

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/23_2017

УДК 550.84:553.98(571.56)

Калинин А.И., Сивцев А.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИПНГ СО РАН), Якутск, Россия, alexklnn@mail.ru

ПРЯМЫЕ ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СВЕТЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЯКУТСКОГО ПОДНЯТИЯ

Перспективы нефтегазоносности района Якутского поднятия Сибирской платформы до настоящего времени остаются до конца невыясненными. Однако в свете новых данных и переоценки старых представлений этот район начинает представлять интерес, в частности, северный склон поднятия. В пределах этой зоны по двум профилям проведена газогеохимическая съемка на содержание ароматических углеводородов. Результатом работ явилось установление наличия дифференцированного геохимического поля, сопоставимого с полученными данными при рекогносцировочных работах в пределах Средневилюйского газоконденсатного месторождения. Согласно проведенной первичной интерпретации полученных данных сделано предположение о наличии источников миграции углеводородов.

***Ключевые слова:** газогеохимические поиски, ароматические углеводороды, перспективы нефтегазоносности, Якутское поднятие, Сибирская платформа.*

Введение

Якутское поднятие – крупная положительная тектоническая структура первого порядка, которая представляет собой погребенный под юрскими отложениями субширотный выступ кристаллического фундамента. В региональном тектоническом плане поднятие осложняет северный склон Алданской антеклизы и располагается в зоне сочленения последнего с Предверхоаянским прогибом и Вилюйской синеклизой. Во всех существующих картах перспектив нефтегазоносности Сибирской платформы район Якутского поднятия и ее склоны до недавнего времени оценивались как бесперспективные или слабо перспективные.

Впервые о перспективах нефтегазоносности Северного склона Якутского поднятия начали упоминать после бурения Намской опорной скважины, где из юрско-мелового интервала отложений получены незначительные притоки газа. В частности, в монографии К.Б. Мокшанцева и Н.В. Черского предположено, что между Намцами и Якутском будут найдены месторождения нефти и газа, связанные с юрским бассейном Верхоянья [Мокшанцев, Черский, 1961]. В середине 1990-х гг. на рассматриваемой территории проведен незначительный объем сейсморазведочных работ, который показал наличие структур выклиниваний в разрезе (отв. исп. А.А. Егошин, Якутскгеофизика, 1994). Среди более поздних опубликованных работ о перспективах данной территории можно отметить следующие [Гриненко, Мишнин, Истомина, 2003; Сафронов, 2009; Ситников, Жерновский, 2012; Погодаев,

Ситников, Буйдылло, 2015; Сивцев, Чалая, Зуева, 2016; Ситников и др., 2017].

К настоящему времени на основании обобщения и анализа комплексных геофизических данных и материалов глубокого и колонкового бурения намечены размеры, структурное положение и вещественный состав осадочного чехла, слагающего обширные склоны Якутского поднятия. По комплексу показателей перспектив нефтегазоносности особый интерес представляет северный склон Якутского поднятия.

Постановка проблемы

В качестве наиболее перспективной, вслед вышеуказанным исследователям, авторы статьи считают предполагаемую зону выклинивания пермо-триасовых отложений, протягивающуюся в широтном направлении от района расположения Ивановской параметрической скважины на запад к Намской скважине. В этой зоне пермские и триасовые отложения моноклинально вздымаются на северный склон Якутского поднятия в южном направлении (рис. 1). Флюидоупором пермо-триасовых отложений опосредованно через кызылсырскую свиту могут служить глинистые отложения нижней юры – сунтарская свита и ее аналоги.

Промышленная нефтегазоносность пермско-триасового комплекса отложений подтверждена в рамках единой Хатанго-Вилуйской нефтегазонасной провинции в пределах Хапчагайского мегавала Вилуйской синеклизы, находящегося в 300-400 км северо-западнее от рассматриваемой территории. Здесь открыты (с запада на восток) Средневилуйское, Толонское, Мастахское, Соболах-Неджелинское, Бадаранское и Нижневилуйское месторождения, являющиеся сырьевой базой Центрального энергетического узла.

На рис. 2 и 3 представлены геолого-геофизические разрезы вдоль меридиональных профилей I-I и II-II, проходящих поперек зоны выклинивания пермско-триасовых и верхнеюрско-нижнемеловых отложений в пределах северного склона Якутского поднятия.

Как видно из представленных рисунков, зона выклинивания пермо-триасового комплекса отложений находится в доступных для бурения глубинах (2,0-3,5 км).

При благоприятном сочетании структурно-литологических условий, здесь могут быть обнаружены значительные скопления углеводородов (УВ). В пользу данного предположения свидетельствуют зафиксированные многочисленные прямые признаки нефтегазоносности различного характера из комплекса отложений верхнеюрско-нижнемелового возраста (табл. 1). Вышеприведенные признаки газоносности верхнеюрско-нижнемеловых отложений можно рассматривать как прямой признак наличия залежей нефти и газа в более глубокозалегающих горизонтах.

