

Р. В. Маринов^{1}, И. А. Губин¹, С. А. Моисеев^{1,2}*

Обобщение и анализ результатов региональных сейсморазведочных работ на территориях, прилегающих к Западно-Вилуйской НГО

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: marinovrv@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Начиная с 2006 г на периферии Западно-Вилуйской НГО возобновилось проведение региональных сейсморазведочных работ. По результатам этих работ уточнено геологическое строение территории, выделены перспективные объекты, выполнена оценка их ресурсного потенциала. Наибольшее количество локальных структур выделено в рифейских и пермских отложениях.

Ключевые слова: Сибирская платформа, Западно-Вилуйская НГО, нефтегазоносность, венд, кембрий

R. V. Marinov^{1}, I. A. Gubin¹, S. A. Moiseev^{1,2}*

Summary and Analysis of the Results Regional Seismic Research Adjacent to the Territory West-Vilyui Petroleum Region

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

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

Abstract. Since 2006, regional seismic surveys have resumed on the periphery West-Vilyui PR. According to the results of these works, the geological structure of the territory was clarified, promising objects were identified and their resource potential has been assessed. The largest number of local structures contains in the Riphean and Permian rocks.

Keywords: Siberian platform, West-Vilyui PR, oil and gas bearing, Vendian, Cambrian

Введение

Западно-Вилуйская нефтегазоносная область (НГО) была выделена в 1967 году Г.С. Фрадкиным [1]. Она располагается в юго-западной части Вилуйской гемисинеклизы и, частично, на территориях, граничащих с ней структур.

В пределах Западно-Вилуйской НГО проводились сейсморазведочные работы и глубокое бурение в период с 1960 по 1990-е годы. Общая длина отрабатанных за этот период сейсмопрофилей составила 23 000 км. Всего было пробурено 19 скважин. В результате этих работ выяснилось, что Западно-Вилуйская НГО делится на три разных тектонических блока: Ыгыаттинскую впадину, Сунтарский свод и Кемпендяйскую впадину. Эти тектонические блоки отделяются

друг от друга системой разломов северо-восточного простирания амплитудой до нескольких километров. Верхний структурный этаж на всей территории сложен мезозойскими отложениями толщиной 500-800 м. На Сунтарском поднятии под мезозойским комплексом залегает выступ кристаллического фундамента. В Ыгыаттинской и Кемпендяйской впадине залегают пестроцветные терригенно-карбонатные и туфогенные отложения карбона, и под ними - мощная толща верхнедевонских соленосных отложений. Отложения солей образуют куполовидные и валлообразные формы. Бурением вскрыта их верхняя часть до глубины 2840 м (скв. Кемпендяйская-1). В Кемпендяйской впадине соляные диапиры выходят на поверхность. В связи с такими резкими отличиями геологического строения Сунтарского выступа от Ыгыаттинской и Кемпендяйской впадин у исследователей появился вопрос времени его происхождения. Сунтарский свод мог возникнуть во время накопления девон-карбоновых отложений. По другой версии, свод образовался уже после накопления осадков. Этот вопрос до сих пор остаётся дискуссионным [2].

С начала 1990-х гг. геологоразведочные работы на Сибирской платформе остановились.

После 2006 г. возобновилось проведение сейсморазведочных работ. В приграничных территориях Западно-Вилуйской НГО были реализованы Вилуйско-Мархинский (2006-2008 гг.), Ыгыаттинский (2018-2020 гг.) и Наманинский (2018-2020 гг.) комплексные геофизические проекты [3, 4]. Общая протяженность отработанных сейсмических профилей 2D на этих проектах равна 3400 км. Достигнутая плотность изученности региональной сейсморазведкой на территории Западно-Вилуйской НГО составляет 0,09 км/км². Этими работами охарактеризовано только 27 % территории НГО (рис. 1).

Целевым назначением этих работ являлось:

1) изучение геологического строения рифейского, венд-кембрийского и верхнепалеозойско-мезозойского осадочных комплексов в зоне сочленения Западно-Вилуйской НГО с Центрально-Тунгусской, Непско-Ботуобинской и Алданской НГО;

2) выявление новых зон возможного нефте- и газонакопления в рифейских вендских и нижне-среднекембрийских отложениях;

3) локализация и оценка прогнозных ресурсов углеводородов по категории D₁ и определения направлений дальнейших геологоразведочных работ.

