones of the Vilyui syncline

Symbols: 1 – hydraulic network, 2 – boundary of the Vilyui hemisyncline, 3 – boundaries of structures of the 1st order, 4 – zone of wedging of pre-Jurassic deposits, 5 – gas condensate deposits, 6 – low-contrast, 7 – contrast, 8 – high contrast, 9 – main discontinuous violations of the sedimentary cover

Ботомою) и в пределах Кемпендйской впадины по рекам Кемпендй, Сергелях, Илинджели [3].

Над Средневилуйской структурой получены пятнистые профильные аномалии по метану и тяжелым углеводородам. Распределение основных газовых показателей (за исключением ТУ) говорит о тенденции возрастания аномальных значений по направлению от крыльев к своду. На западной периклинали структуры среднее содержание метана составляет 16,12 %, в сводовой части оно повышается до 33,28 %, а на восточной периклинали вновь снижается до 13,92 %. Содержание ТУ в пробах в общем также несколько повышается от периферии к центральной части структуры, однако, в пределах самого свода наблюдается некоторое уменьшение их концентрации. Средние величины ТУ снижаются от 0,026 % (западная периклинали) до 0,008 % в пределах свода и вновь возрастают (до 0,08 %) в восточной части структуры [2].

Таким образом, миграционный поток газообразных углеводородов, идущий от Средневилюйской залежи, выражен на поверхности метаном и гомологическим рядом C_2-C_5 , причем более изотопно тяжелый метан и высшие гомологи (бутан и пентан) преобладают над крыльевыми частями структуры.

На *Среднетюнгской* структуре наблюдается повышение концентраций метана к центру аномалии. Среднее содержание метана по профилю составляет 28,71 %. На участке профиля, пересекающего собственно продуктивную структуру, среднее содержание метана повышается до 37,9 %. Наряду с этим максимальные значения метана приурочены к краевым частям структуры, где обнаружены ТУ от 0,002 до 0,104 %. Приуроченность ТУ и более высоких концентраций метана только к краевым частям структуры может быть обусловлена относительно хорошими экранирующими свойствами мономской покрывки и отсутствием продуктивных горизонтов в вышележащих юрских отложениях.

Выявленная в низовьях р. Тюкян и устьевой части р. Тонгуо аномалийная зона по геохимическому профилю непосредственно сводовую часть *Нижнетюкянской* структуры не пересекает. Максимальные значения метана приурочены к периклинальным частям структуры. Среднее содержание метана по профилю составило 45,42 %, в пределах структуры оно возрастает приблизительно до 50 %. Это может свидетельствовать о генетической связи аномалийной зоны с *Нижнетюкянской* залежью. Этан и пропан фиксировались в мизерном количестве десятитысячных долей процента. Незначительное количество ТУ в поверхностных выходах связано, по всей видимости, с тем, что геохимический профиль не пересекает непосредственно *Нижнетюкяскую* структуру.

На основании обзора результатов прямых геохимических исследований в Вилюйской синеклизе можно сделать следующие выводы:

- над всеми продуктивными структурами получены профильные контрастные аномалии. Информативность аномалии во многом зависит от места пересечения профилем структуры;
- несмотря на неоднозначность характеристик рассмотренных аномалий типичными для них являются: общее нарастание легких УВ компонентов от флангов к ее центру, приуроченность наиболее ощутимых микроконцентраций ТУ к периклинальным участкам структуры.
- пятнистый характер профильных аномалий над продуктивными структурами, вероятнее всего, свидетельствует о преобладающем эффекте фильтрационной миграции по различным ослабленным зонам от залежи.

Геохимическое опробование контактной зоны Средневилюйского газоконденсатного месторождения

Институт проблем нефти и газа развивает прямые геохимические исследования на перспективных на нефть и газ территориях центральной Якутии начиная с 2010 года. Полевые опробования осуществляются с использованием портативного газового хроматографа «Эхо-В-ФИД» [4]. Хроматограф «Эхо-В-ФИД» с фотоионизационным детектором обеспечивает определение содержания бензола-толуола-этилбензола-ксилола (БТЭК) в пробах, отобранных с применением искусственных концентраторов-сорбентов.