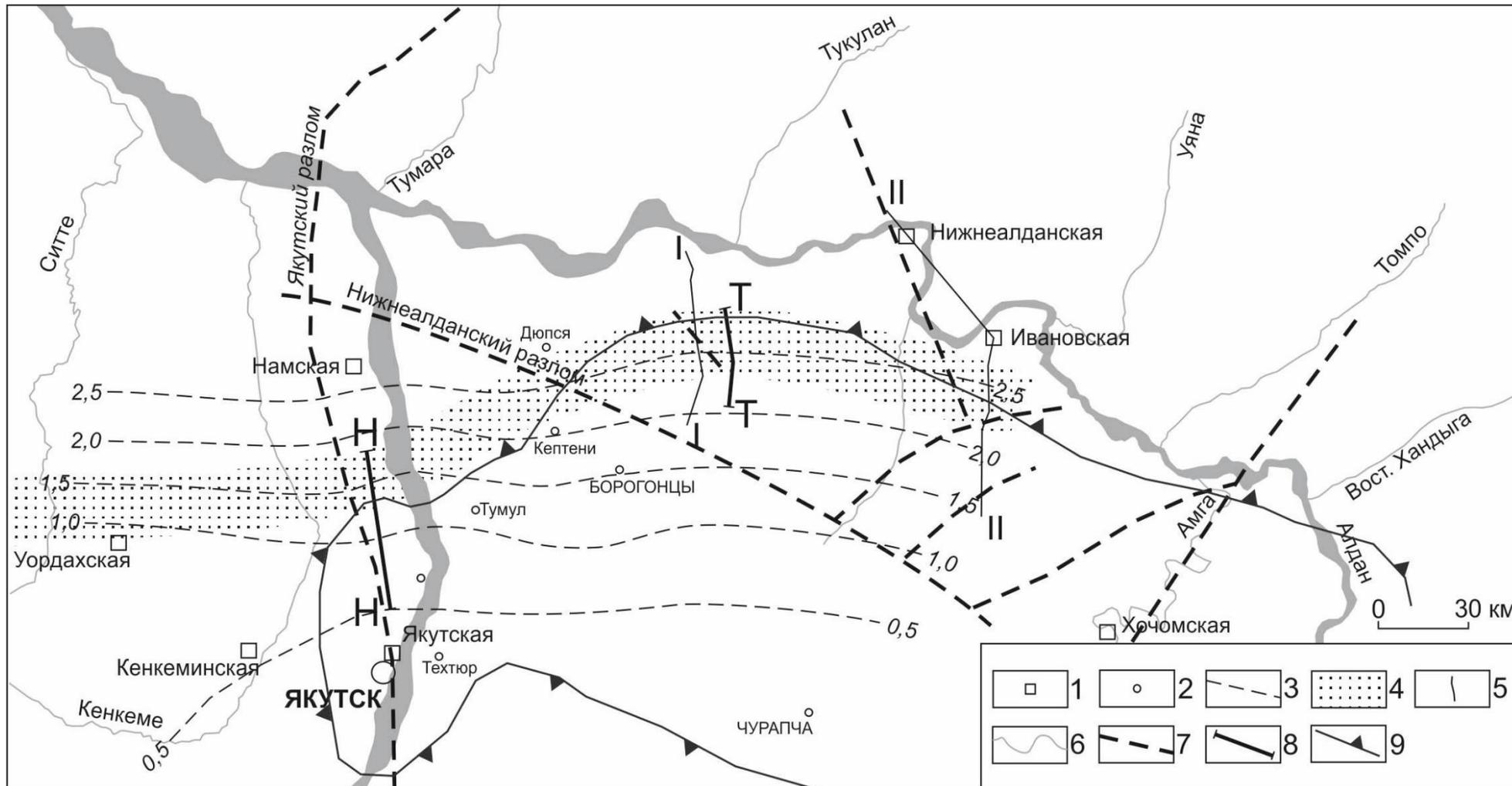


Рис. 1. Предполагаемая зона выклинивания пермо-триасовых отложений в пределах северного склона Якутского поднятия

1 – площади глубокого бурения, 2 – населенные пункты, 3 – глубины залегания сунтарской свиты, км, 4 – предполагаемая зона выклинивания пермо-триасовых отложений, 5 – линии сейсмогеологических разрезов, 6 – реки, 7 – достоверно установленные глубинные разломы, 8 – линии геохимического опробования, 9 – границы Якутского поднятия по комплексным геолого-геофизическим данным [Ситников, Жерновский, 2012].

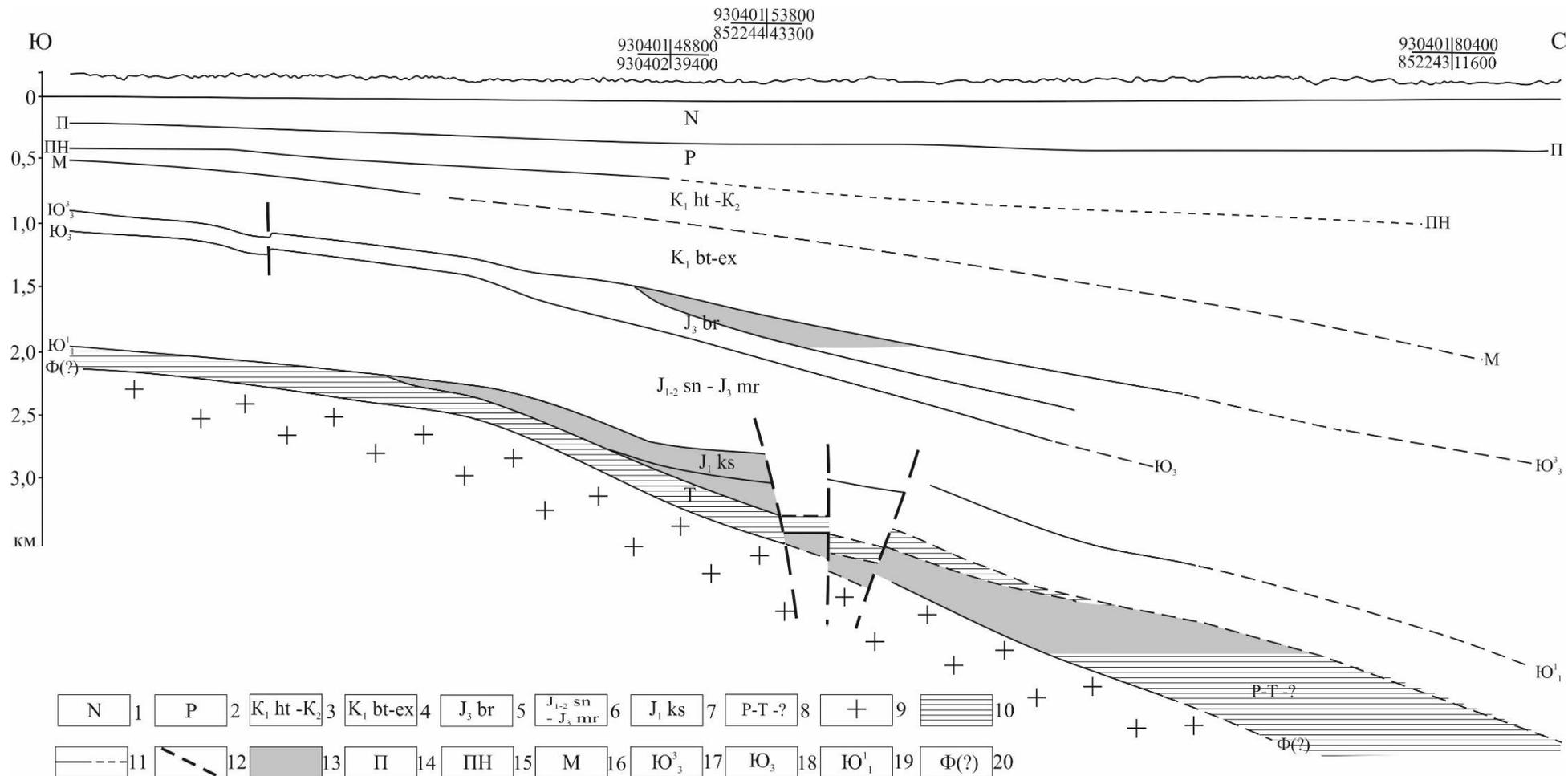


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по профилю I-I (по данным ОАО «Якутскгеофизика», с упрощениями и дополнениями авторов, 2017)
 1 – неогеновые отложения, 2 – палеогеновые отложения, 3 – меловые отложения, хатырыкская свита, 4 – меловые отложения, эксеняхская свита, 5 – верхнеюрские отложения, бергеинская свита, 6 – верхне-нижнеюрские отложения, сунтарская свита, 7 – нижнеюрские отложения, кысылсырская свита, 8 – триасовые отложения, 9 – возможное расположение фундамента, 10 – пермо-триасовые отложения, 11 – сейсмические отражающие горизонты, 12 – тектонические нарушения, 13 – возможные зоны нефтегазонакопления, 14 – подошва неогеновых отложений, 15 – подошва палеоген-неогеновых отложений, 16 – граница отложений эксеняхской и хатырыкской свит нижнего мела, 17 – кровля юрских отложений, 18 – подошва бергеинской свиты верхнеюрских отложений, 19 – подошва сунтарской свиты нижнеюрских отложений, 20 – фундамент.

