

*А.И. Сивцев¹, Д.М. Петров², А.Р. Александров^{1,2}*¹Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия² ФИЦ «ЯНЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения

Российской академии наук, г. Якутск, Россия

E-mail: maraday@yandex.ru

E-mail: qanala@mail.ru

E-mail: sutuka1956@mail.ru

ЮЖНАЯ ЧАСТЬ АЛДАНО-МАЙСКОГО ПРОГИБА ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ОБЪЕКТ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье затрагивается проблема повышения эффективности геологических работ направленных на опосредованное месторождения нефти и газа на слабоизученных территориях. Дана краткая информация о крайне низкой степени геолого-геофизической изученности Алдано-Майского прогиба одного из наиболее перспективных территорий на юго-восточной окраине Сибирской платформы. Отмечена обильная нефтенасыщенность рифейских отложений Алдано-Майского прогиба не имеющая аналогов среди других зон сочленений платформенной структуры со складчатым поясом по всему периметру Сибирской платформы. Построена структурная карта Алдано-Майского прогиба по подошве малгинской свиты среднего рифея – основного проектного объекта нефтегазопроисхождения региона. Отмечается целесообразность сосредоточения первоочередных поисковых работ на южной части прогиба, где по периферийной вскрытой части зафиксировано максимальное количество нефте- и битумопроявлений приуроченных малгинской свите и была получена жидко-капельная нефть в керне Лахандинской скважины.

Подробно изложена геологическая позиция и характеристика нефтегазопроявлений, полученных в ходе разведочных работ на рудные полезные ископаемые в непосредственной близости от Ингилийского выступа фундамента. Сформулировано предположение, о глубинном генезисе установленного нефтегазопроявления обусловленное процессами обширной латеральной миграции углеводородных флюидов по зонам субгоризонтального расположения трещиноватости. Наличие жидкой нефти в приповерхностной зоне терригенно-карбонатного комплекса свидетельствует о достаточно благоприятных условиях консервации этих проницаемых приповерхностных зон и больших перспективах нефтегазоносности более глубоких горизонтов Алдано-Майского прогиба.

Сделан вывод, что открытие месторождения нефти и газа на южной части Алдано-Майского прогиба позволит сформировать методический подход к познанию особенностей нефтегазоносности обширной высокоперспективной территории Сибирской платформы.

Ключевые слова: Сибирская платформа, Алдано-Майский прогиб, рифейские отложения, малгинская свита, Лахандинская скважина, Ингилийский выступ, трещиноватость, нефтепроявления, миграция углеводородов, перспективы нефтегазоносности.

*A.I. Sivtsev¹, D.M. Petrov², A.R. Aleksandrov^{1,2}*¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia² Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

E-mail: maraday@yandex.ru

E-mail: qanala@mail.ru

E-mail: sutuka1956@mail.ru

THE SOUTHERN PART OF THE ALDAN-MAYA DEPRESSION AS A PRIORITY FOR OIL AND GAS EXPLORATION

Abstract. The article touches upon the problem of increasing the efficiency of geological and exploration works aimed at prospecting for oil and gas deposits on poorly explored territories. It provides brief information

on the extremely low degree of geological and geophysical exploration of the Aldan-Maya depression, one of the most promising territories on the southeastern edge of the Siberian platform. The abundant naphthide saturation of the Riphean deposits of the Aldan-Maya depression has been noted, which has no analogues among other zones of junctions of the platform structure with the folded belt along the whole perimeter of the Siberian platform. A structural map of the Aldan-Maya depression was built along the sole of the Malga Formation of the Middle Ripheus – the main design object of oil and gas exploration works in the region. It is noted that it is advisable to concentrate primary prospecting work on the southern part of the depression, where the maximum number of oil and bitumen shows associated with the Malginsky Formation was recorded in the peripheral part and liquid-drop oil was obtained in the core of the Lakhanda well.

The geological position and characteristics of oil and gas shows obtained in the course of exploration for ore minerals in the immediate vicinity of the Ingiliya ledge of the basement are described in detail. The assumption about the deep genesis of the oil and gas show is formulated due to the processes of extensive lateral migration of hydrocarbon fluids through the zones of subhorizontal fracture location. Preservation of liquid bitumen in the near-surface zone of terrigenous-carbonate complex indicates quite favorable conditions of preservation of these permeable near-surface zones and great prospects of oil and gas potential of deeper horizons of the Aldan-Maya depression.