В 2016 году с целью оценки эффективности аппаратуры и методики исследования были проведены геохимические опробования на южной периклинали Средневилюйского газоконденсатного месторождения с охватом контактовой газовой зоны (рис. 2). Исследования проводились в конце сентября в начале октября. Местами верхний слой почвы уже начинал промерзать (5-10 см).

Разрез Средневилюйского месторождения характеризуется большим этажом газонасности. Промышленные притоки газа и газа с конденсатом получены из юрских, триасовых и пермских отложений в интервале глубин от 950 до 2950 метров. В этих отложениях выделены продуктивные горизонты: P_2-I , T_1-I , T_1-II , T_1-III , J_1-I , J_3-I , J_3-II , стратиграфическая принадлежность которых отображена в их индексации. Залежи, приуроченные к этим горизонтам, контролируются

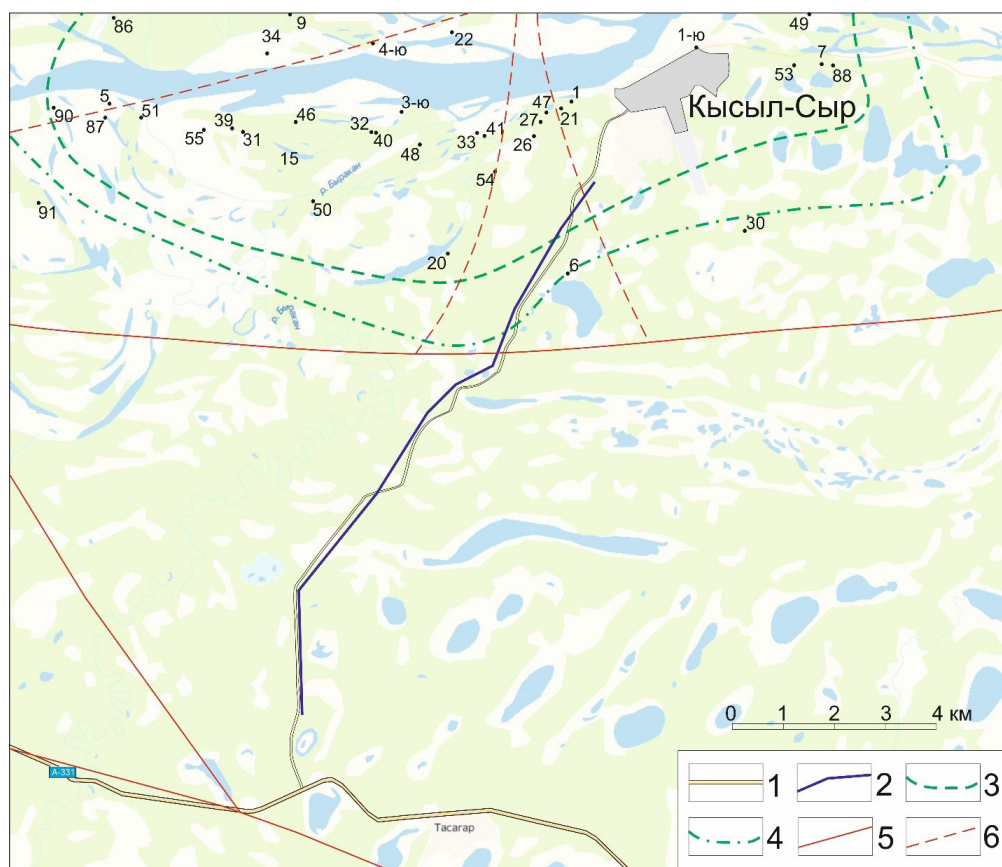


Рис. 2. Профиль геохимического опробования на южной периклинали Средневильуйского ГКМ

Условные обозначения: 1 – автомобильные дороги, 2 – профиль опробования, 3 – газонасыщенная зона залежи T_1 -III, 4 – газонасыщенная зона залежи T_1 -IIa, 5 – достоверно установленные разрывные нарушения, 6 – предполагаемые разрывные нарушения

Fig. 2. The profile of geochemical testing on the southern pericline of the Middle-Vilyuy GCF

Symbols: 1 – highways, 2 – sampling profile, 3 – gas-saturated zone of T_1 -III field, 4 – gas-saturated zone of T_1 -IIa field, 5 – reliably established rupture violations, 6 – suspected rupture violations

регионально выдержанными покрывками: аргиллитовыми толщами неджелинской, мономской, сунтарской и марыкчанской свит; или залегают непосредственно в этих покрывках (T_1 -I, T_1 -II, J3-I).