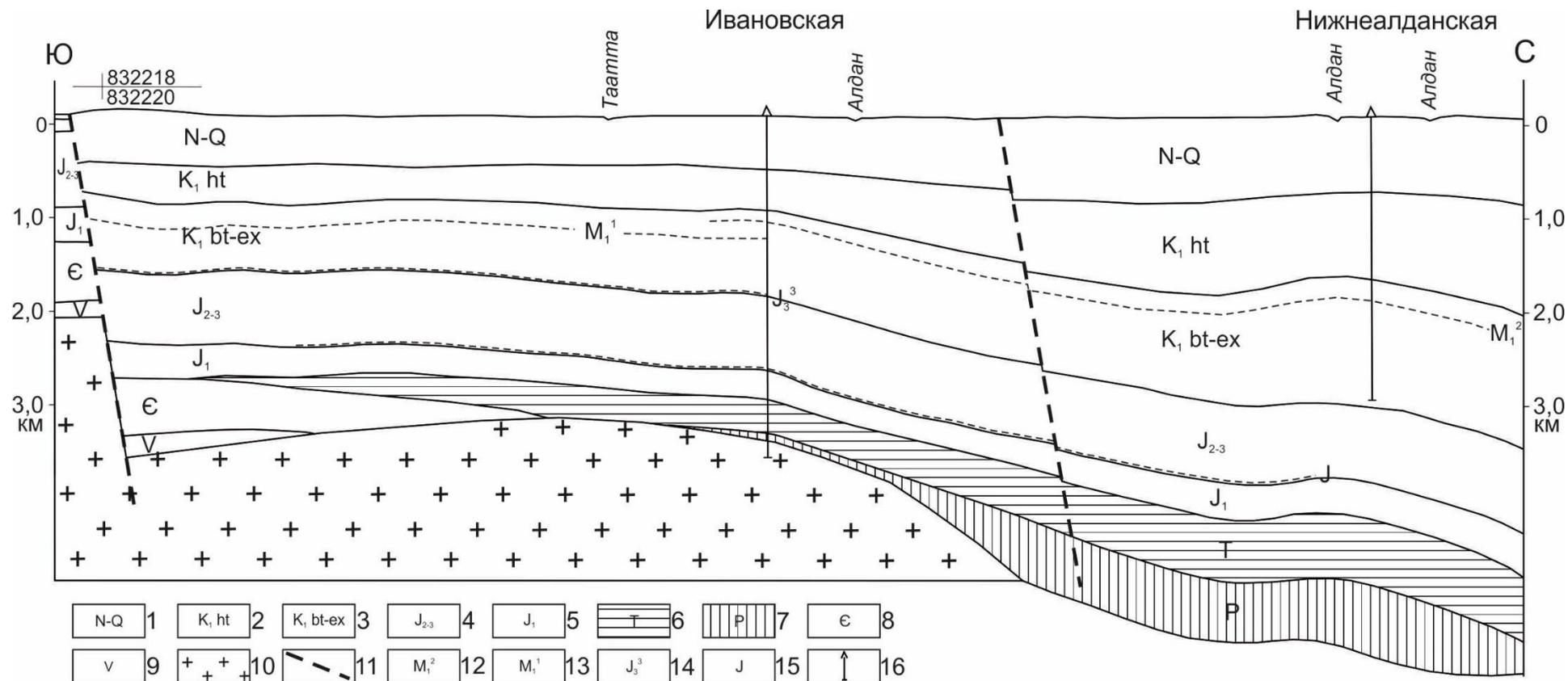


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез по профилю II-II (по материалам ОАО «Якутскгеофизика, с упрощениями и дополнениями авторов, 2017)
 1 – неоген-четвертичные отложения, 2 – нижнемеловые отложения, хатырыкская свита, 3 – нижнемеловые отложения, батыльхская и эксенняхская свиты, 4 – средне- верхнеюрские отложения, 5 – нижнеюрские отложения, 6 – триасовые отложения, 7 – пермские отложения, 8 – кембрийские отложения, 9 – вендские отложения, 10 – фундамент, 11 – разрывные нарушения, 12 – отражающий горизонт приуроченный надэксенняхской толще, 13 – отражающий горизонт приуроченный границе батыльхской и эксенняхской свитами, 14 – отражающий горизонт приуроченный к кровле юрских отложений, 15 – отражающий горизонт приуроченных к кровле сунтарской свиты, 16 – скважина глубокого бурения.

Таблица 1

Признаки газоносности верхнеюрско-нижнемеловых отложений, слагающих северный склон Якутского поднятия [Сивцев, Чалая, Зуева, 2016]

Скважина	Интервал, м	Порода, возраст	Признак газоносности
Намская	1671-1681	Песчаники батылхской свиты нижнего мела	Приток воды с газом (метан до 81,8%). Дебит газа 1000 м ³ /сут.
	1965-1980	Песчаники, глины, угольные пласты батылхской свиты, нижний мел	Приток воды со свободно выделяющимся газом (дебит газа до 1700 м ³ /сут). Содержание в газе метана до 93,7%
	2090-2100	Песчаники бергеинская свиты, верхняя юра	Выделение метанового газа (метан до 92,2%) с водой (дебит газа 216 м ³ /сут)
	2194-2200	Песчаники бергеинская свиты, верхняя юра	Выделение метанового газа (метан до 95,6%) с водой (дебит газа до 1000 м ³ /сут)
	2364-3003	Интервал нижневилуйской до кзылсырской свит, юра	Выделение метанового газа (метан до 93,7%) с водой (дебит газа 430 м ³ /сут)
Ивановская	1316-1324	Эксенняхская свита, нижний мел	Приток воды с растворенным газом. Дебит воды 91,8 м ³ /сут. Содержание метана 83,6 - 88,4%
	1470-1484	Батылхская свита, нижний мел	Приток воды с растворенным газом. Дебит воды 54,1 м ³ /сут. Содержание метана 93,8-95,9%
	1931-1940	Батылхская свита, нижний мел	Приток воды с растворенным газом. Дебит воды 4,2 м ³ /сут. Содержание метана 93,8-94,3%
Урдахская, 2	957-975	Песчаники кзылсырской свиты, нижняя юра.	Приток воды с растворенным газом. Дебит воды 12,13 м ³ /сут. Содержание метана 93,8-95,7%
Кенкеминская	400-750	Юрские отложения	Дебиты воды до 70 м ³ /сут.
Тандинский профиль, 150-к	218,1-271,5	Песчаники, неоген.	Слабый спонтанный выход метанового газа (метан до 71,12%)
Пос. Борогонцы, оз. Мюрю, скв. 1	422-551	Батылхская свита, нижний мел	Спонтанные (на изливе) выходы газа с содержанием метана 84,3-98,2%
Кептени 4	436-496	Батылхская свита, нижний мел	Спонтанные выходы газа с содержанием метана до 73,6%
Дюпся	432	Батылхская свита, нижний мел	Свободное выделение газа. Состав и дебит не определены
Тумул 2	273-501	Батылхская свита, нижний мел	Получен водорастворенный азотный газ (азот - до 60%)

