

Обобщение результатов региональных сейсморазведочных работ по якутской части Центрально-Тунгусской нефтегазоносной области

А. М. Фомин¹, И. А. Губин¹, С. А. Моисеев^{1,2}*

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: fominam@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Проанализированы результаты региональных геологоразведочных работ за счет федерального бюджета на территории Центрально-Тунгусской НГО за последние 17 лет. Они позволили в значительной мере скорректировать представления о геологическом строении и оценке перспектив нефтегазоносности исследуемой территории. По результатам этих работ было выявлены перспективные объекты для проведения детализационных геофизических исследований и поискового бурения. Согласно оценкам, приведенным в отчетах по производственным сейсмическим работам, наибольшим ресурсным потенциалом обладают вендский терригенный, венд-нижнекембрийский подсолевой карбонатный и нижнекембрийский карбонатный межсолевой комплексы.

Ключевые слова: Центрально-Тунгусская НГО, региональная сейсморазведка, поисковые объекты, венд, кембрий

Generalization of regional seismic results within the Central Tunguska petroleum region

A. M. Fomin¹, I. A. Gubin¹, S. A. Moiseev^{1,2}

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: fominam@ipgg.sbras.ru

Abstract. The results of regional geological exploration at the expense of the federal budget on the territory of the Central Tunguska OGO over the past 17 years are analyzed. They made it possible to significantly correct the understanding of the geological structure and assessment of the prospects for the oil and gas potential of the study area. Based on the results of these works, promising objects were identified for detailed geophysical surveys and exploratory drilling. According to the estimates given in the reports on production seismic work, the Vendian terrigenous, Vendian-Lower Cambrian pre-salt carbonate and Lower Cambrian carbonate inter-salt complexes have the greatest resource potential.

Keywords: Central Tunguska petroleum region, regional seismic, prospecting objects, total initial resources, Vendian, Cambrian

Введение

Центрально-Тунгусская НГО была выделена в 2017 году А.Э. Конторовичем, С.А. Моисеевым, А.М. Фоминым на месте ранее выделявшихся Сюгджерской и Катангской НГО в связи с существенным изменением по результатам региональных работ представлений о геологическом строении этой территории.

На севере область граничит с Северо-Тунгусской и Анабарской нефтегазоносными областями, на востоке – с Лено-Вилуйской НГП, на юге – с Непско-Ботуобинской, на западе – с Южно-Тунгусской НГО [1]. В 2022 году было предложено изменить северную границу Центрально-Тунгусской НГО, проведя её по внутренней границе Западно-Якутской рифовой системы.

В 2007-2020 гг. за счет Федерального бюджета РФ были проведены региональные сейсморазведочные работы, которые позволили уточнить геологическое строение этой территории. В строении осадочного чехла принимают участие рифейские, вендские, кембрийские, ордовикские, юрские и четвертичные отложения. Одной из особенностей Центрально-Тунгусской НГО является её деление на зоны по наличию или отсутствию терригенных отложений венда, что оказывает определяющее значение на оценку перспектив нефтегазоносности НГО.

Результаты обобщения геолого-геофизических материалов

Геологоразведочные работы на территории Центрально-Тунгусской НГО были начаты ещё в начале 70-х годов прошлого столетия. Нефтепоисковые исследования включали сейсморазведку в модификациях МОВ, КМПВ, РНП в комплексе с электроразведкой и колонковым бурением. С середины 70-х до конца 80-х гг. XX в. сейсморазведочные работы на территории Сибири проводились методом общей глубинной точки (МОГТ). Системы наблюдений были, как правило, невысокой кратности – 6-12 кратные, фланговые и центральные. Этими работами были выявлены антиклинальные поднятия, которые, как правило, не подтверждались. В середине 80-х гг. прошлого столетия появились первые цифровые сейсмостанции типа «Прогресс», кратность ОГТ возросла до 24. В 1980-91 гг. сейсморазведочные работы МОГТ 24-х кратного прослеживания проводились в южной и восточной частях НГО, а затем последовал длительный перерыв в изучении площадными сейсмическими работами. В период с 1985 по 1991 гг. пробурено 16 глубоких скважин, большинство из которых вскрыли осадочный чехол на полную мощность.