Наибольшими по размерам являются залежи T_1 -II и T_1 -III, с ними связаны основные запасы газа и конденсата. При этом на крайне южной периклинали газоводяные контакты имеют всего 2 залежи T_1 -IIa и T_1 -III. Продуктивный горизонт T_1 -IIb имеет распространение только северной половине месторождения.

По площади месторождения мощность криолитозоны изменяется от 450 до 630 м при среднем значении 520 м. В центральной части площади она составляет 460-520 м, зафиксировано ее возрастание в северном, восточном и южном направлениях до 570-630 м [5, 6].

На рисунке 3. представлены величины концентраций ароматических веществ на южной периклинали Средневильуйского ГКМ.

Обращают на себя внимание относительно высокие значения бензола и толуола над зоной распространения залежей T_1 -IIa и T_1 -III. В районе достоверно установленного разрывного на-

рушения, пересекаемого профилем исследования, отмечаются максимальные значения бензола, э-бензола, п-ксилола.

В то же время графики распределения концентраций этил-бензола, о-ксилола и п-ксилола имеют 2 слабо выраженные зоны максимумов. Данное обстоятельство может быть обусловлено распределением отложений с улучшенными экранирующими свойствами, либо наличием залежей углеводородов. Наличие залежей на уровне неджелинской свиты нижнего триаса на данном участке недр обосновывается А.В. Погодаевым [7].