Общегеологические предпосылки, такие как наличие комплексов отложений с известной нефтегазоносностью, сочетание проницаемых и экранирующих пластов, благоприятное гипсометрическое положение и зафиксированные факты прямых и косвенных признаков, газоносности свидетельствуют о возможных перспективах открытия месторождений нефти и газа северного склона Якутского поднятия.

Для получения дополнительных показателей перспектив нефтегазоносности рассматриваемой территории использован метод прямого геохимического опробования полевым переносным газовым хроматографом ЭХО-ФИД с фотоионизационным детектором и очищенным воздухом в качестве газаносителя производства ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск).

Ниже приведены результаты проведенных работ.

Экспериментальная часть

Первый профиль Т-Т по геохимическому опробованию на северном склоне Якутского свода проводился параллельно сейсмическому профилю 930401 в бассейне р. Танда (левый приток нижнего течения р. Алдан), в субмеридиональном направлении, с юга на север, от окрестностей пос. Баягантая ниже по р. Танда на протяжении примерно 50 км (см. рис. 1).

Опробовано 76 точек при расстоянии между пунктами опробования около 500-600 м, однако иногда, по объективным обстоятельствам, это расстояние увеличивалось. В каждой из точек отбиралось три пробы.

В данной методике геохимических исследований (разработанной в ИНГГ СО РАН) для пробоотбора применены искусственные пассивные концентраторы - трубка из нержавеющей стали (наружный диаметр - 6,5 мм, толщина стенки - 0,3 мм) с сорбционным слоем на внутренней поверхности.

Для проведения пробоотбора контейнеры с концентраторами закреплялись в пробоотборной емкости. Эту емкость устанавливали в сухой шурф на глубину 50 см. После установки шурф засыпался грунтом. В местах отбора проб грунт представлял собой смесь суглинка с супесью. После требуемого времени экспозиции (не менее 16 часов), концентраторы доставляли к полевому газовому хроматографу для анализа веществ, уловленных его сорбентом.

Первичный анализ предконцентрированных проб с получением хроматограмм осуществлялся непосредственно в полевых условиях. При этом, в случае испорченности пробы или недоверия, по той или иной причине, к результату анализа проводилось повторное опробование.

На основе усредненных концентраций веществ для каждой точки опробования построены графики распределения усредненных концентраций веществ по профилю, предоставленные на рис. 4.

Общим результатом работ явилось само наличие дифференцированного геохимического профиля по ароматическим веществам, что говорит о наличии нефтегазогеологических процессов.