В период 2007-2020 гг. за счет Федерального бюджета были проведены комплексные региональные геофизические исследования силами ОАО «Якутскгеофизика» и АО «Росгео» на Вилуйской, Верхневилуйской, Вилуйско-Мархинской, Олгуйдахской, Северо-Мирнинской и Накынской площадях, равномерно закрывшие огромные, слабо изученные районы между реками Вилуй и Марха (рис. 1).

Целевым назначением работ являлось изучение геологического строения региона, формирования информации для оценки начальных геологических и прогнозных ресурсов углеводородов и подготовки геологических объектов к переводу в распределенный фонд недр.

Сейсмические профили МОГТ были отработаны невзрывными виброисточниками типа СВ-20/150 либо импульсными источниками типа «Енисей КЭМ-4» с 60-100 кратным перекрытием. Их общая протяженность составила 11,8 тыс. км, при плотности сейсмических наблюдений 0,06 км/км².



Рис. 1. Карта территорий проведения региональных сейсморазведочных работ на Центрально-Тунгусской НГО

Границы: 1 – НГО, 2 – административные, 3 – территорий проектов региональных работ; 4 – сеймопрофиль МОГТ 2D, пересекающий Якутскую барьерно-рифтовую систему; 5 – населённые пункты; 6 – реки; 7 – месторождения нефти и газа.

Проекты региональных работ: 1 – Вилуйский, 2 – Верхне-Вилуйский, 3 – Вилуйско-Мархинский, 4 – Олгуйдахский, 5 – Северо-Мирнинский, 6 – Накынский

На площадях также выполнялись электроразведочные и геохимические работы. На сегодняшний день территория якутской части Центрально-Тунгусской НГО закрыта современными региональными геологоразведочными работами на 77,9 %. В рамках выполнения проектов комплексных геолого-геофизических исследований специалистами компаний ОАО «Якутскгеофизика» и АО «СНИИГ-ГиМС» на основе интерпретации полученных данных были выявлены объекты поискового бурения в венде и кембрии, подсчитаны прогнозные локализованные ресурсы по категории D_{1л}.

Стратиграфическая привязка сейсмических горизонтов осуществлялась по данным ВСП в следующих глубоких скважинах: Моркокинской-707, Восточно-

Сергинской-2441, Алымджахской-2671, Мегеляхской-1151, Западно-Сюльдюкарской-1001, Восточно-Сюльдюкарской-1002, Ерюктинской-2260, Садынской-3420, Дюданской-2910, Среднемархинской-2250, Среднеыгыаттинской-2630.

На территории Центрально-Тунгусской НГО выделяют до 7-8 отражающих горизонтов (рис. 2):

mt – кровля метегерской (литвинцевской) свиты;

H_1 – подошва последнего пласта соли чарской свиты

К – верхней части бельской свиты;

II – кровля билирской свиты;

Б – кровля тэтэрской свиты;

KB – кровля терригенных отложений венда (ванаварская и курсовская свиты);

Ф (R_0) – эрозионная поверхность рифея (фундамента).