Для выполнения сейсморазведочных работ МОГТ-2D использовались многоканальные телеметрические комплексы I/O SYSTEM-4 и Sercel-428 с невзрывными источниками возбуждения (вибрационный источник) СВ-14/150, Енисей КЭМ-2, СВ-30/120М. Применялась система продольного 60-100 кратного прослеживания МОГТ. Длина записи изменялась от 3 до 14 с. На всех проектах был получен качественный сейсмический материал с высоким соотношением «сигнал/шум», несмотря на повышенный шумовой фон, на некоторых открытых участках работ.

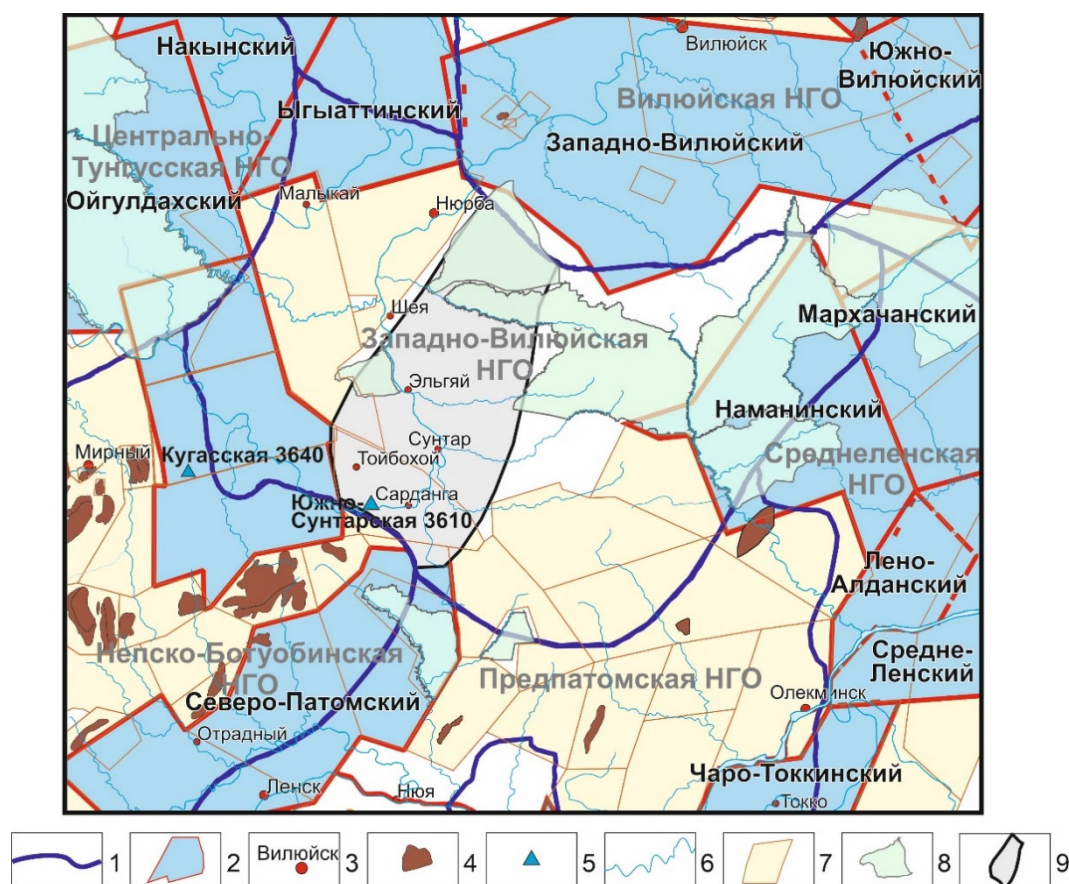


Рис. 1. – Обзорная карта территории Западно-Вилуйской НГО.

Границы: 1 – НГО, границы проектов региональных работ 2 – Западно-Вилуйской НГО, 3 – населённые пункты; 4 – месторождения газа; 5 – параметрические скважины; 6 – реки; 7 – участки РФН; 8 – ООПТ, 9 – бесперспективные территории

На территории Западно-Вилуйской НГО лицензирование было начато в 2008 г. Первая лицензия на право пользования недрами была выдана ЗАО «Сунтарнефтегаз» и в дальнейшем выдавалось в год до одной лицензии вплоть до 2017 г, когда было выдано 2 лицензии (рис. 2). На сегодняшний день участки распределенного фонда недр (РФН) занимают площадь 36030 км². Компания ПАО «НК «Роснефть» владеет тремя участками, по одному участку находится у АО «Туймааданефтегаз», ПАО «Сургутнефтегаз» и ООО «ГДК «Ленск-газ», по одному участку у ООО «Иркутская нефтяная компания» и ООО «Якутия-Газ».