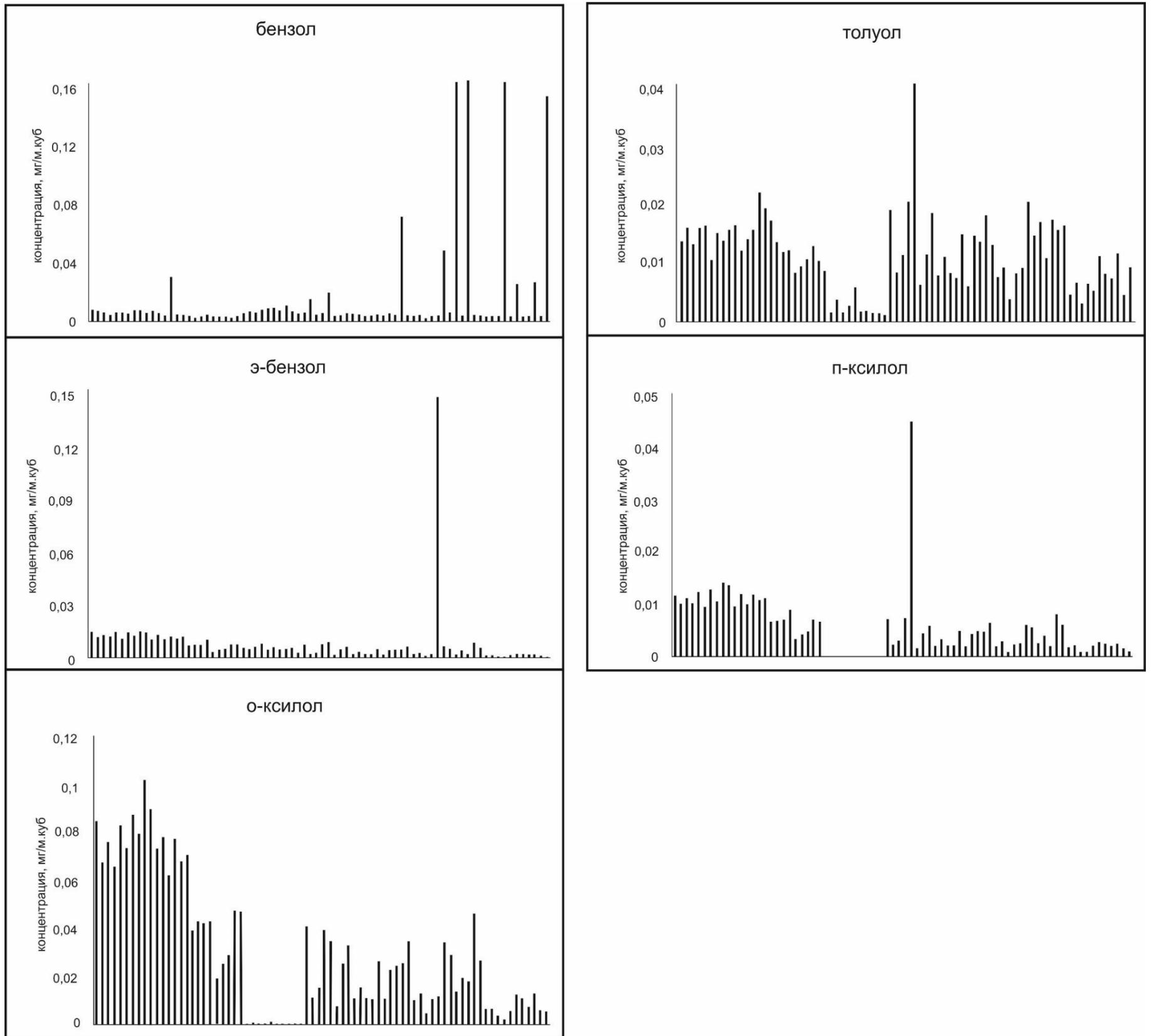


Рис. 4. Распределение концентраций ароматических веществ вдоль профиля Т-Т

Как видно из представленных графиков, максимумы концентраций исследуемых веществ не всегда совпадают, отмечаются зоны пиковых концентраций одних веществ при одновременном отсутствии других. По всей видимости, данное обстоятельство связано как с разными миграционными свойствами наблюдаемых веществ, так и с составом исходящих газов. В частности, бензол характеризуется лучшими миграционными свойствами, чем толуол. Кроме того, как отмечают исследователи, занимающиеся геохимическими исследованиями в Западной Сибири, в целом содержание толуола в нефтях больше, чем бензола [Курчиков и др., 2012]. Составы конденсатов Средне-Тюнгского (Хатанго-Вилуйская нефтегазоносная провинция) и Отраднинского (Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция) месторождений также подтверждают вышеуказанную закономерность [Нефти и конденсаты..., 1981]. О чем свидетельствуют и данные газоконденсатных исследований ОАО «Сахатранснефтегаз». Так для скв. 226 Среднетюнгского газоконденсатного месторождения содержание в % мольных бензола – 0,650, толуола – 3,587. Для скв. 314-2 Отраднинского газоконденсатного месторождения содержание бензола – 0,742, толуола – 0,869.

Можно предположить, что это верно и для исследуемой площади, которая по современному тектоническому районированию относится к зоне сочленения Хатанго-Вилуйской и Лено-Тунгусской нефтегазоносных провинций.

При миграции УВ в вышележащие отложения и на дневную поверхность концентрация бензола увеличивается в результате перераспределения за счет его лучшей миграционной способности в зонах, характеризующихся более низкой проницаемостью отложений относительно других. И наоборот, концентрация толуола будет увеличиваться в зонах достаточно высокой проницаемости.

Параметром, который характеризует и усиливает эти различия, является отношение концентраций бензол/толуол (Б/Т). Исследователи считают этот параметр важным показателем миграции УВ, ответственный за ее направление и дальность [Старобинец, 1986]. На рис. 5 показано распределение параметра Б/Т вдоль профиля Т-Т.

Как видно из рис. 5, показатель Б/Т подчеркивает относительное изменение концентраций бензола и толуола, что может служить признаком наличия экранирующих отложений.

Графики распределения концентраций этил-бензола, о-ксилола и п-ксилола постепенно уменьшаются к северу, что дает возможность предположить, наряду с данными анализа концентраций бензола и толуола, о возможном наличии в северной части профиля пластов с улучшенными экранирующими свойствами.

С другой стороны, замечена склонность аренов образовывать кольцевые аномалии вокруг нефтегазоносных структур, что отмечается в ряде источников [Курчиков и др., 2012;

Карташов, Балдин, Грузнов, 2012; Кремницкий и др., 2010].

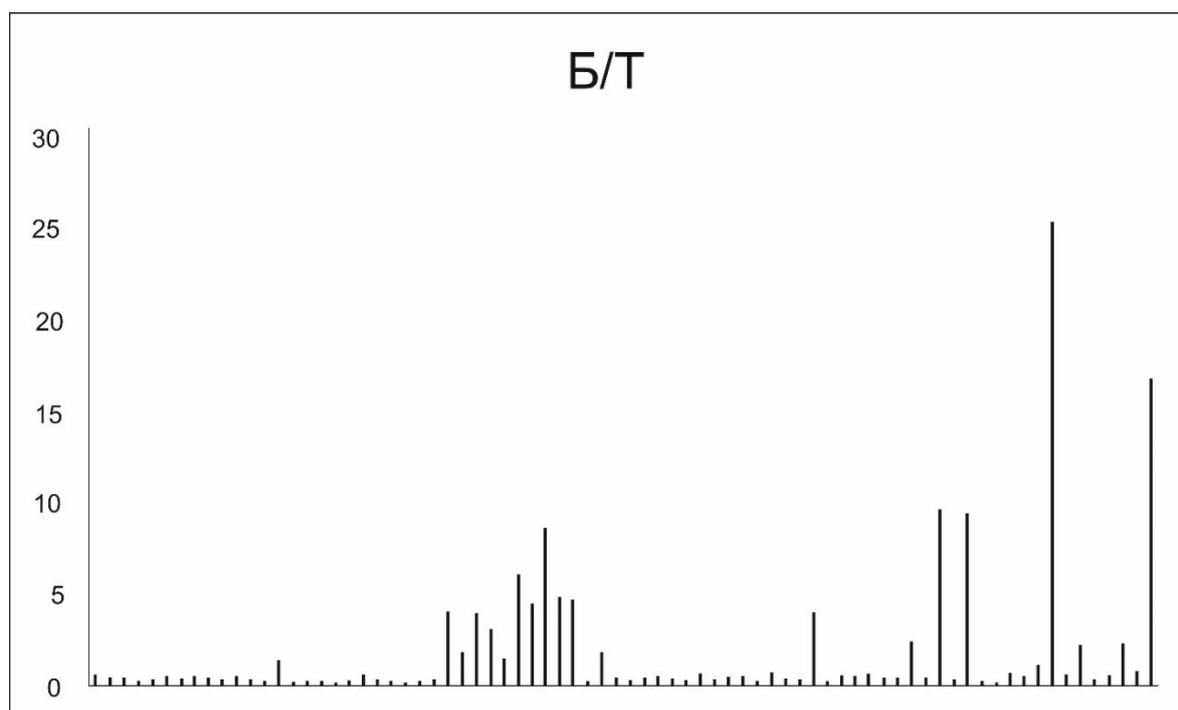


Рис. 5. Распределение параметра Б/Т вдоль профиля Т-Т

Вероятность того, что профиль Т-Т пересек контур нефтегазоносной структуры весьма ничтожна. Для подтверждения требуется площадное геохимическое опробование в окрестностях выявленных аномальных участков. Примечательно, при рекогносцировочных работах в пределах южной периклинали Средневиллойского газоконденсатного месторождения, с охватом контактовой газовой зоны, максимальные значения концентраций аренов сопоставимы с полученными данными по р. Танда (рис. 6).