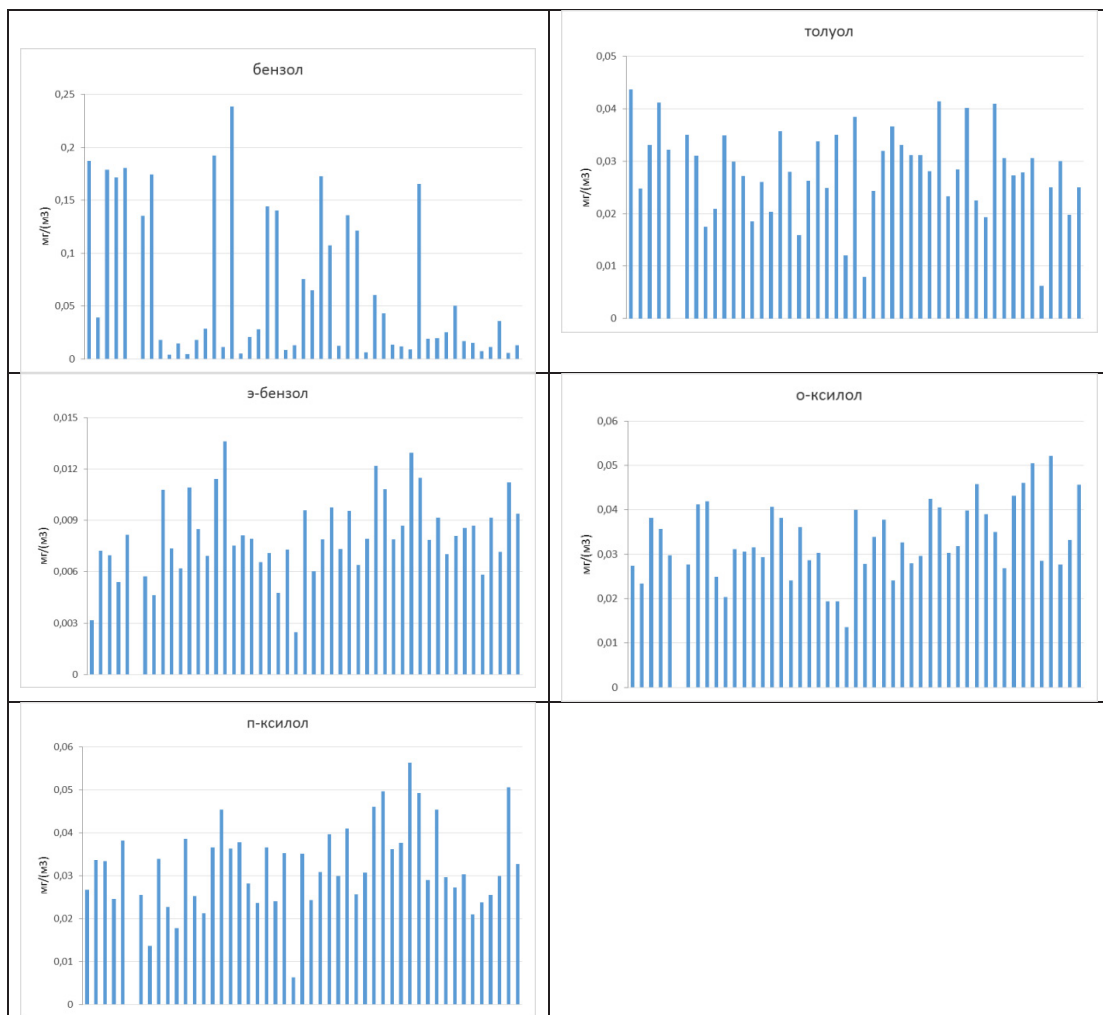


Рис. 3. Концентрации ароматических веществ на профиле, проведенном на южной периклинали Средневилюйского месторождения

Fig. 3. Concentrations of aromatic substances on the profile carried out on the southern pericline of the Middle-Vilyui field

Здесь на основе идентификации песчаных горизонтов и определению закономерностей площадного распространения коллектора для интервала залегания верхнепермских-нижнетриасовых отложений, выделено несколько перспективных участков, в пределах которых предполагается наличие залежей в аналогах продуктивного горизонта T_1 -IV (рис. 4).

Приуроченность участков высоких концентраций аренов в приповерхностных отложениях к выявленным залежам нефти, а также к структурам, перспективным на обнаружение скоплений

УВ была отмечена в ходе анализа и систематизации материалов геохимических съемок на площадях юга Западной Сибири в Тюменской, Омской, Томской, Курганской областях и ХМАО [8].

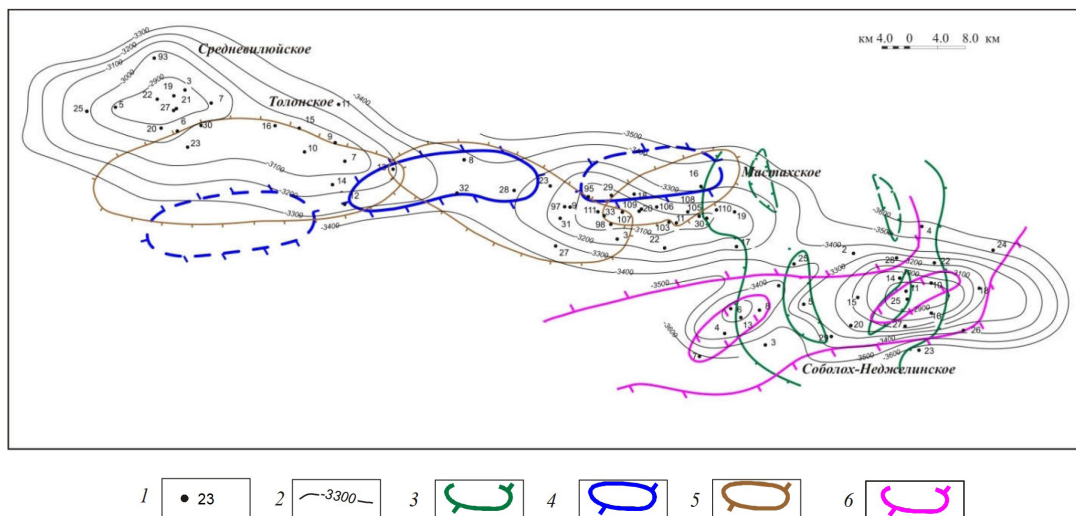


Рис. 4. Сводная схема общих контуров продуктивного горизонта T_1 -IV неджелинской свиты Хапчагайского мегавала [7]

