

Принципы бассейнового анализа для определения перспектив нефтегазоносности углеводородов Южно-Карского шельфа

О. В. Сарычева^{1,2*}, С. К. Мустафин¹

¹Башкирский государственный университет

Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, улица Заки Валиди, 32.

²НК «Роснефть-НТЦ

Россия, 350000 г. Краснодар, улица Красная, 54.

*Email: sov_21041992@mail.ru

Общая площадь континентального шельфа России более 6 млн.км², что составляет 25% общей площади шельфа Мирового океана. По экспертным оценкам ведущее место по запасам углеводородов на территории Российского шельфа принадлежит недрам арктических морей – Баренцева (49%), Печерского (15%), Карского (35%). Одним из наиболее перспективным объектом на сегодняшний день, представляется разработка новых месторождений шельфа Карского моря. Исследуемая площадь входит в состав территории, являющийся геологическим продолжением Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В статье рассматривается проблема освоения изученности арктического шельфа России, на примере геолого-геофизического исследования территории шельфа Карского моря. Обобщены и проанализированы вклады геолого-геофизического исследования на территории шельфа. Подведены итоги научно-исследовательской работы по изучению геологического строения Карского нефтегазоносного бассейна. Предложен подход применения бассейнового анализа и комплексированных методов поисково-геолого-разведочных исследований на территории арктического шельфа, который позволит безошибочно дать полную картину о геологическом строении и перспектив нефтегазоносности, для дальнейшей постановки первоочередных задач.

Ключевые слова: шельф Карского моря, нефть, газ, нефтегазоносные комплексы, комплекс геолого-геофизического исследования.

В Геолого-геофизическим изучением недр акваторий шельфа морей России занимались: НПО «Севморгео», НПО «Арктикморнефтегазразведка», ОАО «Севморнефтегеофизика» и другие [2].

На рисунке 1 представлены результаты анализа распределения по площади шельфовых зон морей Российской Федерации, имеющегося на сегодня геолого-геофизического материала (668 тыс.пог.км сейсмического профилирования и 276 скважин морского бурения) приведенного в работах [3–5].

По данным ПАО «НК «Роснефть» ведущей отечественной компании по исследованию и освоению углеводородного потенциала территории континентального шельфа арктических морей Российской Федерации извлекаемые ресурсы нефти и газа, в пределах ее лицензионных участков, на начало 2017 года оцениваются в 41.5 млрд. т н. э. [6–7].



Рис. 1. Геолого-геофизическая изученность шельфа Российской Федерации [8].

Освоение шельфовых месторождений в Арктике определено в качестве стратегического направления деятельности ведущих российских нефте- и газодобывающих компаний. Более 100 лицензионных участков на акваториях арктических морей в последние годы было распределено между государственными компаниями ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Газпром» (см.рис. 1) [9].

На сегодняшний день геолого-геофизическая изученность, перспективных на обнаружение промышленных скоплений углеводородного сырья, площадей арктического шельфа России остается неравномерной. Одной из проблем затрудняющих ускоренное и более активное геолого-геофизическое исследование нефтегазоносности территории акватории шельфовых областей морей и океанов является труднодоступность их объектов для прямых геологических наблюдений. Эффективное проведение поис-

ков и оценки перспективных участков на углеводородное сырье с наибольшей результативностью достигается при оптимальном комплексировании возможностей геофизических методов исследований (морской сейсморазведки МОВ, МПВ с распределением характеристик потенциальных полей) с результатами всестороннего изучения геологического материала по разрезам параметрических морских скважин.

Акватория шельфа Карского моря в настоящее время является одной из наиболее перспективных областей наличия нефти и газа, с доказанной продуктивностью. Геологические исследования акватории начаты с 70-х годов XX века.

Гравиметрические и магнитные исследования проводились с 1972–1987 гг., что привело к созданию карты аномальных гравитационного и магнитного полей арктического шельфа СССР на основании которых было проведено тектоническое районирование по поверхности разновозрастного фундамента, выявлены обратная зависимость гравитационных аномалий и структур I порядка и обратное соотношение гравитационных и магнитных аномалий.

В период с 1973 по 1983 гг. НПО «Севморгео» и др. выполнялись сейсмические исследования, результатом которых стало: составление структурных карт по основным отражающим горизонтам Г, М, Б, проведение тектонического районирования по поверхности разновозрастного фундамента, выявление пространственной связи локальных структур с зонами рифтогенеза и обратная зависимость гравитационных аномалий и структур осадочного чехла I порядка. В результате региональных и поисковых сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в период 1988–1990 гг. трестом "Севморнефтегеофизика" (в дальнейшем ОАО "Севморнефтегеофизика") были выявлены основные локальные поднятия.

Объединением «Арктикморнефтегазразведка» в 1987–1989 гг. в акватории Карского моря на участках наибольшей плотности сейсморазведочных работ в пределах Русановской и Ленинградской структур были пробурены глубокие поисковые скважины (скв. Русановская-1 – -2537 м, продуктивными являются аптские отложения нижнего мела, таноупчинской свиты, представленные переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов), в скв. Русановская-2 – -2360 м (аптские отложения нижнего мела, таноупчинской свиты), в скв. Ленинградская-1 – -2441 м (аптские отложения нижнего мела), в скв. Ленинградская-2–2489 м (барремские отложения нижнего мела). [10–11].

В результате этих поисковых работ были открыты одни из крупнейших, известных на сегодняшний день газовых месторождений шельфа Карского моря – Русановское и Ленинградское.

В 1989–1990 гг. МИНГа проведены литолого-минералогические и геохимические исследования продуктивных меловых отложений в скв. Русановская-2 и скв. Ленинград-

ская-1, по результатам которых были сделаны выводы о смешанном континентальном (руслово-дельтовом) и прибрежно-морском генезисе коллекторских толщ.

В 2005 г. ОАО МАГЭ были выполнены сейсморазведочные работы МОВ ОГТ на Приямальском шельфе. В 2007 г. ОАО "Севморнефтегеофизика" были выполнены сейсморазведочные работы 2D МОВ ОГТ в объеме 8005.15 пог. км.

В целом геолого-геофизические исследования, проведенные в тот период, доказали генетическую связь основных структурно-тектонических элементов рассматриваемого района с нефтегазоносными комплексами севера Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

В период с 2012 по 2016 гг. компанией ПАО «НК «Роснефть» было проведено изучение Приновоземельских участков на территории шельфа Карского моря методами сейсмики 2D и 3D.

В 2014 г.компанией ПАО «НК «Роснефть» завершилось бурение самой северной из пробуренных на сегодня в акватории Карского моря арктической скважины «Университетская-1» (табл. 1). Скважина пробурена со вскрытием пород фундамента предположительно палеозойского возраста. Вскрыты залежи газа в меловом и нефти в юрском перспективных комплексах. Скважина подтвердила наличие залежей углеводородов в Карском нефтегазоносном бассейне. Открыто нефтегазовое месторождение Победа [1, 6].

Степень геолого-геофизической изученности перспективных участков шельфа Карского моря сейсморазведкой и глубоким бурением пока еще остается низкой и чрезвычайно неравномерной.

Для достижения оптимального уровня геолого-геофизической изученности в целях детализации строения выявленных ранее нефтегазоносных структур, а также прогнозирования и выявления новых перспективных объектов рассматриваемого региона, выделяемого в качестве Южно-Карской газонефтеносной области, необходимо проведение комплексных поисковых геолого-геофизических работ

Комплексный анализ материалов состояния геолого-геофизической изученности в сочетании с обобщением результатов последних работ (комплексной интерпретации данных сейсморазведки и разведочного бурения) по исследованию нефтегазоносности и нефтегазогеологического районирования Южно-Карской газонефтеносной области (Карского нефтегазоносного бассейна) и граничащей к ней с Ямальской газонефтеносной области (Западно-Сибирской нефтегазоносного бассейна) позволили:

- охарактеризовать геологическое строение и уточнить нефтегазогеологическое районирование Южно-Карского газонефтяной области

Таблица 1. Изученность глубоким бурением на территории шельфа Карского моря [2, 11, 12]

Площадь	Год бурения	Скважины	Глубина, м Горизонт	Результаты бурения
Русановская	1989	№2 (поисковая)	2373, М(K _{1a})	Открыто газоконденсатное месторождение
	1987	№1 (поисковая)	2550, K _{1nk-a} (тапо-чин. свита)	В консервации с 1990 г. (в ожидании испытания)
Ленинградская	1990	№2 (поисковая)	2502, K _{1nk-a} (тапо-чин. свита)	В консервации с 1990 г. (в ожидании испытания)
	1990	№1 (поисковая)	2453	Открыто газоконденсатное месторождение. Получен фонтанный приток газа с конденсатом из танопчинской свиты и фонтанный приток сухого газа из марресалинской свиты
Белоостровская	1984	№1 (опорно-параметрическая)	3500, K _{1v}	В интервале 3275–3288 м, а затем в интервале 3223–3227 м испытанном совместно с предыдущим, получен приток нефти с максимальным дебитом 2.3 м ³ /сут. В интервалах 3165–3199 м, 3121–3125 м получены притоки воды с дебитом 3 тыс.м ³ /день и 1.66 тыс.м ³ /день. В интервале 3037–3042 получен фонтан газа и конденсата с дебитом 86.6 тыс.м ³ /день.
Свердрупская	1980	№1(опорно-параметрическая)	2336 PR	В результате испытания интервала 1580–1620м получен слабый приток газа.
Университетская	2014	№1 (поисковая)	2113 PZ	Открыто нефтегазовое месторождение Победа. Испытателем на кабеле получены пробы газа из меловых и нефти из юрских отложений. Скважина ликвидирована, как выполнившая геологическое предназначение.

- дать сравнительная оценку основных нефтегазоносных комплексов по месторождениям шельфа и сопредельной суши; выполнено структурного построение карт (2Д геологическое моделирование) по опорным отражающим горизонтам, в результате которого подтверждена предполагаемая перспективная зона нефтегазонакопления
- определить пространственно-временную позицию перспективных в отношении углеводородного потенциала мелового (газ) и юрского (нефть) комплексов отложений (Рис. 2.).
- предложить вариант методического подхода оценки ресурсов углеводородного сырья на примере меловых и юрских нефтегазоносных комплексов Южно-Карской газонефтеносной области Карского нефтегазоносного бассейна.

Анализ материалов предшествующих геолого-геофизических работ в сочетании с результатами последними исследованиями нефтегазоносности изученной части шельфа акватории Карского моря, проведенный с учетом геологической особенности объектов – сходства основных черт геологического строения и соответственно продуктивности с объектами сопредельными объектами Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [11, 12], позволяет заключить, что наибольшим углеводородным потенциалом обладает территория прибрежной зоны шельфа Южно-Карского нефтегазоносного бассейна, а именно территория Скуратовской зоны поднятий.

На территории исследования по результатам уже установленных зон нефтегазонакопления (ЗНГН) в разрезе осадочного чехла южной части Карского моря выделяется шесть нефтегазоносных комплексов (альб-сеноманский, аптский (баррем-аптский), неокомский, верхнеюрский, среднеюрский, нижнеюрский) [12–13]. Высокими перспективами в осадочном чехле обладают неокомский (представленный алевролитами и песчаниками в виде отдельных пачек) и среднеюрский (песчаники мелкозернистые и алевролиты) НГК [10].

Выполненный прогноз нефтегазоносности Южно-Карского бассейна подтвердил его высокие перспективы в целом. Предварительная оценка ресурсов свидетельствует о значительном, преимущественно газовом потенциале, среди которых самым богатым обладает Скуратовская структура, где основная доля ресурсов сосредоточена в среднеюрском НГК. Чуть меньшими ресурсами обладает Нармейская структура, заключающая в себе не только газовый потенциал, но и нефтяной, где наибольшими ресурсами обладает неокомский НГК.

В настоящее время ведется работа по формированию представительной информационной базы данных по состоянию геолого-геофизической изученности акватории шельфа Карского нефтегазоносного бассейна.

Практические рекомендации прогностического содержания, равно как предложения об очередности объектов для постановки морских поисково-геологоразведочных работ на углеводороды требуют надежного обоснования.

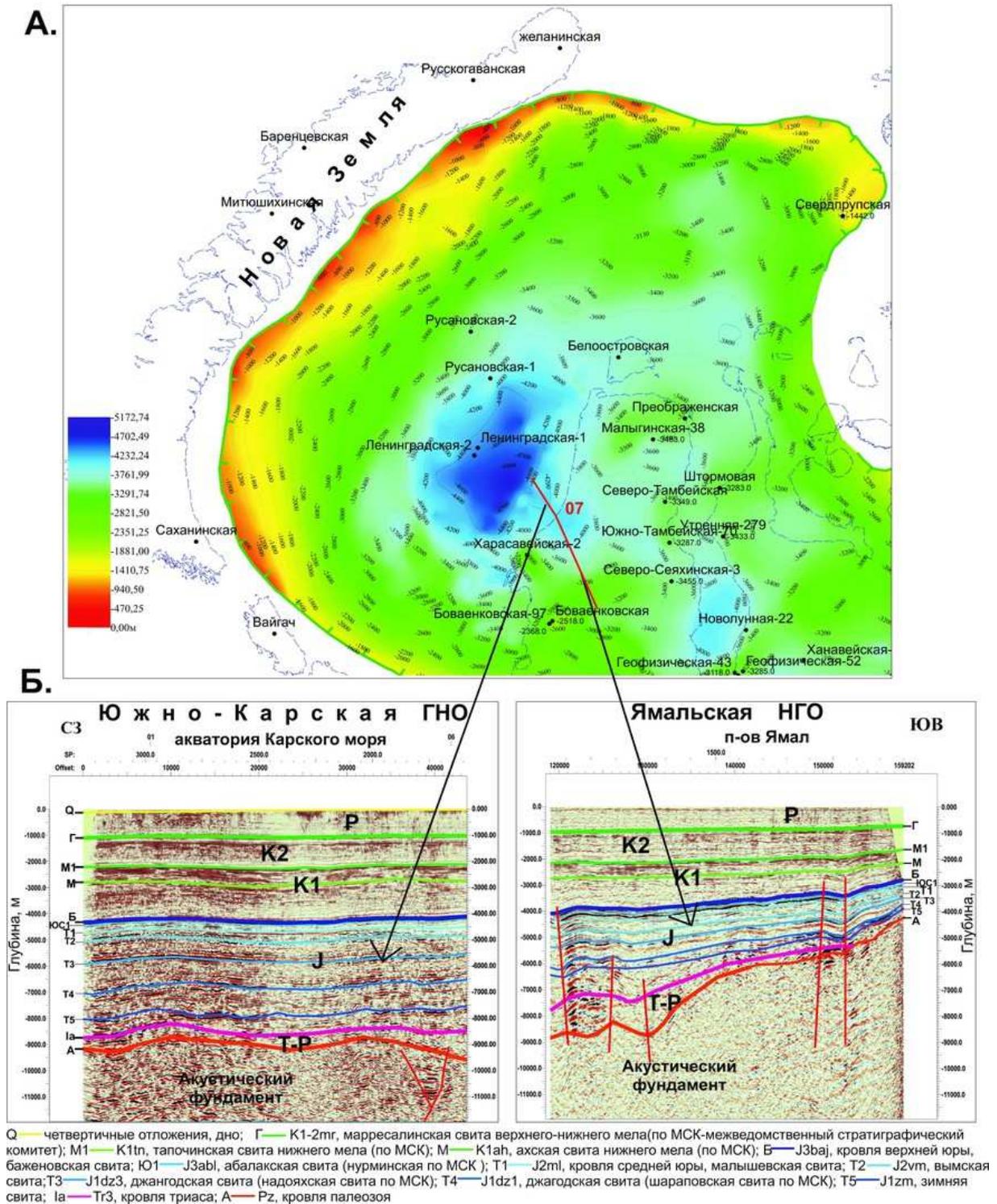


Рис. 2. А – Структурная карта по отражающему горизонту Б; Б- фрагменты глубинного разреза вдоль профиля 07.

Снижению геологических рисков регионального и локального прогнозирования нефтегазоносности площадей, поисков и оценки углеводородного потенциала отдельных конкретных объектов будет способствовать комплексирование широкого спектра методов геологоразведочных работ.

Потребуется создание единой геолого-геофизической базы данных, включающей результаты накопленных объемов выполненных работ для оптимизации модели геологического строения шельфа, выяснения особенностей пространственного размещения промышленных ресурсов углеводородов. Также необходимо провести анализ пробелов в геолого-геофизических исследованиях, выявить пропущенные участки проведенных сейсмических работ и провести их доизучение.

Современная геологоразведка нефтегазоносности шельфа арктических морей включает комплекс геолого-геофизических исследований, состоящий из: геофизических (сейсмические 2D и 3D исследования, гравиметрия, магнитометрия, электроразведка); инженерно-геологических; геолого-геохимических; экологических методов исследования, а также бурение параметрических скважин.

Для оптимизации прогнозирования, повышения эффективности поисков и оценки зон промышленного скопления углеводородного сырья для изученной части шельфа акватории Карского моря потребуется проведение комплексного исследования включающего в качестве неотъемлемых элементов инженерно-геологические; геолого-геохимические; экологические методы изучения, а также бурение параметрических скважин. Последовательно проводятся: бассейновый анализ, анализ геологического строения залежей углеводородов, 3D сейсморазведочные работы, обоснование рекомендации по заложению разведочной скважины, по выбору направлений, объектов и очередности

Прирост добычи углеводородов на шельфе Российской Федерации сдерживается крайне слабой работой по геологоразведке. Без существенного повышения изученности шельфа и комплексного подхода в ближайшем будущем не будет крупных открытий, а перспективы крупномасштабного освоения отодвинутся. Сегодня на всей территории шельфа арктических морей, необходимо увеличение геологоразведочных работ с комплексным подходом изучения, что позволит безошибочно дать полную картину о геологическом строении и перспективе нефтегазоносности.

Литература

1. Сарычева О. В. Анализ нефтегазоносности объектов западной части арктического шельфа России. Перспективы дальнейшего развития // Успехи современной науки и образования. – Белгород, 2016. №2. С. 146–150.

2. Холодилов В. А. Геология, нефтегазоносность и научные основы стратегий освоения ресурсов нефти и газа Баренцева и Карского морей: дис...д-ра геол-мин. наук. М. – 2006. 217 с.
3. Каминский В. Д., Супруненко О. И., Черных А. А. Программа геолого-разведочных работ на нефть и газ на шельфе Российской Федерации до 2020 года: доклад. Москва. 2014. 24 с.
4. Сводный государственный реестр участков недр и лицензий // Российский федеральный геологический фонд «Росгеолфонд» Федерального агентства по недропользованию «Роснедра». URL: <http://www.rfgf.ru/18.htm>.
5. Шельфовые проекты. Официальный сайт «НК «Роснефть». URL: <https://www.rosneft.ru/business/Upstream/offshore>.
6. Арктические моря России: Официальный сайт «НК «Роснефть». URL: http://www.rosneft.ru/Upstream/Exploration/arctic_seas.
7. Годовой отчет 2016 «НК «Роснефть».URL:http://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/a_report_2016.pdf.
8. Сарычева О. В., Мустафин С. К. Оценка перспектив нефтегазоносности объектов шельфа Карского моря // Нефть. Газ. Новации. – Самара, 2018. №2. С. 6–11.
9. Миронов Е. У., Гудошников Ю. П., Смирнов В. Н. Современные методы ледовых исследований и изысканий на шельфе Арктических морей // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. №1 (103).
10. Григоренко Ю. Н., Мирчинк И. М., Белонин М. Д. Зоны нефтегазонакопления окраин континентов. М.: Геоинфоцентр, 2002. 235 с.
11. Винокуров И. Ю. Создание единой модели глубинного строения Карско-Баренцевского мегабассейна на основе каркасной государственной сети опорных профилей с целью зонального и локального прогноза нефтегазоносности региона, включая прибрежные территории Западно-Сибирской НГП. ФГУ НПП «Севморгео», Санкт-Петербург, 2010 г.
12. Поселов В. А. Региональные геолого-геофизические работы на приямальской части южно-карского шельфа. ВНИИОкеангеология им. И. С. Грамберга, Санкт-Петербург, 2014 г.
13. Захаров Е. В., Холодилов В. А., Мансуров М. Н., Никитин Б. А., Шамалов Ю. В., Супруненко О. И., Маргулис Л. С. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности шельфа морей России/Под ред. Е. В. Захарова, В. А. Холодилова. М.:ООО «Издательский дом Недр», 2011. С.181.

Статья рекомендована к печати кафедрой геологии и полезных ископаемых Башкирского Государственного университета (к.г.-м.н., доцент.Н. Н. Ларионов)

The principles of the basin analysis for determination of prospects of oil-and-gas content of hydrocarbons of the Southern Karsky shelf

O. V. Sarycheva^{1,2*}, S. K. Mustafin²

¹*Bashkir State University*

32 Zaki Validi Street, 450074 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

²*NK Rosneft-NTC*

54 Krasnaya Street, 350000 Krasnodar, Russia.

**Email: sov_21041992@mail.ru*

The total area of the continental shelf of Russia is more than 6 million km², which is 25% of the total shelf area of the World Ocean. According to expert estimates, the leading place in hydrocarbon reserves in the Russian shelf belongs to the sub-soil of the Arctic seas – Barents (49%), Pechora (15%), Kara (35%), Laptev Sea. One of the most promising targets for today is the development of new reserves of the Kara Sea shelf. The area under the study is part of the territory, which is a geological extension of the West Siberian oil and gas province. The article deals with the problem of mastering the study of the Arctic shelf of Russia, using the example of geological and geophysical exploration of the Kara Sea shelf. The contributions of geological and geophysical research on the shelf are generalized and analyzed. The results of scientific research work on the study of the geological structure of the Kara oil and gas bearing basin are summarized. Approach of application of the basin analysis and the complex methods of methods of search and prospecting researches in the territory of the Arctic shelf which will allow without wrong to give a full picture about geological the building and prospects of oil-and-gas content, for further statement of priorities is offered.

Keywords: offshore Kara Sea, oil, gas, oil and gas bearing complexes, a complex of geological and geophysical research.