Сопоставимые величины максимальных значений аренов позволяют с некоторой степенью вероятности предположить наличие аналогичных источников УВ – залежей в рассматриваемом районе профиля Т-Т.

Второй геохимический профиль Н-Н в пределах Якутского поднятия был проведен вдоль дороги от с. Тулагино до с. Намцы. Профиль Н-Н также, как и тандинский профиль I-I, проведен с юга на восток. (см. рис. 1) Протяженность профиля при этом составила около 35 км, с расстояниями между пунктами опробования 0,5 км. Полученные результаты представлены на рис. 7.

Как видно из рис. 7 дифференцированность геохимического поля здесь также имеется, однако она менее выражена. При этом концентрации аренов по профилю ведут себя также, как и на профиле Т-Т, хотя и не так контрастно. Это может свидетельствовать о том, что миграция ароматических веществ меньше.

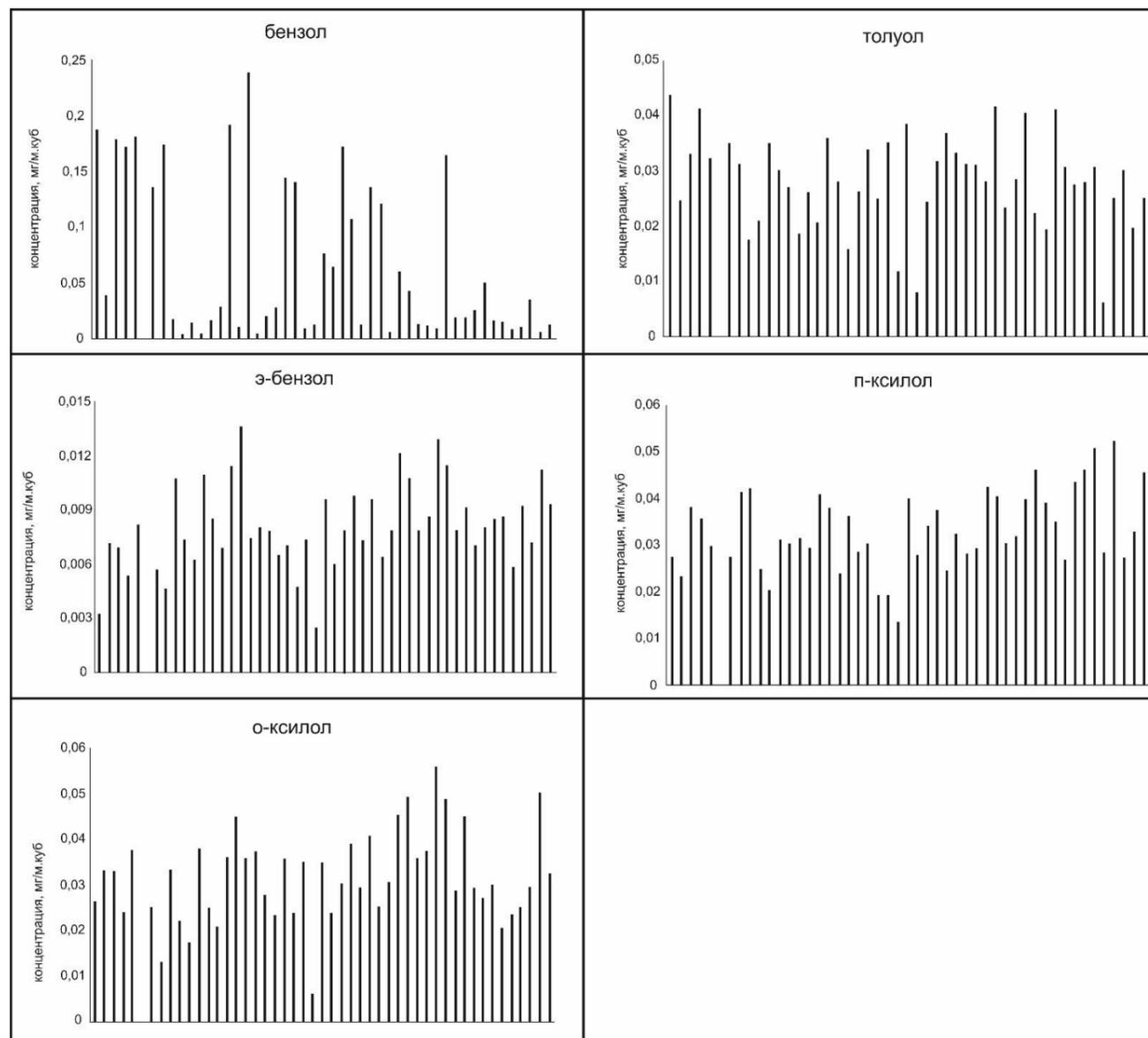


Рис. 6. Концентрации ароматических веществ на профиле, проведенном на южной периклинали Средневилуйского месторождения