Условные обозначения: 1 – скважина; 2 – изогипсы подошвы неджелинской свиты; 3 -граница распространения песчаных тел горизонта T_1 -IVa; 4 – граница распространения песчаных тел горизонта T_1 -IVб (Толон-Мастах); 5 – граница распространения песчаных тел горизонта T_1 -IVв (Ср. Вилу́й-Толон-Мастах); 6 – сводная граница распространения песчаных тел горизонта T_1 -IVб, T_1 -IVв на Соболюх-Неджели́нском ГКМ

Fig. 4. Summary diagram of the general contours of the productive horizon T_1 -IV of the Nedzhelinsky formation of the Khapchagai megawall [7]

Symbols: 1 – well; 2 – isohypses of the base of the Nedzhelinsky formation; 3 -the boundary of the distribution of sand bodies of the T_1 -IVa horizon; 4 – the boundary of the distribution of sand bodies of the T_1 -IVb horizon (Tolon-Mastakh); 5 – the boundary of the distribution of sand bodies of the T_1 -IVv horizon (Cf. Viluy-Tolon-Mastakh); 6 – the consolidated boundary of the distribution of sandy bodies of the T_1 -IVb, T_1 -IVv horizons at the Sobolokh-Nedzhelinsky GCF

Теоретическое обоснование связи распределений аренов в подпочвенных отложениях с нефтеносностью недр с применением моделей миграции была осуществлена Тимшановым Р.И. [9]. Источниками аренов, мигрирующих к дневной поверхности, являются залежи нефти и конденсата, битуминизированные отложения, рассеянное органическое вещество пород, где $B/T^* \ll 1$.

На рисунке 5 представлено соотношение Б/Т по профилю проведенном на южной периклинали Средневилу́йского месторождения.

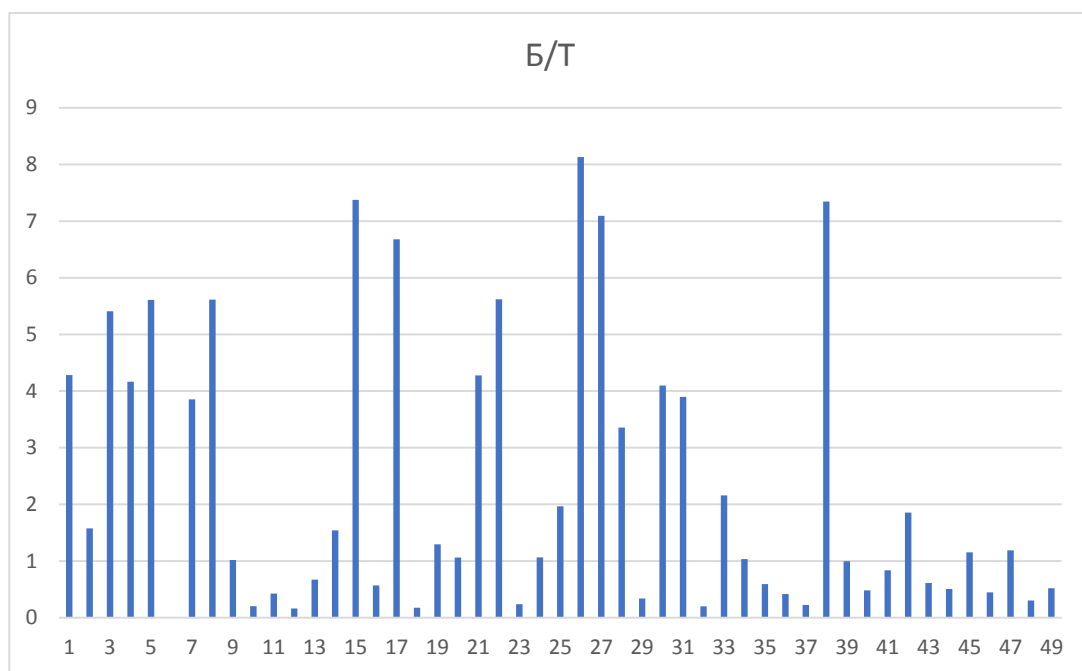


Рис. 5. Распределение параметра Б/Т вдоль Средневилуйского профиля

Fig. 5. Distribution of the B/T parameter along the Middle-Vilyui profile

Обращает на себя внимание наличие нескольких зон максимальных показаний отношения Б/Т и общий высокий уровень показателей. Данные максимальные значения могут быть связаны с углеводородным насыщением, представленным незначительными по толщине нефтяными оторочками. А общий повышенный уровень показателей обусловлен газоконденсатным насыщением. Как известно, все месторождения Вилюйского газоносного района, где нефтематеринскими отложениями выступают пермские и юрские отложения содержат конденсат. Содержание конденсата колеблется на уровне 60-65 г/м³, что соответствует среднему показателю.