It is concluded that the discovery of oil and gas field in the southern part of the Aldan- Maya depression will allow forming a methodological approach to the knowledge of the features of oil and gas potential of the vast highly promising territory of the Siberian platform.

Keywords: Siberian platform, Aldan-Maya depression, Riphean deposits, Malginsky Formation, Lakhandinskiy well, Ingilinskiy ledge, fracturing, oil shows, hydrocarbon migration, oil and gas prospects.

Введение

Перспективный на обнаружение месторождений нефти и газа АМП охватывает территории Республики Саха (Якутия) и Хабаровского края. В тектоническом плане АМП на севере граничит с широтной ветвью Предверхоянского прогиба, на западе и юго-западе он сопряжен с Алданской антеклизой, на востоке ограничен Нелькано-Кыллахской надвиговой зоной Южно-Верхоянского складчатого пояса.

Несмотря на продолжительный период исследований геолого-геофизическая изученность АМП остается на крайне низком уровне. Общий суммарный объем сейсморазведочных работ в пределах АМП составляет всего 5509,3 пог. км, или 90 м сеймопрофилей на квадратный километр площади. Данная величина плотности сейсморазведочных профилей соответствует минимальной региональной изученности территории. Представления об осадочном чехле АМП получены в естественных обнажениях преимущественно вдоль складчатого крыла и в единичных скважинах: Усть-Майская-366, Мокуйская-1, Лахандинская-1, Хочомская-1 и Джебарики-Хаинская.

В пределах АМП последняя скважина пробурена в 2014 году в непосредственной близости от Кыллахского поднятия. Параметрическая скважина № 366 вскрыла преимущественно осадочные отложения верхнего протерозоя и нижнего палеозоя. К сожалению, из-за недостаточной подготовленности сейсморазведкой структуры скважина № 366 не достигла проектной малгинской свиты среднего рифея – основного перспективного объекта АМП. Предыдущая Мокуйская параметрическая скважина № 1 была пробурена в 1982 году.

Таким образом, за многолетний период изучения региона при наличии прямых и косвенных признаков нефтегазоносности до настоящего времени на территории АМП еще не открыто месторождения нефти и газа. В условиях сокращения объемов финансирования региональных геологоразведочных работ за счет федерального бюджета следующее параметрическое бурение на территории АМП в среднесрочной перспективе не предвидится.

Определенный прогресс в изучении геологического строения АМП ожидается в связи с приобретением в 2021 году «Майского» лицензионного участка ПАО «ЯТЭК».

Постановка проблемы

Согласно имеющимся геолого-геофизическим данным и результатам редкого глубокого бурения осадочный чехол АМП сложен терригенно-карбонатными образованиями верхнего протерозоя и нижнего палеозоя с мощностью до 7000-8000 м. Незначительные по толщине терригенные осадки укугутской свиты нижней юры залегают со стратиграфическим несогласием по отложениям кембрия и венда. В тектоническом плане АМП представляет собой резко погружающуюся моноклиналь в сторону Нелькано-Кыллахских надвигов.

Обильная нафтидонасыщенность осадочного чехла АМП выгодно отличает его среди других осадочных бассейнов Сибирской платформы аналогичного строения (Байкало-Патомский складчатый пояс, Таймырская зона, Западно-Верхоянский складчатый пояс). Здесь зафиксированы различные нафтидопроявления – от сингенетичной фоновой битуминозности до эпигенетической капельножидких нефтей, вязких и твердых природных битумов [1].

По всей видимости, это обусловлено комплексом факторов, главным из которых представляется высокая биопродуктивность рифейских бассейнов морской седиментации, в которых происходило обильное захоронение органического вещества (ОВ) сапропелевого типа.

С малгинской свитой связывают Майский очаг нефтегазогенерации, который наиболее обогащен ОВ среди рифейских отложений Сибирской платформы. По оценке Т.К. Баженовой с соавторами, в Майском очаге суммарные масштабы эмиграции жидких УВ составляли 204,6 млрд т, а газообразных – 73,5 трлн нм³ [2].

В условиях слабой изученности скоростных характеристик разреза и наличия достаточно мощного осадочного чехла АМП первоочередные поисковые работы целесообразно сосредоточить в южной части территории. Именно здесь зафиксировано максимальное количество нефте- и битумопроявлений и перспективные комплексы отложений залегают на относительно небольших глубинах (рис. 1).

