

Обобщение результатов региональных сейсморазведочных работ Средне-Ленской и Алданской нефтегазоносных областей

Р. В. Маринов^{1}, 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: MarinovRV@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В работе обобщены результаты сейсморазведочных работ на территории Среднеленской и Алданской НГО, проведённые с 2004 по 2021 гг. Всего в районе исследования отработано 10 775 км профилей, площадь сейсморазведочных работ составила 138 400 км². Были открыты 72 локальных объекта, и оценены суммарные ресурсы. Наибольшими перспективами нефтегазоносности обладают отложения венда и кембрия на территории Алданской НГО.

Ключевые слова: Республика Саха (Якутия), Северо-Алданская НГО, Средне-Ленская НГО, Алданская НГО, нефтегазоносность, сейсморазведочные работы

Generalization of the Results of Regional Seismic Researches in Middle-Lena and Aldan Petroleum Regions

R. V. Marinov¹, 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: MarinovRV@ipgg.sbras.ru

Abstract. The results of seismic surveys on the territory of the Middle-Lena and Aldan petroleum region conducted from 2004 to 2021 are summarized. In total, 10,775 km of seismic profiles were worked out in the study area, the area of seismic exploration was 138,400 km². 72 local objects were discovered, and total resources were estimated. The deposits of the Vendian and Cambrian on the territory of the Aldan petroleum region have the greatest prospects for oil and gas potential.

Keywords: Republic of Sakha (Yakutia), North-Aldan petroleum region, Middle-Lena petroleum region, Aldan petroleum region, oil and gas potential, regional seismic

Введение

Среднеленская и Алданская нефтегазоносные области (НГО) в административном плане расположены на территории Республики Саха (Якутия). Указанные НГО были выделены в 2022 г. А.Э. Конторовичем, Л.М. Бурштейном, С.А. Моисеевым на месте Северо-Алданской НГО. Граница между Среднеленской и Алданской НГО проведена по внутреннему (обращенному в сторону солеродного бассейна) краю Западно-Якутской барьерно-рифовой системы. Строение кембрийского разреза в обеих НГО принципиально разное. В Среднеленской НГО он представлен фациями солеродного бассейна, а в Алданской НГО распространены фации переходной зоны (рифогенный барьер) и открытого моря (ботомско-амгинская черносланцевая куонамская формация и перекрывающая её толща заполнения май-

ского яруса). Согласно результатам геохимических исследований [3], нефтематеринскими в Среднеленской НГО являются породы рифея-венда, в Алданской НГО – нижнего-среднего кембрия (куонамская формация).

Изученность сейсморазведкой

На территории исследования проводились региональные сейсморазведочные работы за счёт федерального бюджета РФ, начиная с 2004 г. В Среднеленской НГО проводились работы МОГТ 2D на Лено-Алданской (2004-2006 гг.), Среднеленской (2008-2010 гг.) и Мархачанской (2011-2013 гг.) площадях сейсморазведочных работ (СРР). Было отработано в общей сложности 2744 км. Плотность сейсмопрофилей составила 0,08 км/км². В Алданской НГО работы проводились на Северо-Хандыгской (2010-2012 гг.), Синской (2016-2018 гг.), Якутской (2017-2019 гг.), Усть-Амгинской (2017-2020 гг.) и Нижнеалданской (2018-2020 гг.) площадях СРР. Всего отработано 8030 км, плотность сейсмопрофилей составила 0,08 км/км² (рис. 1).

Полевые сейсморазведочные исследования выполнялись с использованием современных технико-методических средств, что создавало основу для решения поставленных геологических задач. Однако имеются некоторые различия в методике работ связанные прежде всего с увеличением кратности наблюдений. Так на отдельных профилях Лено-Алданской площади СРР в 2004-2006 годах кратность перекрытия могла составлять 24. На Среднеленской и Мархачанской площадях СРР кратность перекрытия составила 60, а на площадях, обрабатываемых позднее, достигла 80.