Незначительные по толщине нефтяные оторочки в ряде газоконденсатных месторождений Хапчгайского мегавала были установлены по результатам тематических исследований по хозяйственной работе с ПАО «ЯТЭК» в 2012 году авторским коллективом ИПНГ СО РАН [10]. При этом на основе анализа распределения нефтепроявлений в разрезах Средневилуйского и Толонского месторождений нами был предложен своеобразный литологический контроль скоплений жидких углеводородов [11]. Весьма вероятно, зафиксированные максимальные значения Б/Т приурочены к зонам нефтяного насыщения в литологических карманах на пути вертикальной миграции жидких углеводородов (рис. 6).

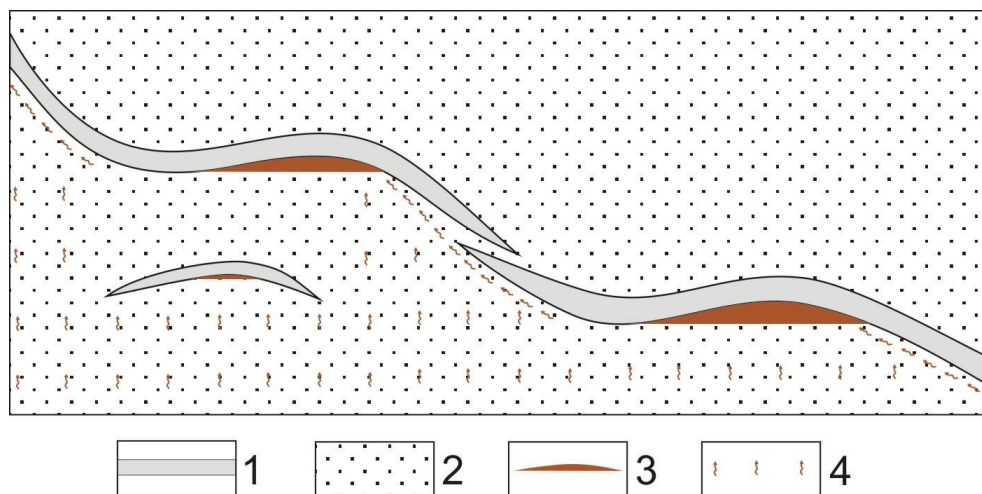


Рис 6. Принципиальная схема образования скоплений нефти [11]

Условные обозначения: 1 – непроницаемые породы, 2 – проницаемые породы, 3 – скопления нефти, 4 – направление миграции нефти

Fig. 6. Schematic diagram of the formation of oil accumulations [11]

Symbols: 1 – impermeable rocks, 2 – permeable rocks, 3 – accumulations of oil, 4 – direction of oil migration

Таким образом, исходя из имеющегося опыта проведенных газогеохимических исследований и полученных контрастных аномалийных зон в пределах известных месторождений можно сделать вывод: Установленная зависимость между газогеохимическими аномалиями и продуктивностью верхнепалеозойско-мезозойского комплекса отложений позволяет сделать вывод о применимости прямых газогеохимических методов на территории Центральной Якутии для прогноза нефтегазоносности.

Заключение

Результаты экспериментальных прямых газогеохимических работ на газоконденсатных месторождениях Вилюйской синеклизы показывают высокий потенциал их применения при поисковых работах на нефть и газ. Несомненно, в комплексе с другими геолого-геофизическими методами прямые геохимические исследования позволят увеличить достоверность прогноза перспектив нефтегазоносности слабоизученных территорий.

Применение прямых геохимических опробований может быть эффективным и на территориях со схожим мезо-кайнозойским терригенным разрезом. К таковым территориям можно отнести Предверхоянский и Лено-Анабарский прогибы и прилегающие к Вилюйской синеклизе участки Алданской антеклизы (Северный склон Якутского поднятия).