Прямые признаки нефтегазоносности

Рассмотрим прямые и косвенные признаки нефтегазоносности южной части АМП. Первое знаковое нефтепроявление в южной части АМП было зафиксировано в Лахандинской скважине № 1 пробуренной 1939 г. Здесь нефтепроявления (жидкая нефть в керне) были установлены в отложениях малгинской и ципандинской свитах среднего рифея [3]. По результатам геохимических исследований в сапропелевых разностях малгинской свиты содержания Сорг варьируют от 5 до 13 %, мергелях и известняках – до 5 %. Уровень катагенетического преобразования пород по южной периферии и в центральной части впадины соответствует термодинамическим условиям главной фазы нефтегазообразования – МК₂ [4].

Кроме того, большое количество битумопроявлений изучено в естественных обнажениях по реке Мая на участке около 50 км, выше устья р. Юдома на протяжении более сотни километров [5].

В последнее время убедительные прямые признаки нефтегазоносности южной части АМП получены в непосредственной близости от Ингилийского выступа фундамента.

В ходе проведения поисковых работ на выявление циркониевого оруденения на среднем течении реки Ингили (Хабаровский край) при буровых работах были зафиксированы газопроявления (скв. 1, 2 и 3), а в скважине 3 в интервале глубин 42-43 м находилась жидкая нефть в терригенно-карбонатных отложениях венда [6].

При проведении литогеохимических опробований данного участка недр отмечался резкий запах, обусловленный, по всей видимости, продуктами разложения сернистых дериватов нефти. Здесь же, в болотистых местах и озерцах геологами наблюдались многочисленные радужные плёнки неясного происхождения. В устьях скважин при вскрытии разреза наблюдалось интенсивное газовыделение с резким неприятным запахом.

На поверхности керна скважины 3 зафиксированы выпоты масляной жидкости с резким запахом нефтепродуктов. По всему вскрытому разрезу породы трещиноваты. Частично трещины