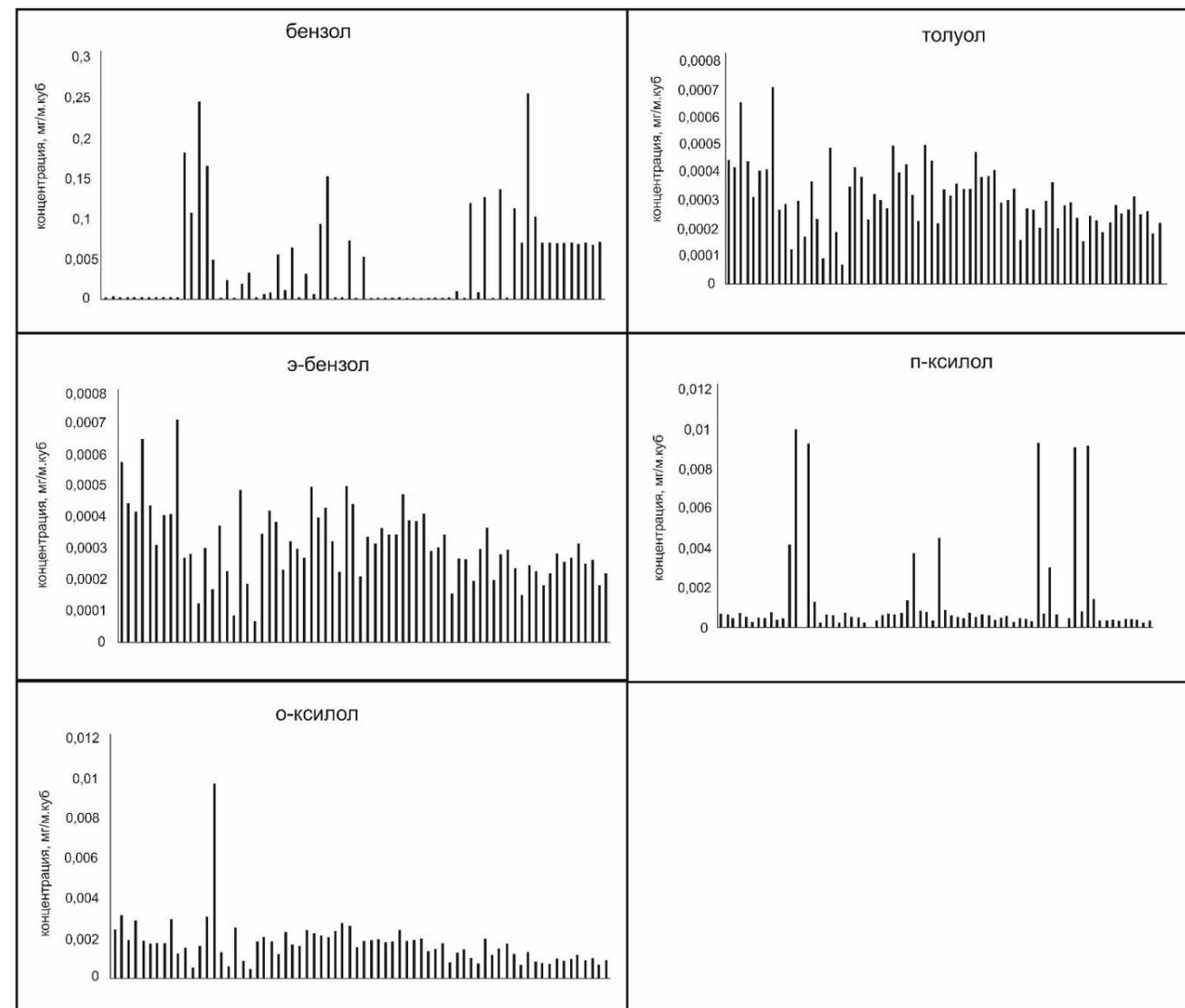


Рис. 7. Концентрации ароматических веществ вдоль профиля Н-Н

Обсуждение результатов

Первые результаты, полученные в ходе геохимического опробования на Северном склоне Якутского поднятия, показывают наличие дифференцированного геохимического поля вдоль обработанных профилей. По мнению авторов, наличие двух выраженных аномалийных зон вдоль профиля Т-Т может быть обусловлено наличием двух независимых источников УВ.

По профилю Т-Т пермо-триасовый перспективный комплекс отложений выклинивается в интервале глубин 2,0-2,5 км и перекрывается довольно мощной толщей верхнеюрско-нижнемеловых отложений, где также могут быть скопления УВ.

О перспективности верхнеюрско-нижнемеловых отложений свидетельствуют многочисленные газопроявления приведенные в табл. 1. Кроме того, в кайнозойской части разреза, имеющей толщину до 400 м, в ходе структурного бурения вдоль р. Танда также были зафиксированы различного характера газопроявления.

Вдоль профиля Н-Н толщины кайнозойских отложений не превышают 100 м [Тектоника, геодинамика и..., 2001]. Перспективный пермо-триасовый комплекс выклинивается в интервале глубин от 1,3-1,7 км (см. рис. 1) и перекрывается примерно наполовину средне-верхнеюрскими, на другую половину - нижнемеловыми отложениями.

Относительно менее выраженное геохимическое поле по профилю Н-Н возможно обусловлено лучшей закрытостью источников УВ. Хотя не стоит сбрасывать со счетов и влияние верхней части разреза (средне- верхнеюрско-нижнемеловой и кайнозойский), которая относительно участка прохождения профиля Т-Т имеет меньшую мощность.

Выводы

Геолого-геофизическая и геохимическая изученности северного склона Якутского поднятия остаются неравномерными и на крайне низком уровне. Вместе с тем, наличие в разрезе аналогов известных нефтегазоносных комплексов, благоприятное сочетание проницаемых и экранирующих толщ, высокая вероятность обнаружения структурных и литологических ловушек, зафиксированные прямые признаки нефтегазоносности указывают на определенные перспективы нефтегазоносности.

Некоторый оптимизм вселяют первые результаты, полученные в ходе геохимического опробования. Так количественные значения максимальных концентраций ароматических веществ вдоль профилей сопоставимы со значениями, полученными в ходе рекогносцировочных работ в пределах южной периклинали Средневилюйского газоконденсатного месторождения с охватом контактовой газоводяной зоны.

Таким образом, авторы считают, что территорию северного и северо-западного склонов Якутского поднятия необходимо поставить в первоочередной финансируемый федеральным бюджетом план работ по геологическому изучению и воспроизводству сырьевой базы УВ.

Литература

Гриненко В.С., Мишин В.М., Истомин И.И. Многоярусный экранированный бассейн концентрированных углеводородов в Алданском Приверхоянье // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века: материалы регион. науч.-практ. конф. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – С. 683-686.

Карташев Е.В., Балдин М.Н., Грузнов В.М. Особенности применения пассивных концентраторов для геохимической съемки при поиске залежей нефти и газа // Интерэкспо Гео-Сибирь-2012: VIII Международная конференция «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» (Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.) – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 1. – С. 177-182.

Кременицкий А.А., Пилицин А.Г., Инговатов А.П., Грузнов В.М. Геохимические методы прогноза и поисков нефтегазовых месторождений // Разведка и охрана недр. – 2010. - №5. - С.63-69.

Курчиков А.Р., Белонос А.Ю., Тимшанов Р.И., Мартынов О.С., Шешуков С.А., Кудрявцев А.Е. Результаты проведения геохимических нефтепоисковых исследований на юге Западной Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012: Сб. материалов VIII Междунар. науч. конгр. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» (г. Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.): в 3 т. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 3. – С. 227-234.

Мокшанцев К.Б., Черский Н.В. Основные черты строения геологического строения и перспективы нефтегазоносности Восточной Якутии. – Якутск, 1961. - 135 с.

Нефти и конденсаты Западной Якутии (рекомендации) / Под ред. Е.И. Бодунова, В.А. Каширцева. - Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1981. - 88 с.

Погодаев А.В., Ситников В.С., Буйдылло И.В. Перспективы нефтегазоносности и приоритетные направления дальнейших поисковых работ на территории Вилюйской НГО (Сибирская платформа) // Геология нефти и газа. – 2015. – № 2. – С. 6-16.

Сафронов А.Ф. Перспективы наращивания сырьевой базы нефтегазодобычи на территории РС(Я) // Наука и техника в Якутии. №2 (17). - 2009. – С.15-21.

Сивцев А.А., Чалая О.Н., Зueva И.Н. Перспективы нефтегазоносности Центральной Якутии как ресурс энергобезопасности // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2016. - №2. - С. 71-84.

Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А., Погодаев А.В., Слепцова М.И. Новейший прогноз и актуализация освоения нефтегазовых объектов Вилюйской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. - Т.12. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017

Ситников В.С., Жерновский В.П. О прогнозе потенциальных зон нефтегазонакопления // Вестник Госкомгеологии. - 2012. - №1 (11). – С.107-117.

Старобинец И.С. Газогеохимические показатели нефтегазоносности и прогноз состава углеводородных скоплений. – М.: Недра, 1986. – 200 с.

Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.

Kalinin A.I., Sivtsev A.I.

Institute of Oil and Gas Problems of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IOGP SB RAS), Yakutsk, Russia, alexklnn@mail.ru

GAS GEOCHEMICAL SURVEY OF AROMATIC HYDROCARBONS RELATED TO THE OIL AND GAS PROSPECTING ACTIVITY ON THE NORTHERN SLOPE OF THE YAKUT ARCH

Prospects assessment of the oil and gas belonging to the Yakut Arch of the Siberian Platform are still not fully interpreted. But, in relation of new data and reevaluation of old interpretation, this region begins to be of interest, particularly, the northern slope of the arch.

Gas geochemical survey was performed on two profiles on aromatic hydrocarbons content within this zone. Identification of a differentiated geochemical area, comparable with data obtained during reconnaissance works within Sredne Viluy field obtained. Sources of hydrocarbon migration are assumed, according to the primary data interpretation.

Keywords: *gas geochemical survey, aromatic hydrocarbons, prospects of oil and gas presence, Yakut Arch, Siberian Platform.*

References

Grinenko V.S., Mishnin V.M., Istomin I.I. *Mnogoyarusnyy ekranirovanny bassey n kontsentrirrovannykh uglevodorodov v Aldanskom Priverkhoyan'e* [Multistage shielded basin of concentrated hydrocarbons in Aldan region]. Problemy prognozirovaniya, poiskov i izucheniya mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh na poroge XXI veka: materialy region. nauch.-prakt. konf. – Voronezh: Izdatelstvo VGU, 2003, p. 683-686.

Kartashev E.V., Baldin M.N., Gruznov V.M. *Osobennosti primeneniya passivnykh kontsentratorov dlya geokhimicheskoy s'emki pri poiske zalezhey nefi i gaza* [Features of application of passive concentrators in geochemical survey during oil and gas deposit search] Interekspo Geo-Sibir'-2012: VIII Mezhdunarodnaya konferentsiya «Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Novye napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh» (Novosibirsk, 10-20 Apr 2012). Novosibirsk: SGGA, 2012, vol. 1, p. 177-182.

Kremenitskiy A.A., Pilitsin A.G., Ingovatov A.P., Gruznov V.M. *Geokhimicheskie metody prognoza i poiskov neftegazovykh mestorozhdeniy* [Geochemical methods of forecasting and prospecting oil and gas deposits]. Razvedka i okhrana nedr, 2010, no.5, p. 63-69.

Kurchikov A.R., Belonosov A.Yu., Timshanov R.I. *Rezultaty provedeniya geokhimicheskikh neftepoiskovykh issledovaniy na yuge Zapadnoy Sibiri* [Results of geochemical oil search studies in the South of Western Siberia]. Interekspo Geo-Sibir', 2012, vol. 3.

Kurchikov A.R., Belonosov A.Yu., Timshanov R.I., Martynov O.S., Sheshukov S.A., Kudryavtsev A.E. *Rezultaty provedeniya geokhimicheskikh neftepoiskovykh issledovaniy na yuge Zapadnoy Sibiri* [Results of geochemical oil search studies in the South of Western Siberia] Interekspo GEO-Sibir'-2012: Sb. materialov VIII Mezhdunar. nauch. kongr. «Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya» (Novosibirsk, 10-20 Apr 2012). Novosibirsk: SGGA, 2012, vol. 3, p. 227-234.

Mokshantsev K.B., Cherskiy N.V. *Osnovnye cherty stroeniya geologicheskogo stroeniya i perspektivy neftegeozonosnosti Vostochnoy Yakutii* [Main features of geologic structure and prospects of oil and gas in the Eastern Yakutia]. Yakutsk, 135 p.

Nefi i kondensaty Zapadnoy Yakutii (rekomentatsii) [Oil and condensates of the Western Yakutia (recommendations)]. Edited by E.I. Bodunov, V.A. Kashirtsev Yakutsk: Izdatelstvo YF SO AN SSSR, 1981, p 88.

Pogodaev A.V., Sitnikov V.S., Buydylo I.V. *Perspektivy neftegeozonosnosti i prioritetye napravleniya dal'neyshikh poiskovykh rabot na territorii Vilyuyskoy NGO (Sibirskaya platforma)* [Prospects of oil and gas and prioritizing directions of further prospecting in the territory of the Viluy oil and gas bearing area (Siberian platform)]. Geologiya nefi i gaza, 2015, no. 2, p. 6-16.

Safronov A.F. *Perspektivy narashchivaniya syr'evoy bazy neftegazodobychi na territorii RS(Ya)* [Prospects of increase of raw material base of oil and gas extraction in the Sakha Republic (Yakutia)]. *Nauka i tekhnika v Yakutii*, 2009, no.2 (17), p. 15-21.

Sitnikov V.S., Alekseev N.N., Pavlova K.A., Pogodaev A.V., Sleptsova M.I. *Noveyshiyy prognoz i aktualizatsiya osvoeniya neftegazovykh ob"ektov Vilyuyskoy sineklizy* [Newest forecast and development updating of Viluy Syncline petroleum objects]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2017, vol. 12, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017

Sitnikov V.S., Zhernovskiy V.P. *O prognoze potentsial'nykh zon neftegazonakopleniya* [Forecast of potential zones of oil and gas accumulation]. *Vestnik Goskomgeologii*, 2012, no.1 (11), p.107-117.

Sivtsev A.A., Chalaya O.N., Zueva I.N. *Perspektivy neftegazonosnosti Tsentral'noy Yakutii kak resurs energobezopasnosti* [Prospects of oil and gas in the Central Yakutia as resource of energy security]. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftgazovoe delo»*, 2016. no.2, p. 71-84.

Starobinets I.S. *Gazogeokhimicheskie pokazateli neftegazonosnosti i prognoz sostava uglevodorodnykh skopleniy* [Gas geochemical indicators of oil and gas presence and forecast of composition of hydrocarbon accumulations]. Moscow: Nedra, 1986.

Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya) [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the Sakha Republic (Yakutia)]. Moscow: MAIK «Nauka/Interperiodika», 2001, p. 571.

© Калинин А.И., Сивцев А.И., 2017