В Западно-Вилуйской НГО на РФН сейсморазведочные работы МОГТ-2D в небольших объемах проводятся с 2011 г. (Багдынский участок), когда было отработано 800 км сейсмических профилей. К 2020 г. суммарный объем сейсморазведки МОГТ-2D на Багдынском, Среднебирюкском, Сунтарском, Ыгыаттинском участках составил 5419 км. В 2014 г. ПАО «Сургутнефтегаз» начало поисковое бурение на Багдынском участке. К 2021 г. на этом участке пробурено восемь скважин. ПАО «НК «Роснефть» пробурило одну скважину на Среднебирюкском участке.



Рис. 2 Динамика выдачи и прекращения действия лицензий на право пользования недрами на территории Западно-Вилуйской НГО

Суммарный объем поискового бурения на РФН в Западно-Вилуйской НГО составил 19 950 м.

По каждому из проектов были изучены структурные планы по отражающим горизонтам, характеризующим литолого-стратиграфические границы в толще осадочного чехла, где прослеживается до 15 отражающих горизонтов (ОГ).

На северо-западе Западно-Вилуйской НГО (Ыгыаттинский проект) из-за большой толщины отложений осадочного чехла поисковые скважины не достигают поверхности кристаллического фундамента. На забое они вскрывают отложения нижнего-среднего кембрия. Вместе с тем, на временных сейсмических разрезах уверенно прослеживается нижняя пачка отражений в интервале ОГ I – KB (рис. 3).

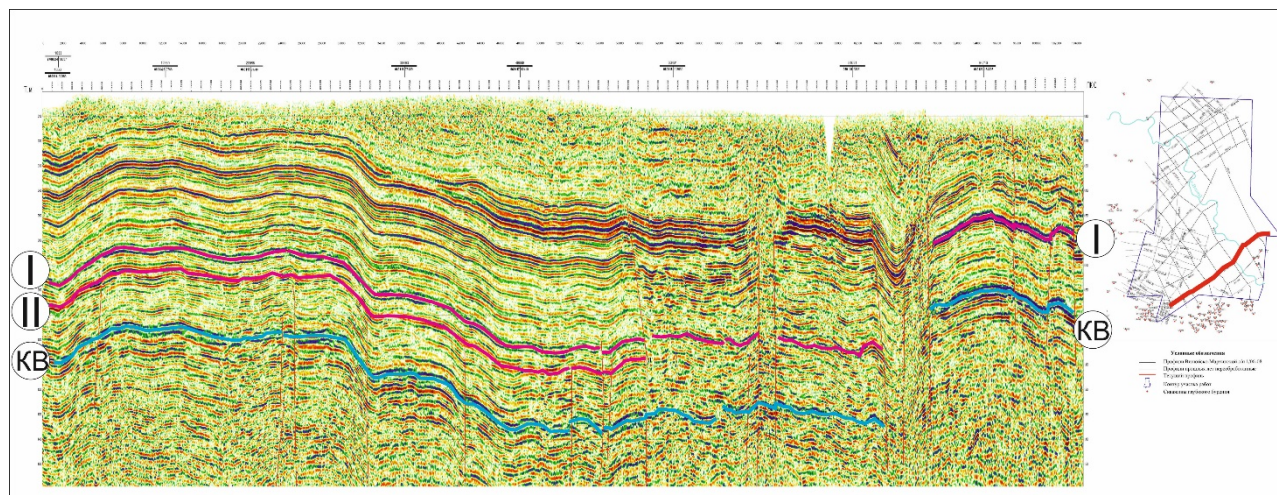


Рис. 3. Временной разрез ПР 060103 (Вилуйско-Мархинский проект)

Отражение Φ от поверхности фундамента отслеживается спорадически. Эту границу можно проследить по привязке к глубоким скважинам с использованием моделирования.

Горизонт II приурочен к кровле билирской свиты нижнего кембрия. Является опорным в пределах Вилючанской седловины, Мирнинского выступа, однако теряет свои динамические признаки в связи с выпадением из разреза солей юрегинской свиты к северу – в районе Сюльдюкарского выступа и к северо-востоку, в Ыгыаттинской впадине.

Горизонт А приурочен к кровле усольской свиты нижнего кембрия. Формируется в результате интерференции на литологических границах, связанных с чередованием пачек солей с карбонатами.