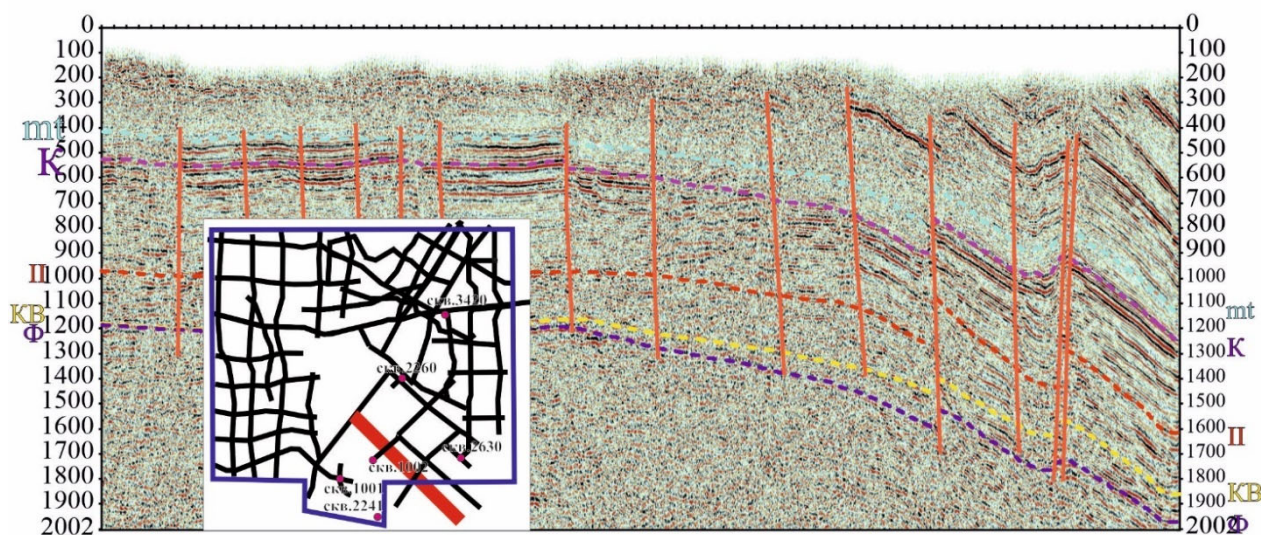


Рис. 2. Мигрированный временной разрез по ПР 841207 (Олгуйдахский объект)

Ф – поверхность фундамента, KB – кровля терригенного венда (ботуобинская толща), II – кровля билирской свиты нижнего кембрия, К – кровля чарской свиты нижнего кембрия, mt – кровля метегерской свиты среднего кембрия.

Рифейские отложения вскрыты глубоким и колонковым бурением на южном склоне Анабарской антеклизы [2] и имеют ограниченное распространение на территории Центрально-Тунгусской НГО. Наиболее полный разрез отложений, условно относимых к рифею, вскрыт в Среднемархинской скв. 2250 в интервале 4014-4220 м. В составе этих отложений было выделено две толщи: нижняя – ханнинская – (толщиной 26 м) и верхняя – андынгдинская (толщиной 180 м) [3]. По результатам работ по Накынскому проекту толщина рифейских отложений в зоне сочленения Центрально-Тунгусской и Западно-Вилуйской НГО может достигать значений более 1100 м.

Терригенные отложения, выявлены по результатам работ Накынского, Ханнинского, Садынского, Дюданского, Среднемархинского проектов. Эти отложе-

ния хорошо сопоставляются с разрезами скважин, вскрытых на северо-востоке Непско-Ботуобинской антеклизы, и представлены снизу-вверх хоронохской, бетинчинской, талахской и курсовской свитами. Граница выклинивания терригенного венда уверенно картируется по данным сейсморазведки.

В разрезе карбонатного венда (тирский и даниловский стратиграфические горизонты) характеризуемой территории выделяются свиты (снизу-вверх): бюкская, успунская, кудулахская и юряхская. Эта часть разреза венда вскрыта глубоким нефтегазопроисловым бурением всеми скважинами от их кровли и до подошвы. Кембрийские отложения представлены галогенно-карбонатными отложениями.

На структурных картах построенных, по материалам региональных сейсморазведочных работ, отчетливо выделяется Сюгджерская седловина, которая на севере граничит с Анабарской, а на юге с Непско-Ботуобинской антеклизами. На востоке Сюгджерская седловина граничит с Ыгыаттинской впадиной, а на западе с Курейской синеклизой (рис. 3).

В тектоническом строении Центрально-Тунгусской НГО значительная роль принадлежит разрывным нарушениям. Многие из них, достаточно определенно, характеризуются как субвертикальные крупноамплитудные сбросы.

На примере Вилуйско-Мархинского проекта (Вилуйско-Мархинская с/п 1/2006-2008 гг.) можно проследить трассирование нарушений по площади.

На временных разрезах региональные тектонические нарушения протрассированы по признакам однотипности плоскости сместителя, по амплитуде, по затрагиваемым отложениям. Этими работами были уточнены линии трассирования ранее выделенных Аппайинской, Куранахской, Хампинской сбросов. Выделена и протрассирована линия Ыгыаттинского разлома (рис. 4). Были выделены грабены, сбросы и связанные с ними взбросы. Грабены прослежены по бортам и по осевой части впадины. Представляют собой сложно построенные, сдвоенные разломы шириной до 2 км, переходящие в протяженные глубинные разломы. Выделены сбросы северо-восточного и субмеридионального направлений кулисообразного, дугообразного типа, образующие крупные структурно-тектонические зоны. Эти зоны ограничены по простиранию тектоническими нарушениями.