Литература

1. Филатов, С.С. Гидрогеохимические исследования донных осадков континентальных водоемов Сибирской платформы с целью поисков нефти и газа / С.С. Филатов, Л.А. Грубов, М.С. Крайчик, В.П. Белоглазов, О.А. Бабошина. // Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа. – Москва : Наука, 1983. – С.141-145. – Текст: непосредственный.
2. Лавров, Г.Д. Сравнительная оценка перспектив нефтегазоносности различных фациальных зон мезозойских прогибов востока Сибирской платформы / Г.Д. Лавров. – Ленинград : ВНИГРИ, 1976. – 419 с. – Текст: непосредственный.
3. Филатов, С.С. Поверхностные газогеохимические показатели при поисках зон нефтегазоаккумуляции в слабоизученных районах Западной Якутии / С.С. Филатов, Л.А. Грубов, В.С. Лебедев, И.В. Степаненко

// Комплексные геохимические нефтегазопроисследовательские исследования субаквальных площадей. – Ленинград : ВНИГРИ, 1985. – 113 с. – Текст: непосредственный.

4. Калинин, А.И. Результаты использования геохимического опробования при поисках нефти и газа с применением полевого экспрессного хроматографа «ЭХО-В-ФИД» / А.И. Калинин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. – Якутск, 2016. – С. 357-360. – Текст: непосредственный.

5. Семенов, В.П. Геотермические условия Вилуйской синеклизы / В.П. Семенов, М.Н. Железняк // Криосфера Земли. – 2013. – Т. XVII. – № 4. – С. 3-10. – Текст: непосредственный.

6. Железняк, М.Н. Геотемпературное поле и криолитозона Вилуйской синеклизы / М.Н. Железняк, В.П. Семенов: – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2020. – 123 с. – Текст: непосредственный.

7. Погодаев, А.В. Гидрогеологические условия формирования и сохранности газоконденсатных залежей Хапчагайского мегавала Вилуйской синеклизы : 25.00.12 : автореферат диссертации на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук / Погодаев Александр Валентинович. – Якутск, 2019. – 24 с. – Текст: непосредственный.

8. Курчиков, А.Р. Результаты проведения геохимических нефтепоисковых исследований на юге Западной Сибири / А.Р. Курчиков, А.Ю. Белоносов, Р.И. Тимшанов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – № 3. – С. 220-227. – Текст: непосредственный.

9. Тимшанов, Р.И. Особенности распределения бензола и толуола в подпочвенных глинах как поисковый критерий нефтеносности на юге Западной Сибири : 25.00.09 : автореферат диссертации на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук / Тимшанов Рустам Ильясович – Новосибирск, 2014. – 16 с. – Текст: непосредственный.

10. Сафронов, А.Ф. Нефтеносность нижнемезозойских отложений Хапчагайского мегавала Вилуйской синеклизы / А.Ф. Сафронов, А.И. Сивцев, В.Б. Черненко // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 8. – С. 1263-1269. – Текст: непосредственный.

11. Павлова, К.А. К проблеме уровней нефтепроявлений в пределах Средневилуйской структуры / К.А. Павлова, А.И. Калинин, А.И. Сивцев // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. – 2013. – № 4. – С. 122-135. – Текст: непосредственный. URL: http://www.ogbus.ru/authors/PavlovaKA/PavlovaKA_1.pdf

References

1. Filatov, S.S. Hidrogeoximicheskie issledovaniya donny'x osadkov kontinental'ny'x vodoyomov Sibirskoj platformy` s cel'yu poiskov nefiti i gaza / S.S. Filatov, L.A. Grubov, M.S. Krajchik, V.P. Beloglazov, O.A. Baboshina // Geoximicheskie metody` poiskov mestorozhdenij nefiti i gaza. – Moskva : Nauka, 1983. – S. 141-145. – Текст: neposredstvenny`j.

2. Lavrov, G.D. Sravnitel'naya ocenka perspektiv neftegazonosnosti razlichny'x facial'ny'x zon mezozojskix progibov vostoka Sibirskoj platformy` / G.D. Lavrov. – Leningrad : VNIGRI, 1976. – 419 s. – Текст: neposredstvenny`j.