Горизонт К формируется на соленосных пачках в верхней части разреза чарской свиты. Он следится в пределах Ыгыаттинской впадины и в зонах ее сочленения с граничащими с ней структурами первого порядка. Имеет характерную 2-фазную запись с высокочастотными составляющими и среди нижнепалеозойских отражающих границ обладает наиболее интенсивными динамическими характеристиками.

Горизонт D₀ выделен по положительной фазе, стратиграфически привязан к кровле девона. Он следится на временных разрезах в глубоко залегающих частях территории Наманинского проекта.

Горизонт ТП прослеживается на временных разрезах по положительной фазе, как поверхность размыва разделяющая верхний палеозой и мезозой. Исторически этот горизонт получил своё название при интерпретации материалов сейсморазведки в Вилюйской гемисинеклизе. Горизонт ТП является реперным. В результате обобщения структурных построений на всю территорию Западно-Вилюйской НГО по подошве мезозоя была построена структурная карта (рис. 5). В общем виде структурный план по горизонту ТП в пределах Западно-Вилюйской НГО представляет собой моноклиналь с падением на северо-восток, глубины мезозойского основания при этом увеличиваются от 0 до 1500 м. В зоне Кемпендйских дислокаций рельеф горизонта ТП интенсивно нарушен процессами соляного тектогенеза.

Корреляция ОГ производилась по совокупности признаков, специфических для каждого сейсмического горизонта (повторяемость формы записи видимых периодов, соотношение амплитуд основных и дополнительных экстремумов волн, высокоградиентное по простиранию изменение углов наклона отражающего горизонта).

В связи с расположением территории Вилюйско-Мархинского проекта в различных структурно-тектонических зонах, отражающие горизонты имеют ограниченные области регистрации и перестают прослеживаться, или меняются их динамические признаки.

Северо-Патомский проект расположен в зоне развития складок северо-восточного простирания, наблюдаются многочисленные разрывные нарушения и надвиги в кембрийских породах.

На юго-востоке Западно-Вилюйской НГО (Наманинский проект) сложность корреляции отражающих горизонтов вызвана неоднородным геологическим строением разреза (тонкослоистость, литологические замещения, наличие выклиниваний и поверхностей размывов), а также наличием в южной части проекта

большого количества дизъюнктивных нарушений северо-восточного простирания. В пределах Наманинского проекта на глубоко размытой поверхности палеозоя залегают юрские, местами триасовые отложения. В связи со сложными сейсмогеологическими условиями здесь не удастся установить сколько-нибудь значимые связи между динамическими параметрами волнового поля и данными бурения.

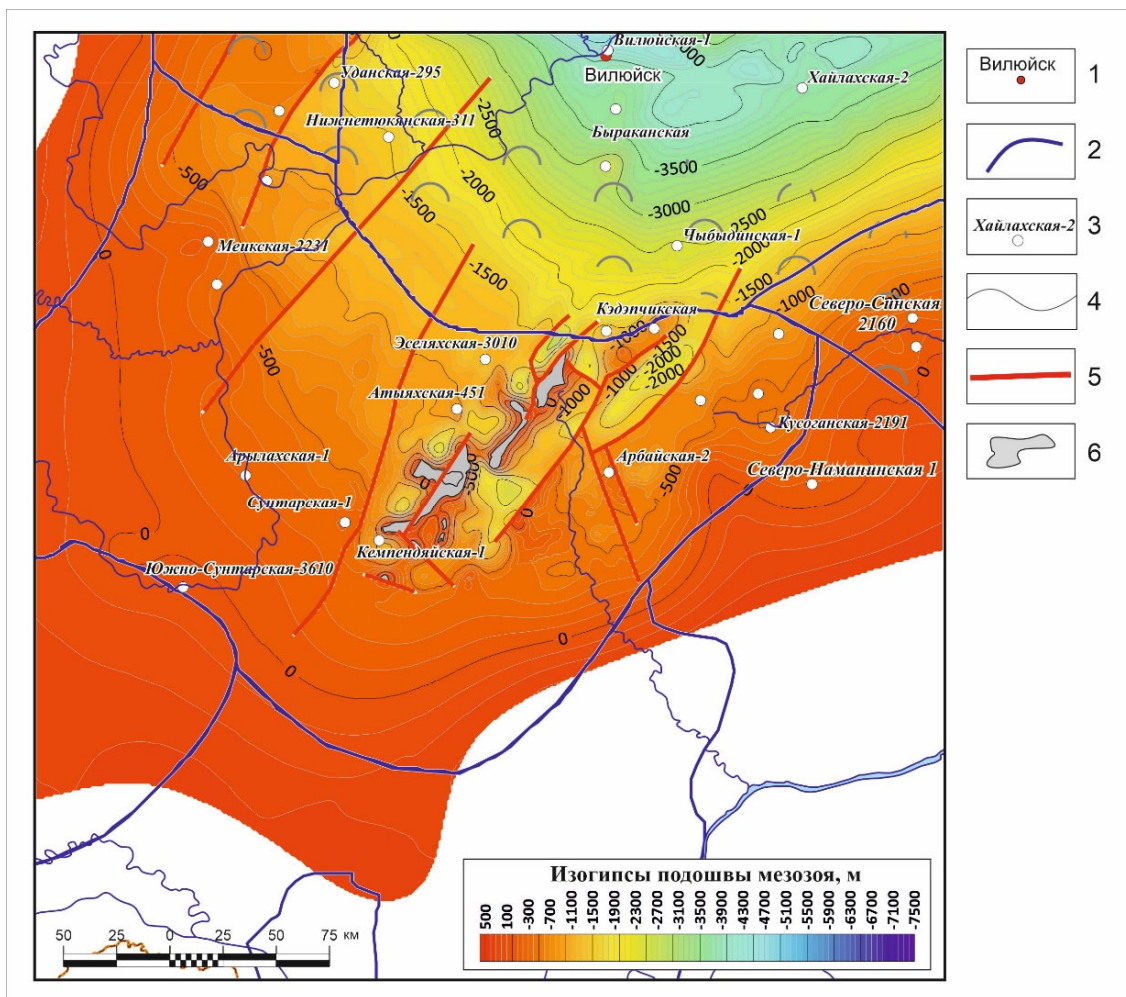


Рис. 5. Структурная карта по подошве мезозойских отложений. Границы: 1 – населённые пункты, 2 – НГО, 3 – глубокие скважины, 4 – изогипсы отражающего горизонта; 5 – разломы, 6 – выходы на дневную поверхность палеозойских отложений в связи с проявлением соляного тектогенеза.

На территории Западно-Вилуйского проекта коррелируются однозначно только отложения девона и мезозоя, нижележащие отложения прослеживаются фрагментарно.

По результатам интерпретации геолого-геофизических материалов, полученных на Ыгыаттинском проекте, было сделано предположение, что южнее и юго-восточнее территории исследований имел место очаг нефтегазообразования в рифее (Ыгыаттинская впадина). Мигрировавшие углеводороды могли аккумуля-

лироваться в литологически и тектонически экранированных ловушках в зонах выклинивания терригенных пластов венда.

По результатам геологоразведочных работ на территориях проектов комплексных геофизических исследований были выделены перспективные объекты и зоны для детального исследования (рис. 6).

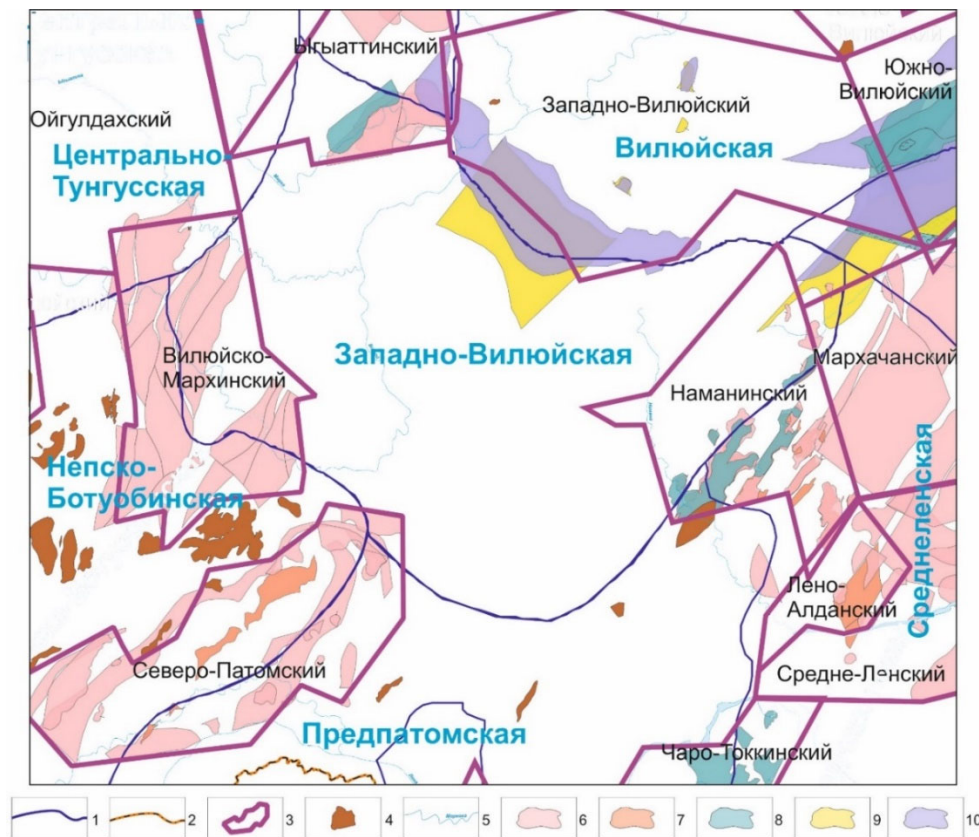


Рис. 6. Карта размещения прогнозных перспективных объектов, выделенных по результатам проведения региональных сейсморазведочных работ. 1 – НГО, 2 – административные границы, 3 – проекты сейсморазведки, 4 – месторождения, 5 – реки; перспективные объекты в отложениях: 6 – венда; 7 – рифея; 8 – кембрия; 9 – перми; 10 – триаса

В рифейских отложениях в Наманинском проекте выявлены 4 ловушки общей площадью 110 км².

В вендских отложениях в пределах Вилуйско-Мархинского проекта выявлены две структуры, разделённые на 7 блоков суммарной площадью 3000 км², в пределах Ыгыаттинского проекта – 3 структуры (2300 км²), в пределах Наманинского проекта - две ловушки (103 км²) и Северо-Патомском проектах-264 км².

В кембрийских отложениях локальные объекты выявлены на Ыгыаттинском и Наманинском проектах. Общая площадь ловушек составила 557 км² и 200 км² соответственно.

Крупная ловушка в пермских отложения расположена на севере Западно-Вилуйской НГО, её площадь 2345 км², и на востоке находится структура 680 км².

В триасовых отложениях основная площадь двух локальных структур расположена в Вилуйской и Алданской НГО. На территории Западно-Вилуйской НГО края этих структур протягиваются вдоль северной границы НГО площадью 866 км² и 193 км².

Заключение

Материалы региональных сейсморазведочных работ позволили уточнить имеющиеся сведения о геологическом строении территории, по отражающим горизонтам осадочного чехла – ТП, D₀, К, А, I, II, КВ, Ф, а также определиться с направлениями дальнейших геологоразведочных работ, в том числе бурения параметрических скважин.

По комплексу методов сейсморазведки, электроразведки и геохимической съёмки были локализованы нефтегазоперспективные объекты в отложениях рифея, венда, кембрия, перми и триаса. На основании этих материалов наибольшими перспективами на территории Западно-Вилуйской НГО могут обладать вендские и пермские отложения. Суммарные прогнозные ресурсы УВ в этих отложениях могут превышать 2 млрд т УУВ. Однако для оценки категорийности ресурсов необходимо провести соответствующую работу по определению достоверности выявленных локальных объектов.

Благодарности

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. Фрадкин Г.С., Моисеев С.А., Сафронов А.Ф. Среднепалеозойский мегакомплекс востока Сибирской платформы – перспективный нефтегазоносный объект Якутии // Минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – №2. – С. 44-59.
2. Фрадкин Г.С. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности западной части Вилуйской синеклизы. – М.: Наука, 1967. – 204 с.
3. Кольга Л.А. (отв. исп.), Кушмар И.А. Отчет о результатах работ по объекту 510-30: "Комплексные геофизические работы с целью оценки перспектив нефтегазоносности и подготовки объектов под параметрическое бурение на Ыгыатинской площади Республики Саха (Якутия)." АО «Росгео». Москва, 2020. Росгеолфонд, Центральное хранилище, инв. № 538901.
4. Новиков П.И. (отв. исп.), Поспеева Н.В., «Комплексные геофизические (сейсморазведка, электроразведка) и геохимические работы с целью оценки перспектив нефтегазоносности, локализации прогнозных ресурсов УВ на Наманинской площади Республики Саха (Якутия)». Государственный контракт № 06/18 от 26.06.2018. АО "СНИИГГиМС" Москва, 2020. Росгеолфонд, Центральное хранилище, инв. № 540555

© Р. В. Маринов, И. А. Губин, С. А. Моисеев, 2023