Перспективы нефтегазоносности Якутской части Центрально-Тунгусской НГО могут быть связаны с вендским терригенным комплексом, который включает ряд аналогов продуктивных горизонтов: талахский, улаханский, ботуобинский и венд-нижнекембрийским карбонатным – осинский и юряхский. Кроме того, в разрезах отдельных площадей глубокого бурения могут быть выделены продуктивные пласты-коллекторы с гранулярным и порово-каверновым типом пористости в метегерской, ичерской, чарской, олекминской и толбачанской свитах.

Результаты испытания скважин, пробуренных на территории Центрально-Тунгусской НГО показали, что отсутствие притоков УВ из терригенного отложения венда может быть связано с несовершенством методики вскрытия и испытания пласта в условиях низких пластовых давлений и с некачественным бурением. Скважины в пределах Якутской части Центрально-Тунгусской НГО были

пробурены в основном в 1982-1988 гг., при этом отложения терригенного венда вскрывались на глинистом растворе удельного веса 1200-1260 кг/м³. Как показала практика, бурение и испытания скважин на утяжелённых глинистых растворах на территории НБА (Среднеботубинская, Тас-Юряхская и др.) приводила к закупорке порового прискважинного пространства. После перехода на буровые растворы на нефтяной основе на этих площадях стали получать промышленные притоки УВ. Всё это позволяет говорить, что сложные термобарические условия требуют тщательного подхода к выбору буровых растворов при вскрытии продуктивных горизонтов.