По сейсмическим данным на территории Среднеленской НГО выделены от 4 до 9 отражающих горизонтов:

ТП – поверхность раздела мезозойского и палеозойского комплексов отложений;

Д₀ – кровля девонских отложений;

К_з – кровля верхоленской свиты;

К – кровля чарской свиты нижнего кембрия;

К_{1т} – кровля нижней пачки толбачанской свиты;

П – кровля билирской свиты нижнего кембрия;

КВ – кровля терригенных отложений венда;

Р_з – кровля чекурдахской свиты рифея;

Ф – поверхность фундамента.

На территории Алданской НГО венда-кембрийские отложения претерпевают существенные фациальные изменения (бюкская, успунская, кудулахская и юряхская свиты венда замещаются на усть-юдомскую; толща водорослево-зернистых известняков, удачнинская и синско-куторгиновая свиты нижнего среднего кембрия – на иниканскую) кроме того, более широкое распространение имеют породы верхнепалеозойского и мезозойского возраста. Здесь на временных разрезах прослеживаются отражающие горизонты:

М – средняя часть эксеняхской свиты;

У_{3 br} – кровля верхнеюрских отложений;

У₂ – кровля верхнеюрских отложений;

Y_1 – кровля нижнеюрских отложений;
 P_2 – подошва отложений средней перми;
 KE_1 – кровля бордонской свиты;
 H_1 – верхняя часть иниканской свиты;
 E – кровля карбонатных отложений венда/кембрия;
 KT – подошва иниканской свиты;
 B – кровля венда;
 M_2 – кровля нижней подсвиты юдомской свиты;
 Φ – поверхность фундамента.