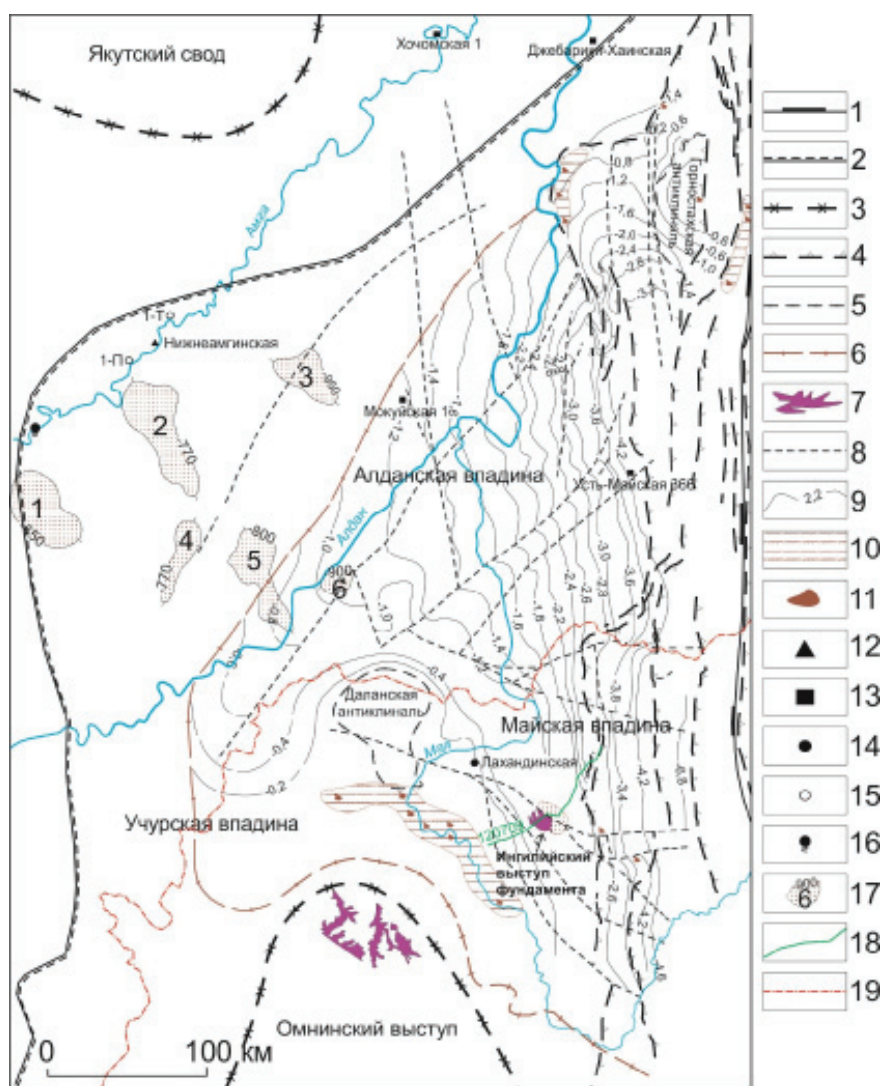


Рис. 1. Структурная карта Алдано-Майского прогиба по подошве малгинской свиты (по данным ПАО «Росгеология» с уточнениями и дополнениями).

Условные обозначения: 1 – границы надпорядковых структур, 2 – границы Алдано-Майского прогиба, 3 – границы структур I порядка, 4 – границы Нелькано-Кыллахской зоны; 5 – разрывные нарушения, 6 – зона выклинивания малгинской свиты; 7 – выходы пород фундамента на дневную поверхность; 8 – тектонические нарушения; 9 – изогипсы подошвы малгинской свиты в км; 10 – зоны выходов горючих сланцев на дневную поверхность; 11 – скальные обнажения горючих сланцев малгинской свиты; скважины: 12 – опорные, 13 – параметрические, 14 – колонковые, 15 – гидрогеологические; 16 – естественный выход нефти; 17 – перспективные структуры по подошве вендских отложений: 1 – Белькачинская, 2 – Билирская, 3 – Тарынг-Эльгинская, 4 – Южно-Билирская, 5 – Мильская, 6 – Тарынгская; 18 – сейсмопрофиль 120709, 19 – административная граница Республики Саха (Якутия)

Fig. 1. Structural map of the Aldan-Maya depression at the base of the Malginsky Formation (based on data of Rosgeologiya with corrections and additions).

Legend: 1 – boundaries of the supraslateral structures; 2 – boundaries of the Aldan-Maya depression; 3 – boundaries of structures of order I; 4 – boundaries of the Nelkano-Kyllakh zone; 5 – faults; 6 – zone of cleavage of the Malginsky Formation; 7 – daily surface outcrops of basement rocks; 8 – tectonic disturbances; 9 – isohypses of the Malginsky Formation basement in km; 10 – zones of oil shale outcrops to the daily surface; 11 – rock outcrops of oil shales of the Malginsky Formation; wells: 12 – reference, 13 – parametric, 14 – core, 15 – hydrogeological; 16 – natural oil yield; 17 – promising structures at the bottom of the Vendian deposits: 1 – Belkachinskaya, 2 – Bilirskaya, 3 – Taryng-Elginskaya, 4 – Yuzhno-Bilirskaya, 5 – Milskaaya, 6 – Taryngskaya; 18 – seismic profile 120709; 19 – administrative border of Sakha Republic (Yakutia)

залечены кальцитом и кварцем. Каменный материал, поднятый с забоя, разбит на небольшие фрагменты по наслоению (рассланцован). Данный каменный материал, прежде всего, подходит на роль коллектора, из которого нефть могла попасть в скважину. Нельзя исключать, что некоторая часть насыщенной нефтью керна, залегающая ниже приточной зоны, могла быть намазана нефтью в процессе бурения [6].

История геологического развития

История геологического развития АМП изучена относительно слабо. Вместе с тем пологое моноклинальное залегание отложений от среднего рифея до верхнего кембрия включительно, позволяет сделать предположение о том, что в позднем докембрии – раннем палеозое эта территория представляла собой пассивную континентальную окраину практически лишенной высокоамплитудных пликативных или приразломных структур, которые можно было бы рассматривать в качестве потенциальных ловушек [1].

В этой связи, установленное место нефтегазопоявления является исключением. Оно приурочено к крупному Ингилийскому выступу кристаллического фундамента, который начал обособляться, по-видимому, с раннего рифея (рис. 2). Здесь на склонах Ингилийского выступа кристаллического фундамента устанавливается зона выклинивания венд-рифейских отложений.

На современном уровне изученности строения и истории геологического развития данной территории трудно однозначно говорить о механизме обособления этого тектонического элемента. Скорее всего, это или результат более медленного погружения этого выступа кристаллического фундамента на фоне общего погружения структуры пассивной континентальной окраины или конседиментационного воздымания этого блока. Но в том или ином случае поверхность этого выступа не была ареной сколько-нибудь масштабной седиментации.