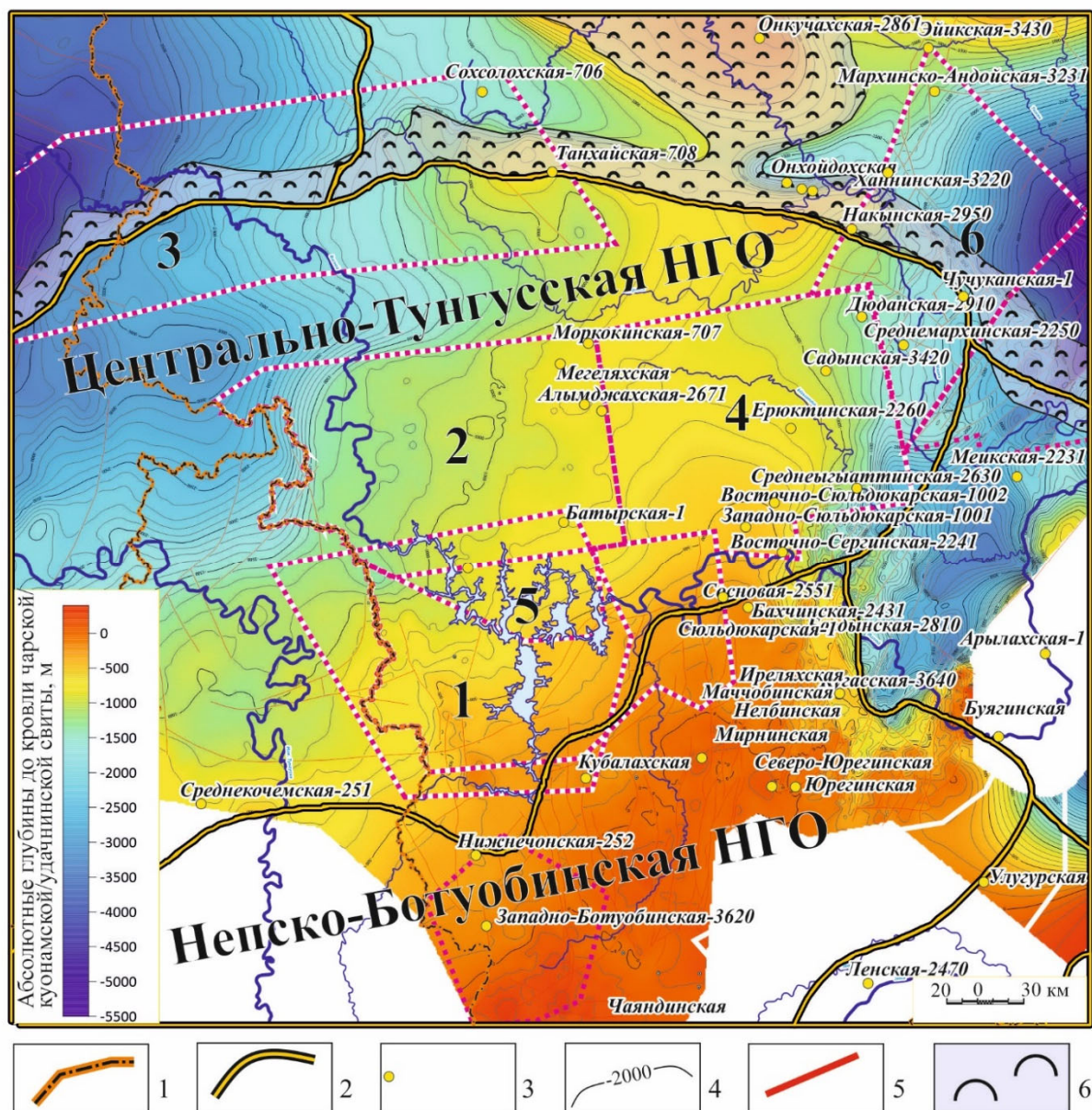


Рис. 3. Структурная карта по кровле чарской/удачнинской/куонамской свиты центральных районов Республики Саха (Якутия)

Границы: 1 – административные, 2 – нефтегазоносных областей; 3 – скважины; 4 – изогипсы чарской/удачнинской/куонамской свиты; 5 – разломы; 6 – Западно-Якутский барьерный рифовый комплекс