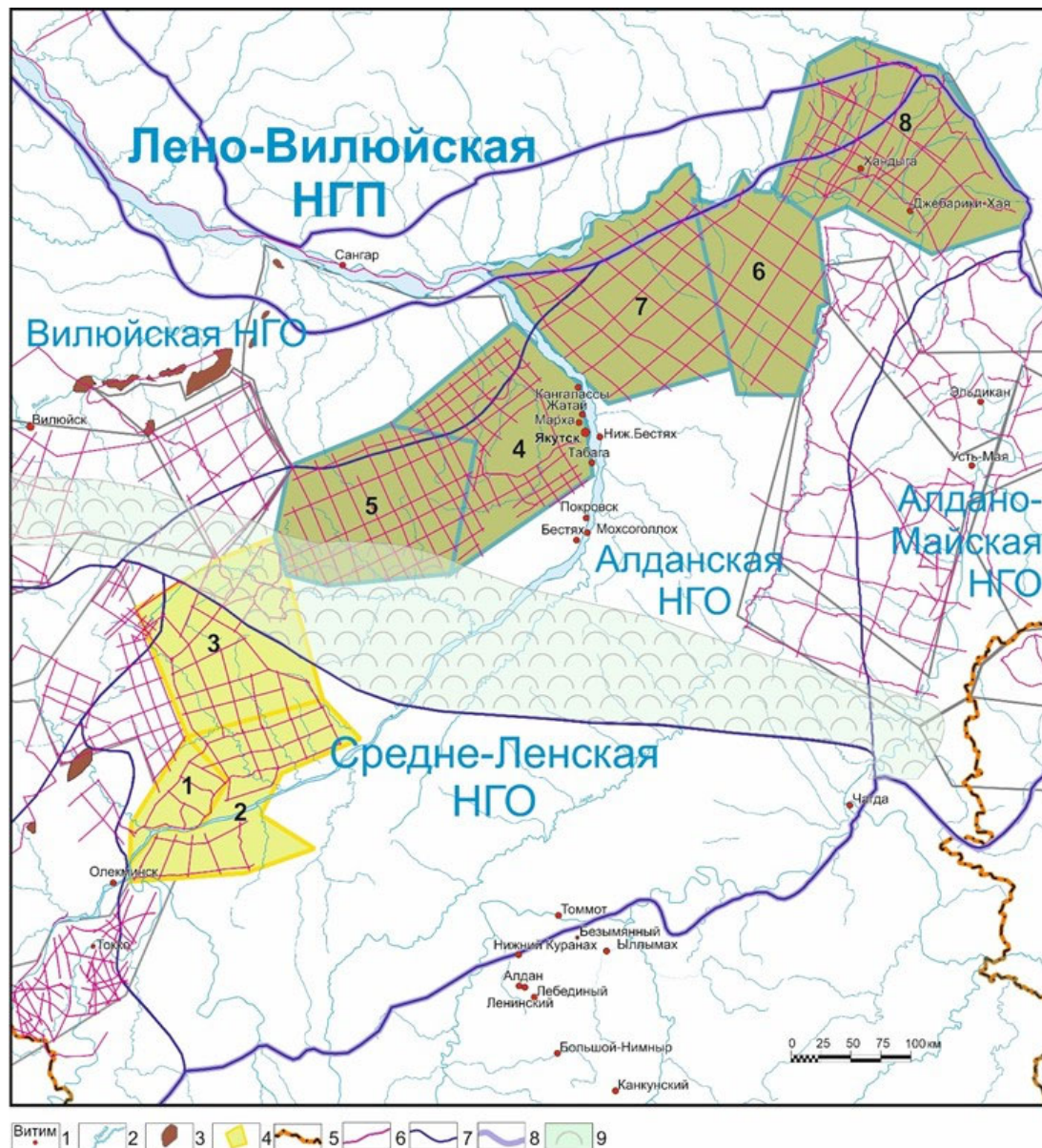


Рис. 1. Карта площадей региональных сейсморазведочных работ на территории Среднеленской и Алданской НГО

1-населённые пункты, 2- гидросеть, 3-месторождения, 4-площади региональных работ (1-Лено-Алданская, 2-Средне-Ленская, 3-Мархачанская, 4-Якутская, 5-Синская, 6-Усть-Амгинская, 7-Нижнеалданская, 8-Северо-Хандыгская), 5-сейсмопрофили региональных работ, 7- границы НГО, 8-границы НПП, 9-рифтовая система

Стратиграфическая привязка этих горизонтов выполнялась по скважинам: Джаджанской 261-0, Наманинской 2, Русско-Реченских 1,2,3; Синской 1, Северо-Синской 2160, Кусоганской 2191, Северо-Наманинской 1, Кумахской 483, Верхнесинской 1, Мухтинской 2210. Хочомская 1, Мокуйская 1, Баппагайская 1, Байская 1, Андреевская 2, Хоромская 420, Сангарская 4, Среднелунхинская 111, Усть-Майская 366 [1].

Структурные планы по всем отражающим горизонтам имеют в целом моноклиальный характер с региональной тенденцией погружения на север и северо-запад в сторону Вилуйской гемисинеклизы.

Отражающий горизонт (ОГ) К прослеживается в кровле чарской свиты карбонатно-галогенного состава. Отложения чарской свиты распространены вдоль северной границы Среднеленской НГО (рис. 2). Стратиграфическим аналогом чарской свиты является иниканская свита. В её кровле прослеживается отражающий горизонт H_1 (рис. 3). Иниканская свита распространена на большей части территории Алданской НГО, за исключением Ниждеалданской и восточной части Якутской площадей в пределах Якутского свода, где она срезана в процессе предмезозойского перерыва в осадконакоплении.

В южной части Среднеленской НГО кембрийские отложения отсутствуют, Абсолютные значения изогипс по отражающему горизонту К меняются от +300 м, до -1500 м. На территории Алданской НГО иниканская свита выходит на дневную поверхность в бассейнах рек Алдан и Лена, максимальное ее погружение до глубин 8-9 км прогнозируется в Предверхоянском прогибе. Остальные отражающие горизонты в интервале развития венд-нижнепалеозойских отложений залегают субпараллельно ОГ К.

Отражающие горизонты R_3 , маркирующий кровлю рифейских отложений, и КВ, приуроченный к кровле терригенных отложений венда, прослеживаются только в северо-западной части Среднеленской НГО.

На территории Алданской НГО рифейские отложения отсутствуют. Отложения венда в Алданской НГО представлены юдомской серией преимущественно карбонатного состава, терригенный комплекс в базальной части венда не здесь выделяется, либо составляет первые метры.

Благодаря работам, проведённым на Якутской, Нижнеалданской и Усть-Амгинской площадях региональных сейсморазведочных работ, удалось уточнить контуры Якутского свода, а также границы выклинивания перми, кембрия и венда.

Результаты обобщения геолого-геофизических материалов

На территории Среднеленской НГО перспективами нефтегазоносности обладают рифейские и вендские отложения. В Алданской НГО перспективами нефтегазоносности обладают отложения венда, кембрия, перми, юры и мела. В общей сложности выявлено 72 перспективных объекта для поисковых работ, оценены локализованные ресурсы по категории $D_{2л}$, $D_{1л}$ (рис. 4).

В рифейских отложениях на Лено-Алданской и Средне-Ленской площадях СРР выявлены поднятия, разбитое на структурно-тектонические блоки.

Выделено 17 ловушек, ресурсы которых 31,2 млрд м³ газа и 41,6 млн т УУВ (таблица 1) по категории D₂л.

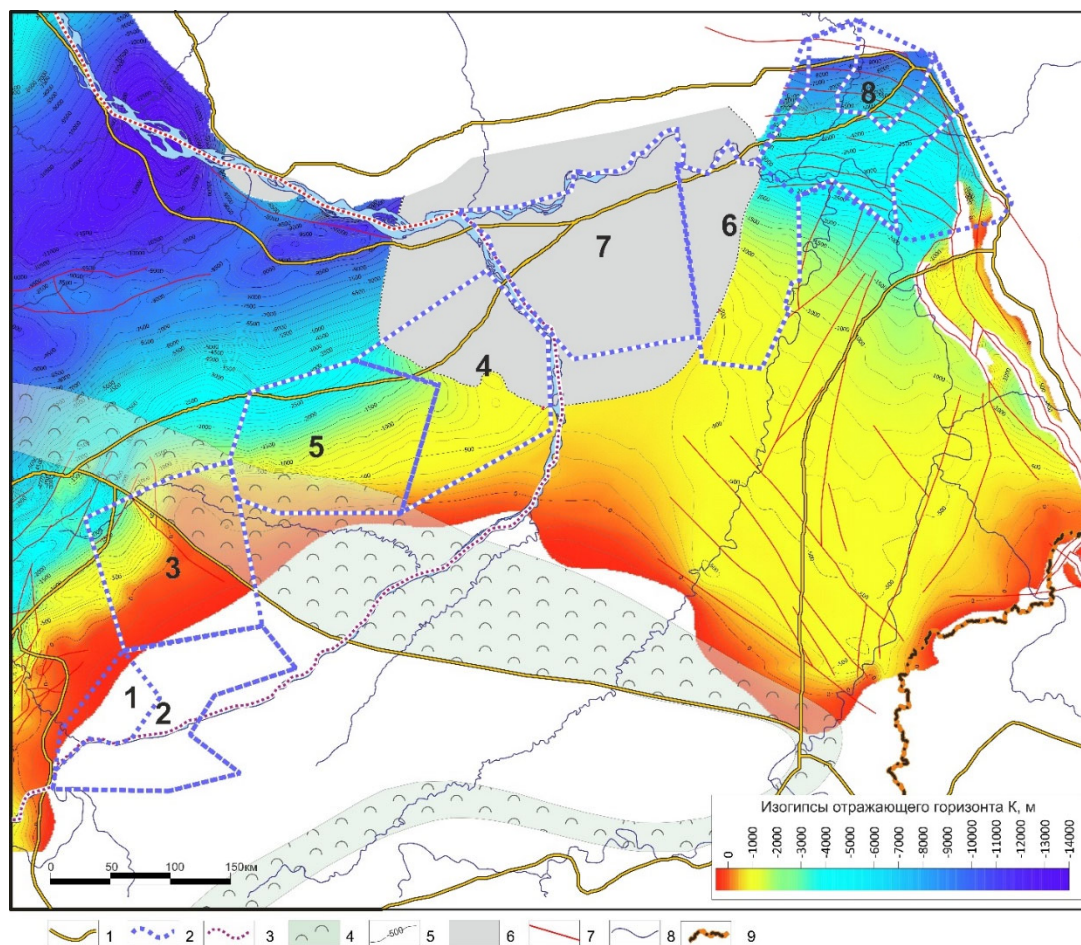


Рис. 2 Структурная карта по отражающему горизонту К (Н₁) (вблизи кровли нижнего кембрия, верхи чарской, удачининской, иниканской свит)

1-границы НГО, 2-площади региональных работ (1-Лено-Алданская, 2-Средне-Ленская, 3-Мархачанская, 4-Якутская, 5-Синская, 6-Усть-Амгинская, 7-Нижеалданская, 8-Северо-Хандыгская), 3-зона развития Западно-Якутской барьерно-рифовой системы, 4-изогипсы, 6-зона отсутствия иниканской свиты, 7 – разрывные нарушения, 8 – гидросеть.

В ряде работ показано, что на территории Алданской НГО ловушки в кембрийских отложениях могут быть связаны с рифовыми постройками в танхайской свите среднего кембрия [2]. По материалам региональных работ на востоке Алданской НГО было выделено по одной ловушке на Нижнеалданской и Северо-Хандыгской площадях и 3 на Усть-Амгинской площадке. Общие ресурсы по категории D₁л составили 714,7 млн т нефти, 15,87 млрд м³ газа и 400 тыс. т конденсата. Пермские отложения распространены узкой полосой вдоль северной границы НГО, в них выявлено 4 ловушки с ресурсами по категориям D₁л 305 млн т нефти, 197,9 млрд м³ газа и 5,65 млн т конденсата.

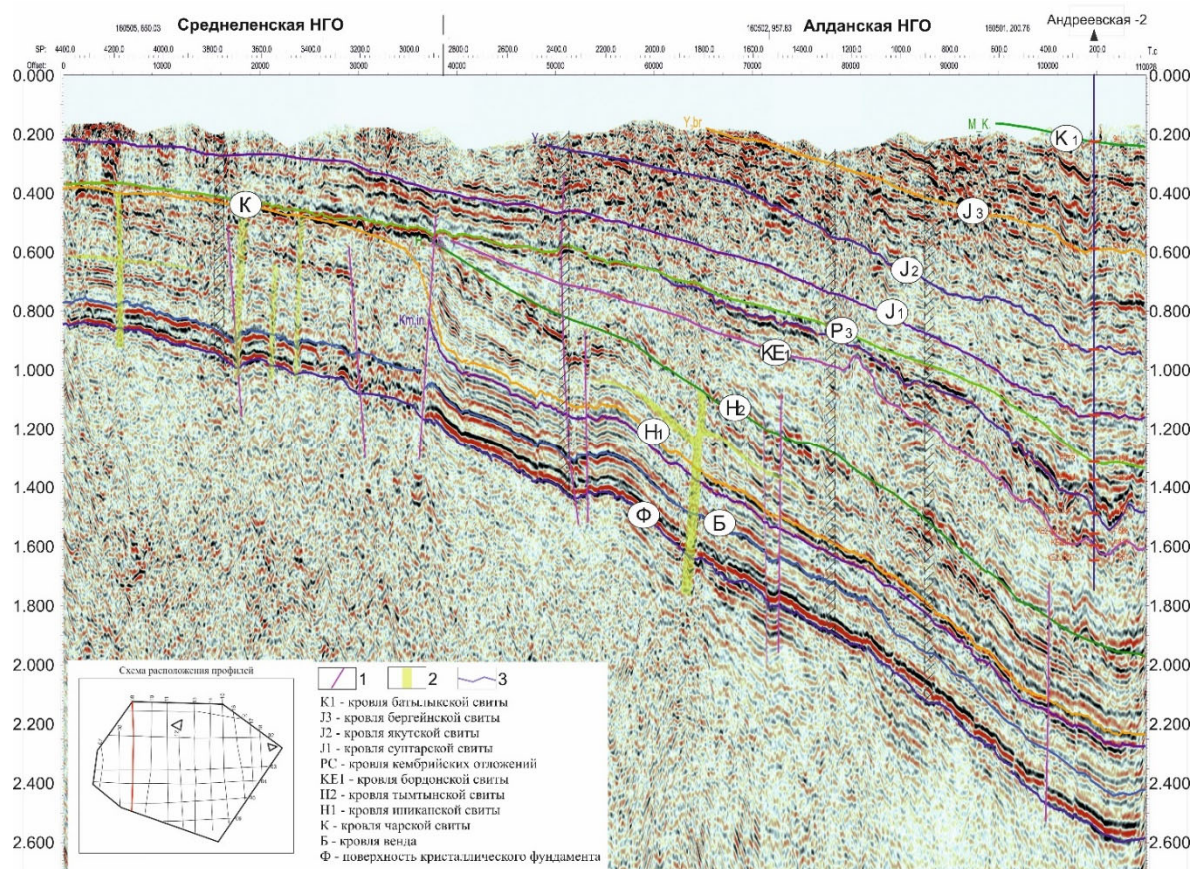


Рис. 3. Профиль 160509 Синской площади (интерпретация АО «ЦГЭ», 2019)
1-разрывные нарушения, 2-эффузивные породы, 3-отражающие горизонты

В вендских отложениях на Мархачанской площади СРР выделено 12 ловушек, начальные ресурсы составили 9,3 млн т нефти, 1,54 млрд м³ газа и 73,52 млн т УУВ.

В юрских отложениях ловушки выявлено на Якутской, Нижнеалданской, Усть-Амгинской и Северо-Хандыгской площадях СРР. Всего выделено 16 ловушек, из них оценивалось 9 ловушек; их суммарные начальные ресурсы составили 172,3 млрд м³ газа и 46 млн т УУВ.

Таблица 1

НГО	Пласт	Число ловушек	Общая площадь, км ²	Начальные геологические ресурсы		
				нефти, тыс. т	газа, млн. м ³ /конденсата тыс. т	УУВ, млн. т
Средненеленская	Рифейский	17	3874		31 200	41,6 млн т УУВ
	Вендский	12	11430	9 300	1 540	73,52 млн т УУВ
Алданская	Вендский	16	11026	1 673 200		113,2 млн т УУВ
	Кембрийский	5	3844	714 700	15 870 / 400	95 млн т УУВ
	Пермский	4	3622	305 000	197 900 / 5645	
	Юрский	16	9962		172 300 / 3100	46 млн т УУВ
	Нижнемеловой	2	1329		не оценивались	

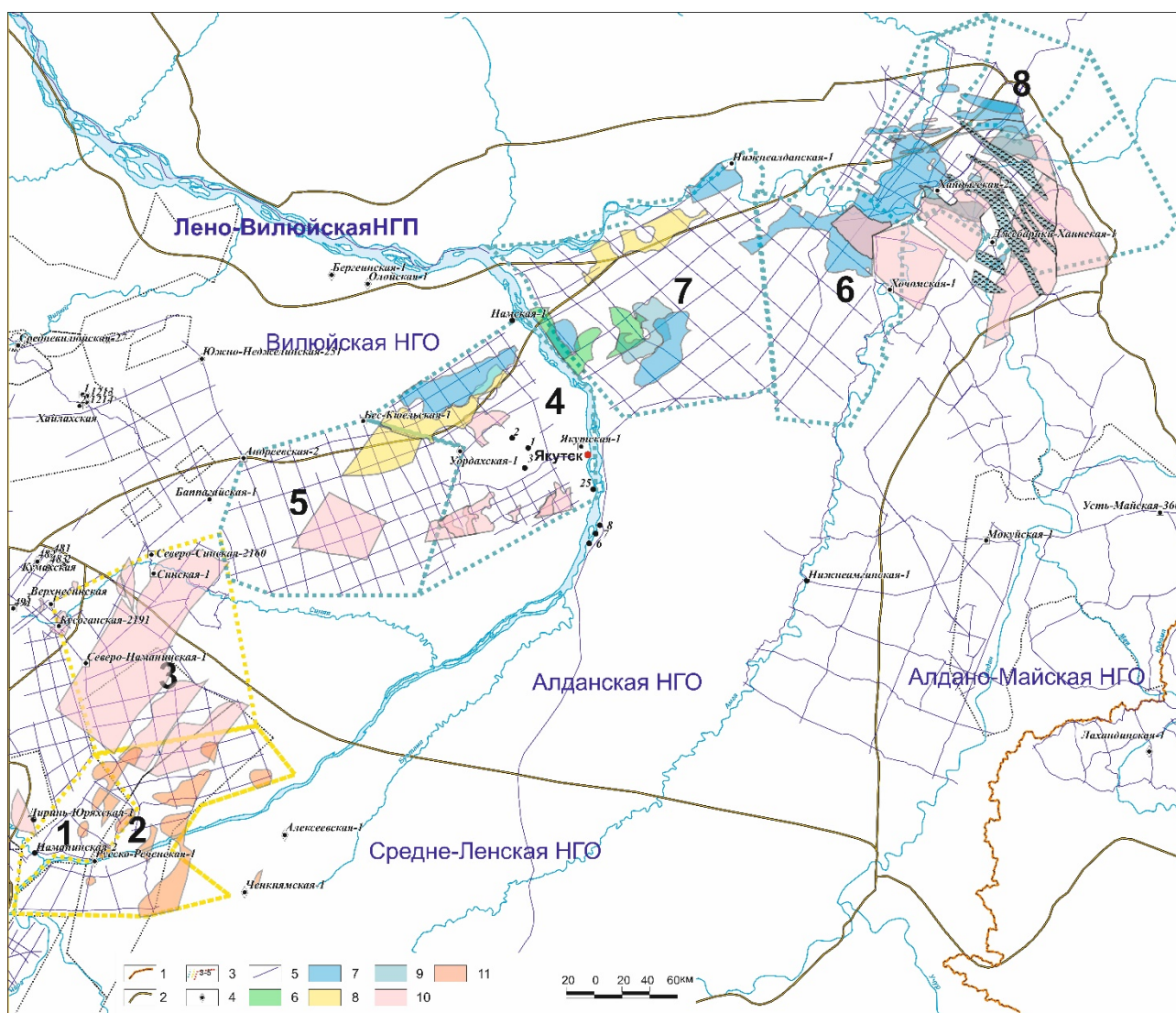


Рис. 4 Перспективные объекты, выделенные в результате региональных ГРП на Среднеленской и Алданской НГО

1 – административная граница, 2 – границы НГО, 3 – площади региональных сейсморазведочных работ (1-Лено-Алданская, 2-Средне-Ленская, 3-Мархачанская, 4-Якутская, 5-Синская, 6-Усть-Амгинская, 7-Нижеалданская, 8-Северо-Хандыгская), 4 – скважины, 5 – сеймопрофили, перспективные объекты, выделенные в отложениях: 6 – меловых, 7 – юрских, 8 – пермских, 9 – кембрийских, 10 – вендских, 11 – рифейских

В вендских отложениях на всей территории исследования выделено 26 ловушек общей площадью 18 702 км². Суммарные ресурсы D_{1л} на изучаемой территории составляют 1 673 млн т нефти и 1,54 млрд м³ газа, а также 100,24 млн т УУВ.

Заключение

Геологоразведочные работы, проведённые в период 2004-2021 гг. позволили более детально изучить геологическое строение Северо-Алданской НГО, что дало основание для ее разделения на Среднеленскую и Алданскую НГО, вы-

явить поисковые объекты, оценить перспективы нефтегазоносности этих территорий, и подготовить район исследований к проведению лицензирования недр. Среднеленская и Алданская НГО различны по своему строению. На Среднеленской НГО перспективами нефтегазоносности обладают отложения венда и рифея. На территории Алданской НГО перспективами отложений на нефть и газ обладают отложения венда, кембрия, перми и юры. Наибольшие ресурсы УВ сконцентрированы в отложениях венда и кембрия.

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. Трофимов В.А., Закиров Ф.Ф., Колесниченко Л.Ю., Косовцев В.И., Слончак К.А. Основные результаты региональных сейсморазведочных работ в южной части Вилуйской синеклизы, Республика Саха (Якутия) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2021. – № 4. – С. 29-50.
2. Масленников М.А., Сухов С.С., Соболев П.Н., Наумова Е.Г., Процко А.Н., Ракитина И.В., Константинова О.Л. Перспективы нефтегазоносности кембрийских барьерных рифовых систем Сибирской платформы в свете новых геолого-геофизических данных // Геология нефти и газа. – 2021. – № 4. – С. 29-50.
3. Каширцев В.А. Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ СО РАН, 2003. – 160 с.

© Р. В. Маринов, И. А. Губин, А. М. Фомин, 2022