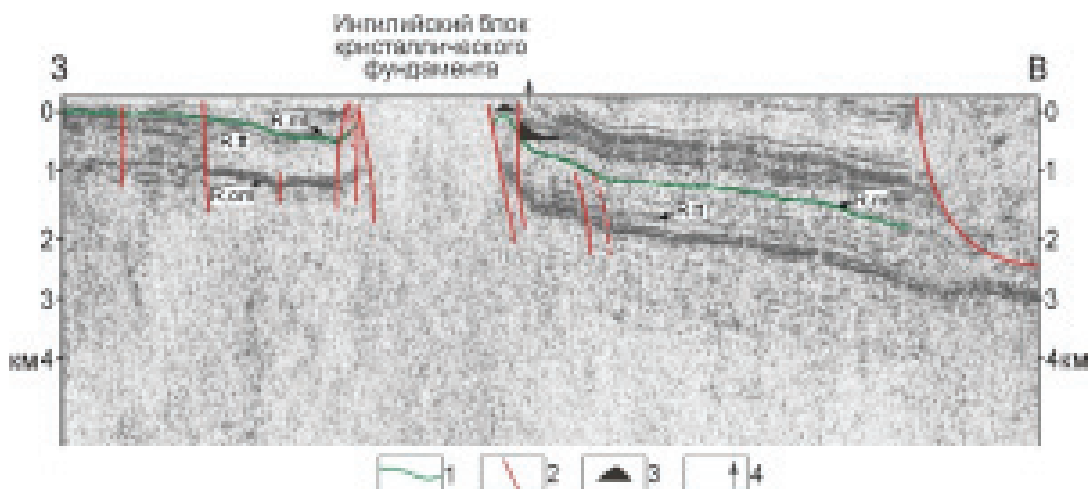


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез вдоль профиля 120709, который проходит через Ингилийский блок кристаллического фундамента. [6]. Условные обозначения: 1 – подошва малгинской свиты, 2 – тектонические нарушения, 3 – предполагаемые залежи нефти, 4 – место бурения колонковой скважины

Fig. 2. Geological and geophysical section along profile 120709, which passes through the Ingilian block of the crystalline basement. [6]. Legend: 1 – base of Malginsky Formation; 2 – tectonic disturbance; 3 – expected oil deposits; 4 – location of core drilling

В течение всего последующего временного периода на восточном склоне этого выступа выклинивались слои рифейских отложений, образуя своеобразную структуру прилегания, которая могла играть роль ловушки для мигрировавших с востока УВ. К концу позднерифейского времени Ингилийский выступ кристаллического фундамента представлял собой крупный высокоамплитудный блок (более 1000 м) площадью более 2000 кв. км (рис.1). По нашим представлениям, большая часть территории АМП представляла собой в позднем докембрии

– раннем палеозое «зону транзита» углеводородов, генерированных в пределах этой пассивной континентальной окраины. Поэтому значительные объемы мигрантоспособных УВ из зон генерации были «размазаны» как в пластах-коллекторах, так и в кавернозно-порово-трещинных карбонатных породах.

Обсуждение результатов

Исходя из анализа геологического развития АМП, являвшегося в позднем докембрии – раннем палеозое частью обширной восточной пассивной континентальной окраины, характера строения и состава рифей-вендского разреза, широкого развития на территории нефтидопроявлений разного характера и масштаба, можно однозначно утверждать о широком развитии процессов латеральной и вертикальной миграции УВ на рассматриваемой территории. Углеводороды, генерированные в рифейских отложениях, могли мигрировать в западном направлении по региональному воздыманию пластов, которое сохранялось в течение длительного отрезка времени.

Рассланцованность по напластованию пород зафиксированное в керновом материале скважин, при наличии в них жидкой нефти позволяет предположить наличие субгоризонтальных разрывных нарушений надвигового генезиса. Наличие таких нарушений допускает возможность обширной латеральной миграции углеводородов по региональному наклону. Сохранность жидкого битума в приповерхностной зоне терригенно-карбонатного комплекса свидетельствует о хороших условиях консервации этих проницаемых приповерхностных зон и больших перспективах нефтегазоносности более глубоких горизонтов АМП.

Заключение

Соподчиненность залежей УВ, в том числе нефтегазопроявлений над ними отмечается многими исследователями. Например, на юге Сибирской платформы залежи УВ верхневендско-нижнекембрийском комплексе отложений обнаруживают прямую связь со скоплениями нефти и газа в подстилающем нижнем венде [7].