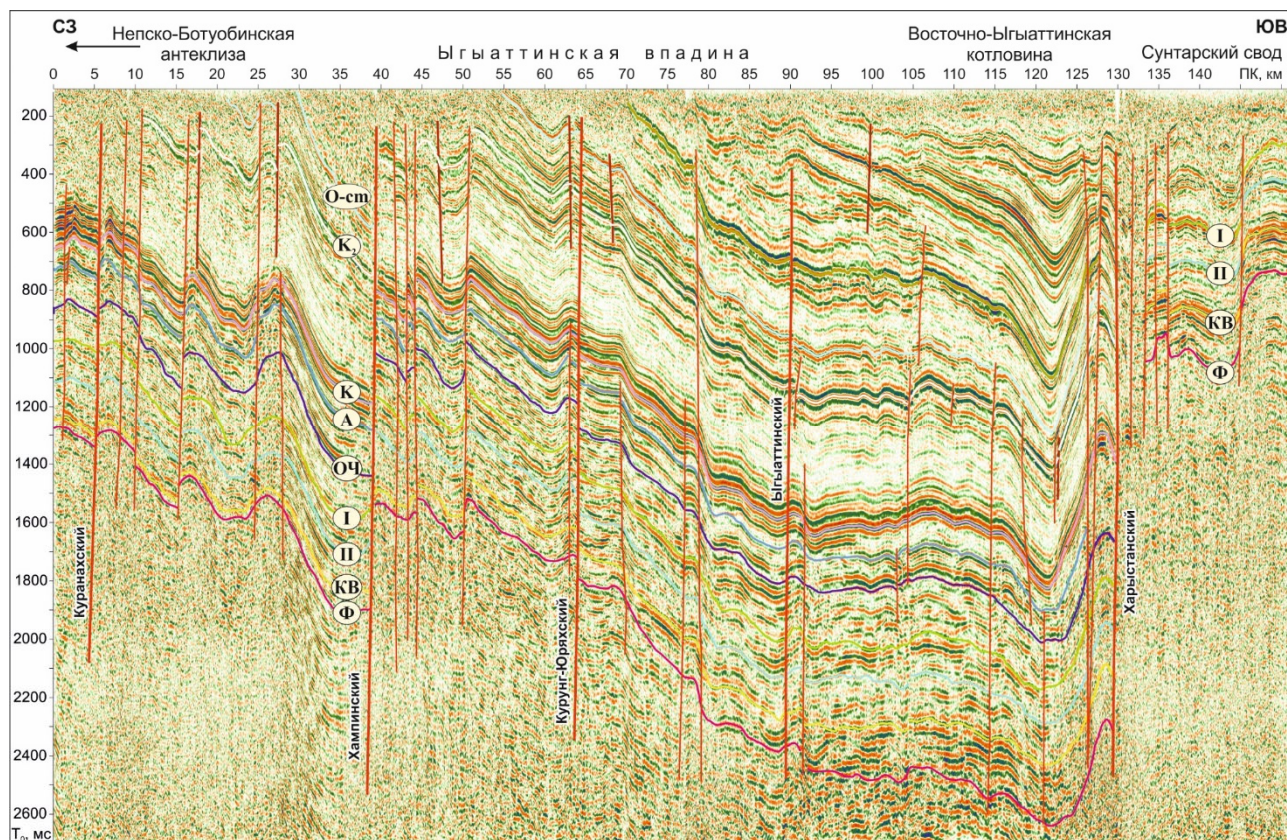


Рис. 4. Трассирование разрывных нарушений на временном разрезе по профилю № 060123 Вилюйско-Мархинский проект (Вилюйско-Мархинская с/п 1/2006-2008 гг.)

В 2017 г. южнее Центрально-Тунгусской НГО (на площади Вилюйского объекта) было открыто Сюльдюкарское месторождение, основная залежь которого приурочена к межсолевым отложениям нижнетолбачанской подсвиты нижнего кембрия.

По результатам работ на объектах НГО в вендско-кембрийских терригенно-карбонатных отложениях были выявлены НАЛ различного генезиса общей площадью 5291 км².

На Вилюйском объекте прогнозные ресурсы УВ по категории D₁лок УВ составили 258 млн т нефти и 269 млрд м³ газа.

На Верхневилуйском объекте суммарные начальные ресурсы УВ составили 30,49 млн т.

На Олгуйдахском объекте суммарные начальные ресурсы УВ составили 201684 тыс. т.

На Северо-Мирнинском объекте геологические ресурсы газа по категории D₀ составляют 139,2 млрд т.

На Накынском объекте геологические/извлекаемые ресурсы нефти составили 404,3/45,7 млн т, растворенного газа 24502/2768 млн м³, свободного газа 283237/280178 млн м³, конденсата 5,8/4,7 млн т.

Заключение

Полученные новые результаты геологоразведочных работ позволили существенно уточнить представления о глубинном строении осадочного чехла Центрально-Тунгусской НГО, стали ясны внутреннее строение и природа вендско-кембрийского осадочного бассейна, а это в свою очередь позволило внести коррективы и в нефтегазogeологическое районирование, и в оценку перспектив нефтегазоносности. Основной ресурсный потенциал Центрально-Тунгусской НГО связан с вендскими и кембрийскими карбонатными отложениями, а на востоке территории – с терригенным комплексом венда.

Работа выполнена в рамках проекта фундаментальных научных исследований № FWZZ-2022-0008 «Цифровые геолого-геофизические модели Лено-Тунгусской и Лено-Вилуйской нефтегазоносных провинций, анализ закономерностей размещения нефтяных и газовых месторождений, оценка перспектив нефтегазоносности в основных продуктивных комплексах верхнего протерозоя и фанерозоя, включая карбонатные горизонты венда и кембрия с трудноизвлекаемыми ресурсами, изучение влияния интрузий траппов на нефтегазоносность»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нефтегазogeологическое районирование Сибирской платформы (уточненная версия) / А. Э. Конторович, Л. М. Бурштейн, В. И. Вальчак, И. А. Губин, А. О. Гордеева, Е. Н. Кузнецова, В. А. Конторович, С. А. Моисеев, М. Ю. Скузоватов, А. М. Фомин // XIII Междунар. науч. конгр. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017: сб. материалов Междунар. науч. конф. (г. Новосибирск, 17-21 апреля 2017). В 4 т. - Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – Т. 1. – С. 57-64.
2. Шишкин Б.Б. Особенности строения юго-восточной части Анабарской антеклизы в связи с оценкой нефтегазоносности терригенных образований докембрия // Результаты работ по Межведомственной региональной научной программе «Поиск» за 1992-1993 годы. – Ч. 1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1995. – С. 137-139.
3. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и её складчатого обрамления / Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2005. – 428 с.

© А. М. Фомин, И. А. Губин, С. А. Моисеев, 2022