3. Filatov, S.S. Poverxnostny'e gazogeoximicheskie pokazateli pri poiskax zon neftegazonakopleniya v slaboizuchenny'x rajonax Zapadnoj Yakutii / S.S. Filatov, L.A. Grubov, V.S. Lebedev, I.V. Stepanenko // Kompleksny'e geoximicheskie neftegazoposkovy'e issledovaniya subakval'ny'x ploshhadej. – Leningrad : VNIGRI, 1985. – 113 s. – Текст: neposredstvenny`j.

4. Kalinin, A.I. Rezul'taty` ispol'zovaniya geoximicheskogo oprobovaniya pri poiskax nefiti i gaza s primeneniem polevogo e'kspressnogo xromatografa «E`XO-V-FID» / A.I. Kalinin // Geologiya i mineral'no-sy'r'evy'e resursy` Severo-Vostoka Rossii. – Yakutsk, 2016. – S. 357-360. – Текст: neposredstvenny`j.

5. Semenov, V.P. Geotermicheskie usloviya Vilyujskoj sineklizy` / V.P. Semenov, M.N. Zheleznyak // Kriosfera Zemli. – 2013. – Т. XVII. – № 4. – С. 3-10. – Текст: neposredstvenny`j.

6. Zheleznyak, M.N. Geotemperaturnoe pole i kriolitizona Vilyujskoj sineklizy` / M.N. Zheleznyak, V.P. Semenov: – Novosibirsk : Izdatel'stvo SO RAN, 2020. – 123 s. – Текст: neposredstvenny`j.

7. Pogodaev, A.V. Hidrogeologicheskie usloviya formirovaniya i soxranosti gazokondensatny'x zalezhej Xapchagajskogo megavala Vilyujskoj sineklizy` : 25.00.12 : avtoreferat dissertacii na soiskanie stepeni kandidata

geologo-mineralogicheskix nauk / Pogodaev Aleksandr Valentinovich. – Yakutsk, 2019. – 24 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

8. Kurchikov, A.R. Rezul'taty` provedeniya geoximicheskix neftepoiskovy`x issledovanij na yuge Zapadnoj Sibiri / A.R. Kurchikov, A.Yu. Belonosov, R.I. Timshanov // Intere`kspo Geo-Sibir`. – 2012. – № 3. – S. 220-227. – Tekst: neposredstvenny`j.

9. Timshanov, R.I. Osobennosti raspredeleniya benzola i toluola v podpochvenny`x glinax kak poiskovy`j kriterij neftenosnosti na yuge Zapadnoj Sibiri : 25.00.09 : avtoreferat dissertacii na soiskanie stepeni kandidata geologo-mineralogicheskix nauk / Timshanov Rustam Il'yasovich – Novosibirsk, 2014. – 16 s. – Tekst: neposredstvenny`j.

10. Safronov, A.F. Neftenosnost` nizhnemezozojских otlozhenij Xapchagajского megavala Vilyujskoj sineklizy` / A.F. Safronov, A.I. Sivcev, V.B. Chernenko // Geologiya i geofizika. – 2014. – T. 55. – № 8. – S. 1263-1269. – Tekst: neposredstvenny`j.

11. Pavlova, K.A. K probleme urovnej nefteproyavlenij v predelax Srednevilyujskoj struktury` / K.A. Pavlova, A.I. Kalinin, A.I. Sivcev // Neftegazovoe delo: e`lektron. nauch. zhurn. – 2013. – № 4. – S. 122-135. – Tekst: neposredstvenny`j. URL: http://www.ogbus.ru/authors/PavlovaKA/PavlovaKA_1.pdf

Сведения об авторах

СИБИЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., доцент кафедры «Недропользование» геологоразведочного факультета СВФУ, e-mail: maraday@yandex.ru

SIVTSEV Alexey Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of «Subsoil Use» of the NEFU Geological Exploration Faculty, e-mail: maraday@yandex.ru

КАЛИНИН Александр Иосифович – научный сотрудник ИПНГ СО РАН, e-mail: alexklmn@mail.ru

KALININ Alexander Iosifovich – Researcher at IPNG SB RAS, e-mail: alexklmn@mail.ru