На наш взгляд, первоочередными объектами поискового бурения должны стать территории, сопряженные с Ингилийским выступом фундамента. Наличие жидкой нефти и обильных признаков миграционных процессов верхней части разреза позволяет высоко оценить перспективы нефтегазоносности среднерифейских отложений в южной части АМП.

Открытие пусть даже небольшого месторождения на территории АМП позволит подобрать геологический «ключ» к познанию особенностей нефтегазоносности обширной территории, что в свою очередь, позволит более качественно прогнозировать перспективные участки недр.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 21-510-22001)

Литература

1. Сафронов, А.Ф., Чалай, О.Н., Зуева И.Н., Сивцев А.И. (2019). Перспективы нефтегазоносности Алдано-Майского прогиба. *Георесурсы*, 21(1), с. 64-70.
2. Баженова, Т.К., Дахнова, М.В., Можегова, С.В. Верхний протерозой Сибирской платформы – основной источник нефтегазоносности её домезозойского мегабассейна // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2011. – Т.6. – № 2.
3. Фомин, А.М., Губин, И.А., Моисеев, С.А. Нефтегазоносные комплексы Алдано-Майской нефтегазоносной области// *Интерэкспо Гео-Сибирь*, № 2 (1), 2021. С.282-290.
4. Соболев, П.Н. Геохимия доманикитной малгинской свиты Юдомо-Майской впадины // *Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири*. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1987. С. 69-87.
5. Седалищева, С.И., Сивцев, А.И. Перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины/ *Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН 5–7 апреля 2017 г. Якутск, 2017. С.215-220.*

6. Александров, А.Р., Сивцев, А.И. Общегеологическая позиция Ингилийского нефтегазопрооявления/ В книге: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х томах. 2019. С. 203-207.

7. Мигурский, А.В. Соподчиненность нефтегазоносных комплексов и связи между скоплениями углеводородов в них на юге Сибирской платформы// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – № 9, 2002. С.24-28.

References

1. Safronov, A.F., Chalaja, O.N., Zueva, I.N., Sivcev, A.I. (2019). Perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Majskogo progiba. Georesursy, 21(1), с. 64-70.

2. Bazhenova, T.K., Dahnova, M.V., Mozhegova, S.V. Verhnij proterozoj Sibirskoj platformy – osnovnoj istochnik neftegazonosnosti ejo domezozojского megabassejna // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika. – 2011. – T.6. – № 2.

3. Fomin, A.M., Gubin, I.A., Moiseev, S.A. Neftegazonosnye komplekсы Aldano-Majskoj neftegazonosnoj oblasti// Interjekspo Geo-Sibir', № 2 (1), 2021. S.282-290.

4. Sobolev, P.N. Geohimija domanikitnoj malginskoj svity Judomo-Majskoj vpadiny // Geologija ugleunosnyh i gorjuchslancevyh formacij Sibiri. Novosibirsk, SNIIGGiMS, 1987. S. 69-87.

5. Sedalishheva, S.I., Sivcev, A.I. Perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Majskoj vpadiny/ Materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 60-letiju Instituta geologii almaza i blagorodnyh metallov Sibirskogo otdelenija RAN 5–7 aprelja 2017 g. Jakutsk, 2017. S.215-220.

6. Aleksandrov, A.R., Sivcev, A.I. Obshhegeologicheskaja pozicija Ingilijskogo neftegazoprojavlenija / V knige: Geologija i mineral'no-syr'evye resursy Severo-Vostoka Rossii. Materialy IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2-h tomah. 2019. S. 203-207.

7. Migurskij, A.V. Sopotchinennost' neftegazonosnyh komplekсов i svyazi mezhdru skopleniyami uglevodorodov v nih na yuge Sibirskoj platformy// Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij. – № 9, 2002. S.24-28.

Сведения об авторах

СИВЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., доцент кафедры Недропользования, Геолого-разведочный факультет, Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова

E-mail: sivitsevai@tyngd.rosneft.ru

SIVTSEV Alexei Ivanovich– Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Subsoil Use, Faculty of Geology and Survey, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

ПЕТРОВ Дмитрий Михайлович – ФИЦ «ЯНИЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: qanala@mail.ru

PETROV Dmitry Mikhailovich – Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

АЛЕКСАНДРОВ Александр Романович – ФИЦ «ЯНИЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: sutuka1956@mail.ru

ALEXANDROV Aleksandr Romanovich – Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences