

УДК 553.041

DOI 10.31087/0016-7894-2019-6-5-18

Итоги геолого-разведочных работ на арктическом шельфе России в 2014–2019 гг. и перспективы проведения работ на ближайшее время

© 2019 г. | П.Н. Мельников, М.Б. Скворцов, М.Н. Кравченко, И.Г. Агаджанянц, О.В. Грушевская, И.В. Уварова

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; melnikov@vnigni.ru; skvortsov@vnigni.ru; kravchenko@vnigni.ru; agadzhaniantz@vnigni.ru; grushevskaya@vnigni.ru; uvarovairina@vnigni.ru

Поступила 23.09.2019 г.

Принята к печати 10.10.2019 г.

Ключевые слова: ресурсная база арктических акваторий; сейсморазведочные работы; поисково-оценочное бурение; арктический шельф РФ; приоритетные направления проведения геолого-разведочных работ.

В статье рассмотрена изученность комплексными геофизическими (сейсмо-, грави- и магниторазведочными) методами и поисково-оценочным бурением арктического шельфа Российской Федерации — важнейшего резерва углеводородного сырья. Приведено состояние ресурсной базы арктических акваторий. Показана динамика финансирования на выполнение геолого-разведочных работ как за счет средств федерального бюджета, так и за счет средств недропользователей. Отображены открытые месторождения и подготовленные к последующему бурению структуры, выявленные недропользователями в ходе работ, и локальные объекты, установленные в результате проведенных региональных работ. На основе анализа результатов геологоразведки, выполненной в 2014–2019 гг., и ресурсного потенциала углеводородов арктических акваторий рассмотрены направления дальнейших геолого-разведочных работ для наращивания минерально-сырьевой базы Российской Федерации.

Для цитирования: Мельников П.Н., Скворцов М.Б., Кравченко М.Н., Агаджанянц И.Г., Грушевская О.В., Уварова И.В. Итоги геолого-разведочных работ на арктическом шельфе России в 2014–2019 гг. и перспективы проведения работ на ближайшее время // Геология нефти и газа. – 2019. – № 6. – С. 5–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-6-5-18.

The results of geological exploration on the Russian Arctic shelf in 2014–2019 and prospects for future development

© 2019 | P.N. Mel'nikov, M.B. Skvortsov, M.N. Kravchenko, I.G. Agadzhanants, O.V. Grushevskaya, I.V. Uvarova

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; melnikov@vnigni.ru; skvortsov@vnigni.ru; kravchenko@vnigni.ru; agadzhaniantz@vnigni.ru; grushevskaya@vnigni.ru; uvarovairina@vnigni.ru

Received 23.09.2019

Accepted for publication 10.10.2019

Key words: resource potential of the Arctic waters; seismic operations; prospecting and appraisal drilling; RF Arctic Shelf; exploration and prospecting priorities.

The paper presents and analyses the results of geological exploration in the RF Arctic shelf funded both from federal budget resources and by subsoil users in 2014–2019. The authors consider the state of exploration using integrated geophysical (seismics, gravimetry, and magnetometry) methods and prospecting and appraisal drilling in the Arctic waters. The state of the Arctic waters resource base is presented. Dynamics of exploration funding is shown. The fields discovered recently are mentioned, as well as structures prepared to future drilling, which were identified by the subsoil users. Hydrocarbon resources in the local objects identified during the exploration activities funded by federal budget are listed. Priority areas have been recommended for further exploration works on the Russian Arctic shelf. Compilation and analysis of exploration and prospecting are the most important stages in evaluation of the hydrocarbon resource potential. With the purpose of building up the RF raw material base, it is necessary to consolidate the data of already completed exploration works and available geological and geophysical information for the selected priority basins. These data should be used to create a new tectonic and geological model of oil and gas bearing basins, to carry out the modern analysis of stratigraphy, lithology, sedimentology, and geochemistry of sedimentary sequences. A single GIS project can make a basis for assessment of the resource base in the Arctic shelf and the development strategy. The GIS project should contain structural and tectonic maps over the basement and certain stratigraphic sequences, and should be formed within the framework of oil and gas resources quantitative assessment as on 01.01.2017.

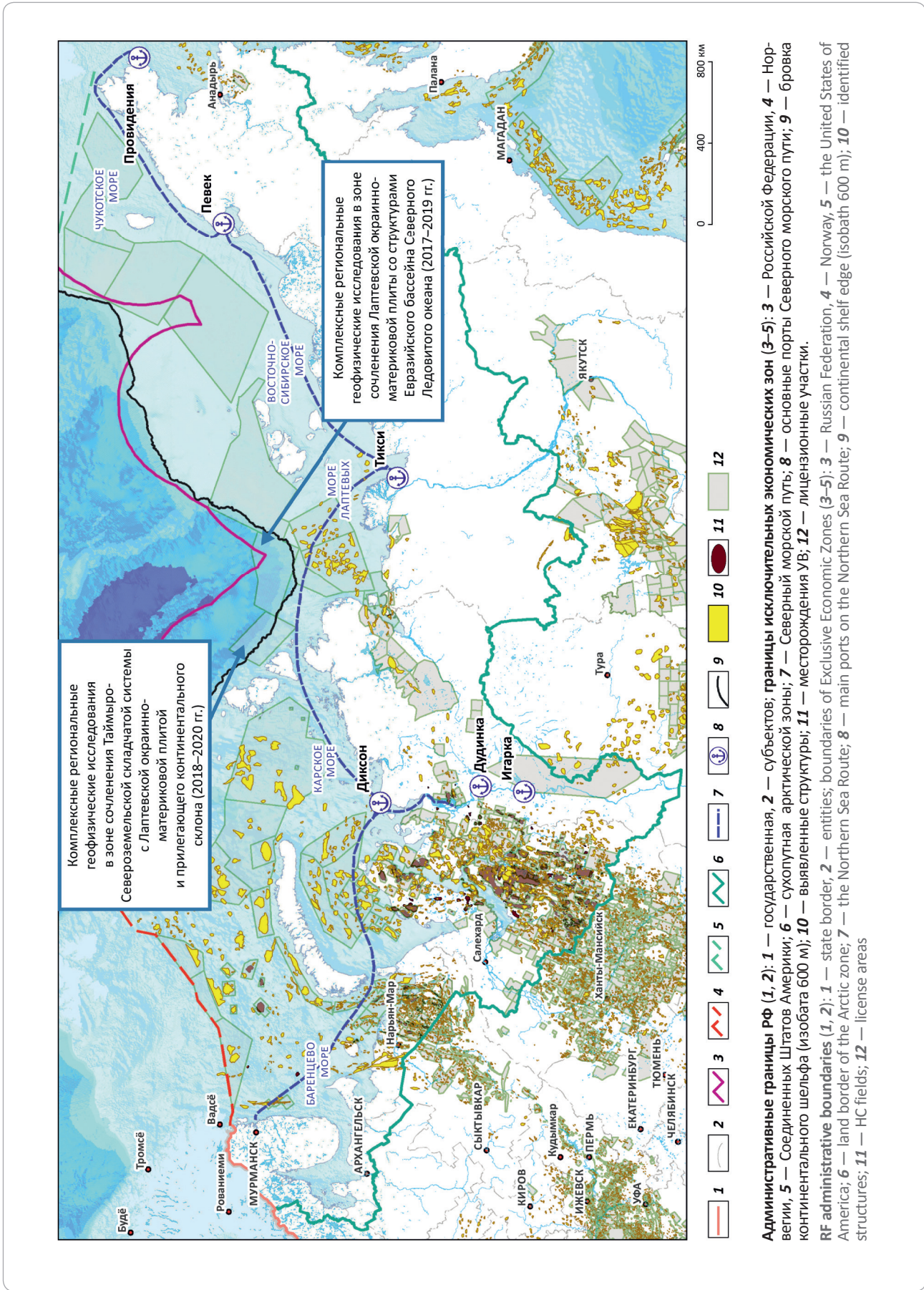
For citation: Mel'nikov P.N., Skvortsov M.B., Kravchenko M.N., Agadzhanants I.G., Grushevskaya O.V., Uvarova I.V. The results of geological exploration on the Russian Arctic shelf in 2014–2019 and prospects for future development. *Geologiya nefi i gaza*. 2019;(6):5–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-6-5-18.

Континентальные окраины Северного Ледовитого океана в XXI в. рассматриваются как важнейший резерв УВ-сырья. Одним из приоритетных направлений проведения геолого-разведочных работ на нефть

и газ является выявление и уточнение геологического строения и положения нефтегазоперспективных структур на арктических акваториях и в транзитных зонах (рис. 1).

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 1. Обзорная схема арктического шельфа РФ
Fig. 1. Location map of the RF Arctic shelf



Административные границы РФ (1, 2): 1 — государственная, 2 — субъектов; границы исключительных экономических зон (3–5): 3 — Российской Федерации, 4 — Норвегии, 5 — Соединенных Штатов Америки; 6 — сухопутная арктическая зоны; 7 — Северный морской путь; 8 — основной морской путь; 9 — основные порты Северного морского пути; 10 — бровка континентального шельфа (изобата 600 м); 11 — выявленные структуры; 12 — месторождения УВ; 12 — лицензионные участки.

RF administrative boundaries (1, 2): 1 — state border, 2 — entities; boundaries of Exclusive Economic Zones (3–5): 3 — Russian Federation, 4 — Norway, 5 — the United States of America; 6 — land border of the Arctic zone; 7 — the Northern Sea Route; 8 — main ports on the Northern Sea Route; 9 — continental shelf edge (isobath 600 m); 10 — identified structures; 11 — HC fields; 12 — license areas

Арктический шельф начал осваиваться с середины XX в.; в первую очередь геолого-разведочные работы проводились в юго-западной части Баренцева моря и Северном море (Норвегия, Англия). С тех пор в этом районе открыто множество нефтегазовых месторождений, среди которых наиболее известны Статфьорд, Brent, Ниниан, Статвик, Слейпнер и др. В значительной степени результаты этих работ нашли продолжение в исследованиях на российском арктическом шельфе. В результате активных геолого-разведочных работ, начиная с 1970 г. на арктическом шельфе РФ были открыты крупные и уникальные месторождения нефти и газа: Приразломное, Долгинское, Штокмановское, Мурманское, Ленинградское и др.

Проведение геолого-разведочных работ на арктическом шельфе характеризуется следующими специфическими факторами:

- необходимостью выполнять все работы в кратчайшие сроки, не превышающие 4–6 месяцев в год, когда отсутствует ледовое покрытие;

- необходимостью проведения работ на различных глубинах моря, в том числе и в транзитной зоне (суша – море);

- технологическими сложностями бурения в экстремальных климатических условиях и высокой стоимостью бурения поисково-разведочных скважин, требующих минимизации объемов поисково-разведочного бурения.

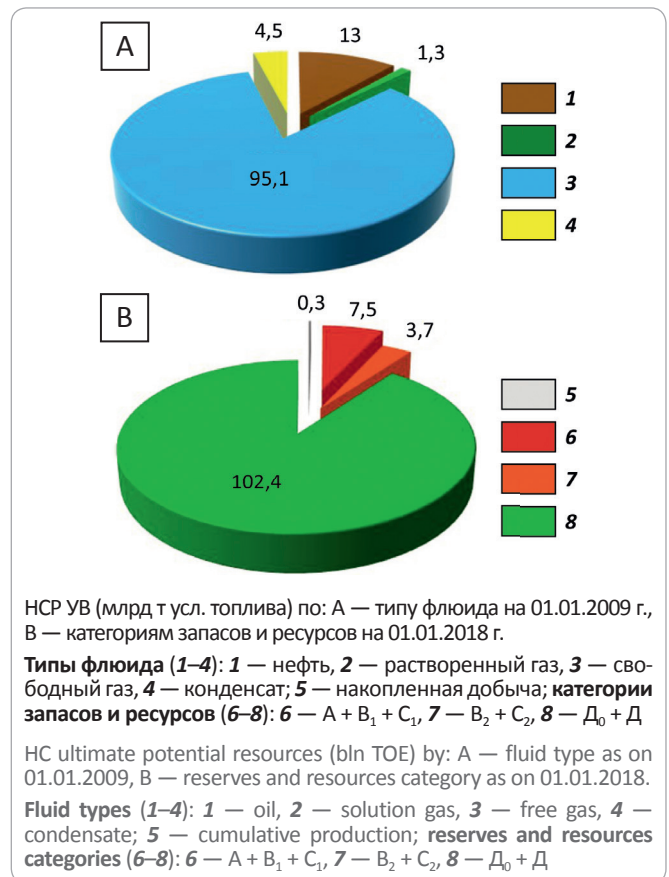
Изученность

Общая площадь арктического шельфа Российской Федерации составляет 3,5 млн км² [1]. За последние годы значительно увеличена плотность сейсморазведки западно-арктических акваторий: плотность сейсморазведки в Баренцевом море составляет 0,53 тыс. км/км², Карском — 0,26 тыс. км/км², немного хуже изучены восточно-арктические акватории: 0,15 тыс. км/км² — в море Лаптевых, 0,06 тыс. км/км² — в Восточно-Сибирском и 0,13 тыс. км/км² — в Чукотском море. Плотность сейсморазведки для восточно-арктических акваторий выросла практически в 2 раза по сравнению с 2014 г. [2].

Всего на арктических акваториях пробурено 93 морских скважины (53 поисковых, 38 разведочных и 2 параметрических), почти все они находятся на акватории Карского и Баренцева морей и только одна — в море Лаптевых. Основными итогами бурения стали открытие и постановка на Государственный баланс запасов полезных ископаемых 22 месторождений, из них 7 месторождений — газовые, 7 — газоконденсатные, 2 — нефтегазоконденсатные, 1 — нефтегазовое и 5 — нефтяные. В общее число месторождений по шельфу включены транзитные месторождения, большая часть запасов которых учтена по суше (15 месторождений). По состоянию

Рис. 2. Ресурсный потенциал нефти, газа, конденсата арктических акваторий

Fig. 2. Resource potential of oil, gas, and condensate in the Arctic waters



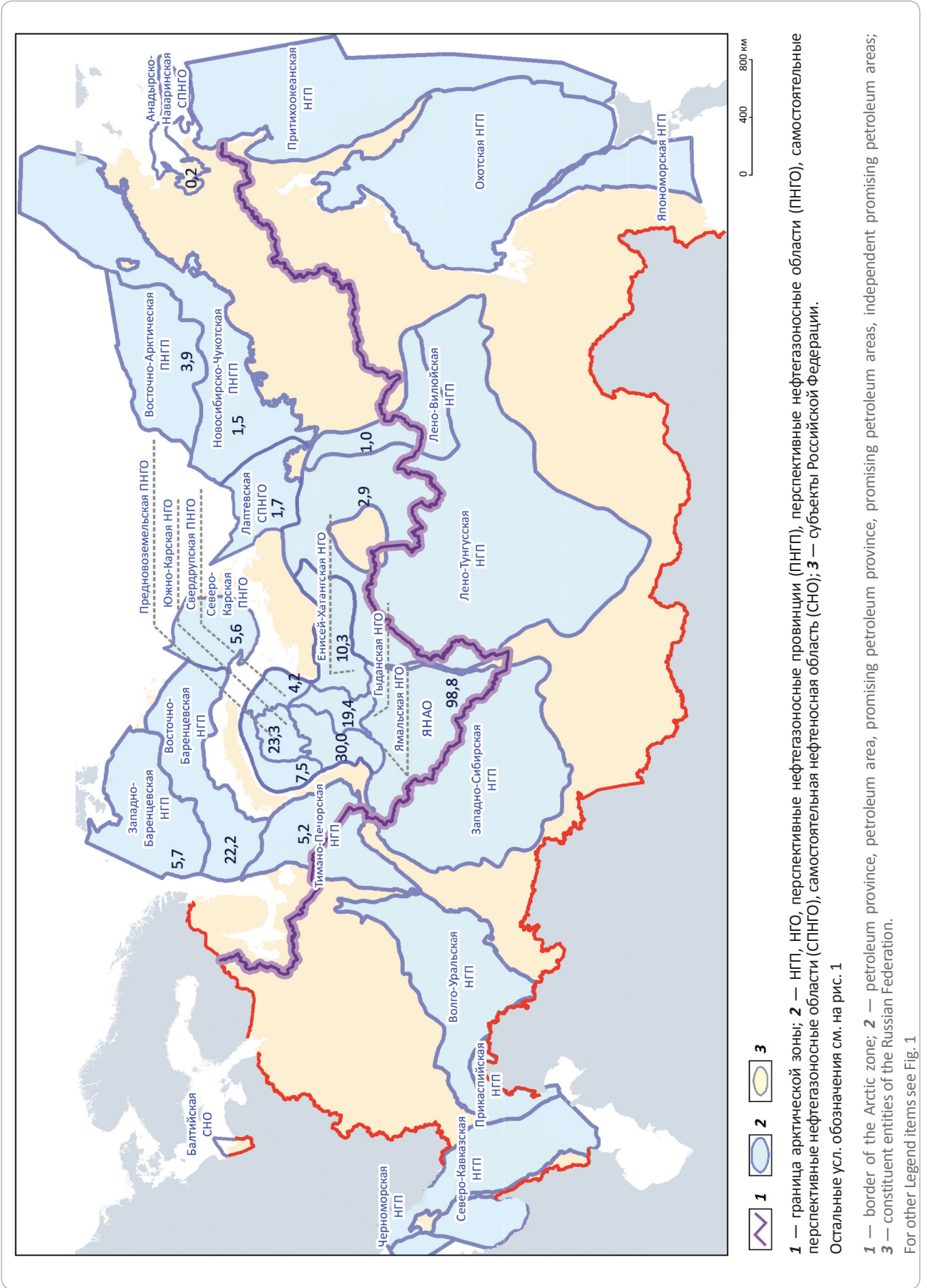
на 01.01.2018 г. Государственным балансом РФ на арктических акваториях учтено: **9 уникальных газовых** месторождений (Штокмановское, Ледовое, Ленинградское, Русановское, Победа, Северо-Каменномысское, Каменномысское-море, Юрхаровское, Семаковское), **5 крупных газовых** (Северо-Гуляевское, Лудловское, Мурманское, Чугорьяхинское, Тота-Яхинское) и **5 крупных нефтяных** (Медынское-море, Приразломное, Долгинское, Победа и Центрально-Ольгинское). За 2014–2019 гг. на арктическом шельфе было открыто 5 месторождений: Победа (газонефтяное), Центрально-Ольгинское (нефтяное), Северо-Обское (газоконденсатное), Нярмейское (газовое) и им. В.А. Динкова (газоконденсатное).

Ресурсный потенциал

Арктические акватории обладают наибольшим ресурсным потенциалом [3] (87 % начальных суммарных ресурсов (НСР) УВ всего континентально-шельфа) (рис. 2). Начальные суммарные ресурсы арктических акваторий составляют: накопленная добыча (0,3 млрд т усл. топлива), разрабатываемые запасы (7,5 млрд т усл. топлива), разведанные и оцененные запасы (3,7 млрд т усл. топлива), а также подготовленные, перспективные и прогнозируемые

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 3. Распределение НСР свободного газа арктической зоны РФ по состоянию на 01.01.2018 г., трлн м³
Fig. 3. Distribution of free gas ultimate potential resources in the RF Arctic zone as on 01.01.2018, TCM



1 — граница арктической зоны; **2** — НГП, НГО, перспективные нефтегазоносные провинции (ПНПП), перспективные нефтегазоносные области (ПНГО), самостоятельные перспективные нефтегазоносные области (СПНГО), самостоятельная нефтеносная область (СНО); **3** — субъекты Российской Федерации.
 Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

1 — border of the Arctic zone; **2** — petroleum province, promising petroleum area, promising petroleum province, independent promising petroleum areas;
3 — constituent entities of the Russian Federation.
 For other legend items see Fig. 1

ресурсы (102,4 млрд т усл. топлива). Наибольшим ресурсным потенциалом обладают Карское и Баренцево (без Печорского) моря (55 и 28 % НСР арктических акваторий соответственно).

По состоянию на 01.01.2012 г. НСР арктических акваторий оцениваются в 113,9 млрд т усл. топлива, из них 95,1 млрд т усл. топлива (83,5 % НСР) приходится на свободный газ, 13 млрд т усл. топлива (11,4 %) — на нефть, 4,5 млрд т усл. топлива (4 %) — на конденсат и 1,3 млрд т усл. топлива (1,1 %) — на растворенный газ (см. рис. 2) [4–6].

Наибольшим ресурсным потенциалом газа обладают Восточно-Баренцевская нефтегазоносная провинция (НГП), Южно-Карская нефтегазоносная область (НГО) (рис. 3), наибольший ресурсный потенциал нефти имеют Восточно-Арктическая перспективная нефтегазоносная провинция (ПНГП), Лаптевская самостоятельная перспективная нефтегазоносная область (СПНГО), Северо-Карская и Южно-Карская НГО (рис. 4) [1].

Основные методы морских геолого-разведочных работ — комплексные геофизические работы (сейсмо-, грави-, магниторазведка) и поисково-разведочное бурение.

Геофизические исследования

Подавляющая часть геолого-разведочных работ проводится за счет собственных средств недропользователей, выполняющих исследования в пределах лицензионных участков. Остальные объемы работ финансируются за счет средств федерального бюджета [7]. Суммарные затраты на проведение геолого-разведочных работ за счет всех источников финансирования в 2014–2018 гг. составили 207,6 млрд р. (рис. 5). На долю бюджетного финансирования от суммарных затрат приходится всего около 3,6 %. Видна динамика падения роста финансирования на проведение геолого-разведочных работ за счет недропользователей с 81,3 до 38,0 (с 78,7 до 36,9 млрд р. и уменьшения бюджетного финансирования с 2,7 млрд р. в 2014 г. до 1,1 млрд р. в 2018 г. (в 2,5 раза).

Расходы недропользователей на сейсморазведочные работы методом общей глубинной точки (МОГТ) 2D с 2014 г. уменьшились в 5 раз и составили в 2018 г. 0,7 млрд р. (5123 км), МОГТ 3D — в 2 раза до 3,9 млрд р. (4053 км³). За счет федерального бюджета в 2014–2018 гг. было отработано 38,6 тыс. км региональных сейсморазведочных профилей 2D.

Современная техника морской сейсморазведки позволяет проводить исследования практически на любых глубинах шельфовой зоны. Морские комплексные геофизические работы для изучения геологического строения акватории и установления благоприятных структур для формирования в них залежей нефти и газа в большом объеме проводятся со специализированных научно-исследовательских

судов (НИС) по всему арктическому шельфу: Баренцеву, Карскому, морю Лаптевых, Восточно-Сибирскому и Чукотскому морям. В настоящее время НИС, построенными в 1980-х гг., владеют такие крупные российские предприятия, как ОАО «Севморнефтегеофизика», ОАО «Дальморнефтегеофизика», входящие в состав АО «Росгео», ОАО «МАГЭ», ПАО «СОВКОМФЛОТ». Суда этих предприятий оборудованы современными геофизико-навигационными комплексами, которые позволяют проводить комплексные геофизические работы.

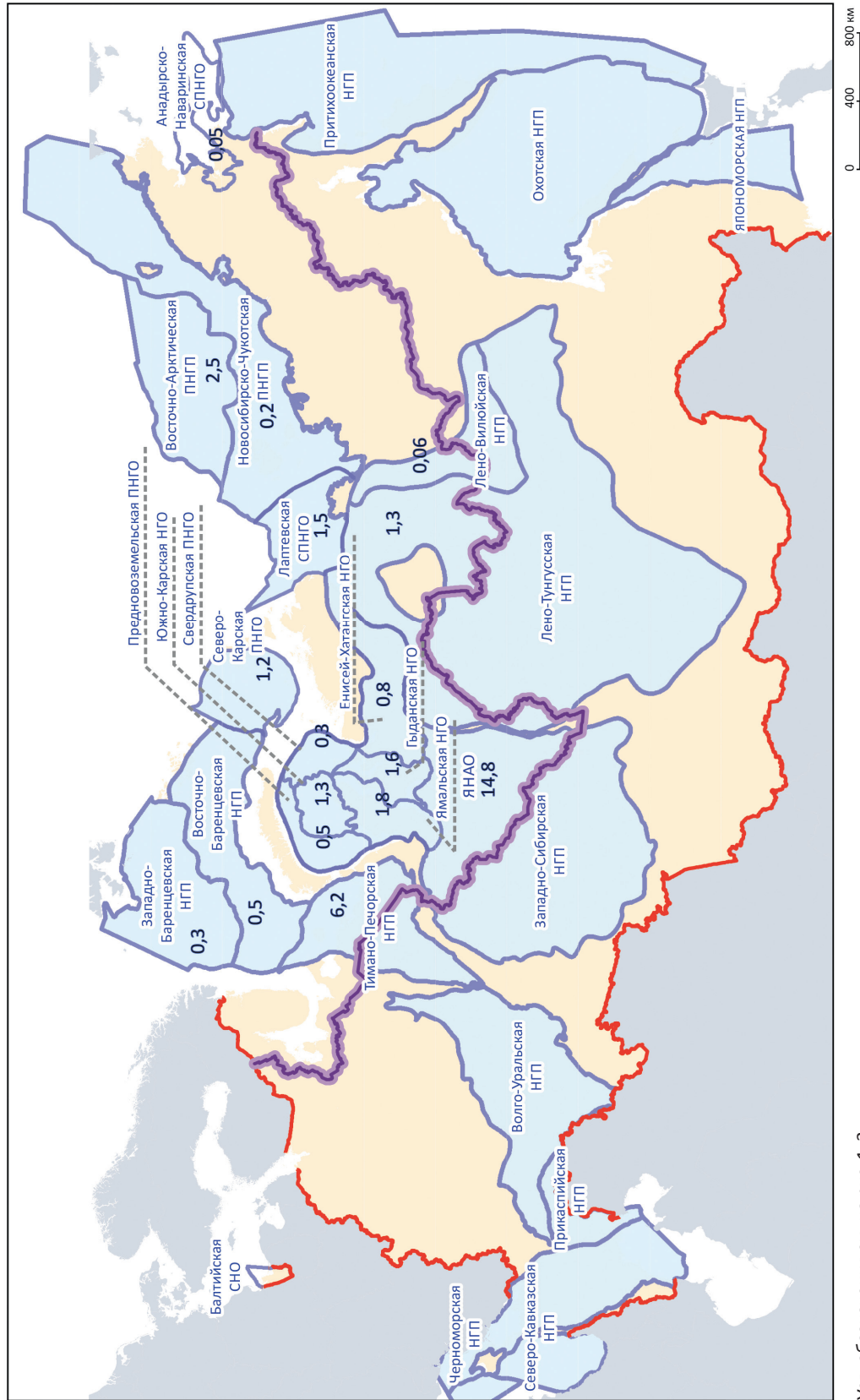
В 2014–2018 гг. за счет средств федерального бюджета на акватории **моря Лаптевых** было отработано 12,1 тыс. км комплексных региональных профилей 2D. Основные геологические результаты были получены в рамках комплексных геолого-геофизических работ в области сочленения Лено-Тунгусской НГП и Лаптевской СПНГО [8], в зоне сочленения Лаптевоморского шельфа со структурами Сибирской платформы, а также в северо-западной части моря Лаптевых. В настоящее время на шельфе моря Лаптевых продолжают комплексные региональные геофизические исследования на территории двух объектов: в зоне сочленения Таймыро-Североземельской складчатой системы с Лаптевской окраинно-материковой плитой, а также в пределах прилегающего континентального склона; в зоне сочленения Лаптевской окраинно-материковой плиты со структурами евразийской части бассейна Северного Ледовитого океана (см. рис. 1).

На акватории **Баренцева и Печорского морей** за 5-летний период было отработано 5,6 тыс. км комплексных региональных профилей. Создана структурно-тектоническая основа Северо-Баренцевского шельфа для уточнения прогноза нефтегазового потенциала.

Основные геологические результаты были получены на Гусиноземельской площади южного Предновоземелья, в зоне сочленения Седухинского вала, Северо-Седухинского уступа и Бугринской моноклинали, на акваториальном продолжении Малоземельско-Колгуевской моноклинали, Ижма-Печорской синеклизы. Также были проведены исследования с выделением и оценкой новых зон нефтегазоносности в пределах нераспределенного фонда недр транзитной зоны Тимано-Печорской провинции с использованием работ МОГТ для непрерывного прослеживания участков суша – море. Работы выполнялись для создания геолого-геофизических моделей перспективных участков в транзитной зоне Печорского моря для подготовки первоочередных объектов лицензирования с выделением локальных объектов и оценки их ресурсного потенциала по категории D_n. Суммарные прогнозные ресурсы УВ категории D_n составили 364,7 млн т усл. топлива (извлекаемые), из них 161,2 млн т нефти и конденсата, 203,5 млрд м³ газа.

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 4. Распределение НСР нефти арктической зоны РФ по состоянию на 01.01.2018 г., млрд т
Fig. 4. Distribution of oil ultimate potential resources in the RF Arctic zone as on 01.01.2018, bln tons



Усл. обозначения см. на рис. 1, 3
 For other Legend items see Fig. 1, 3

Рис. 5. Затраты на проведение геолого-разведочных работ на арктических акваториях по источникам финансирования за 2014–2019 гг., млрд р.

Fig. 5. Exploration costs in the Arctic waters by sources of funding in 2014–2019, billion roubles

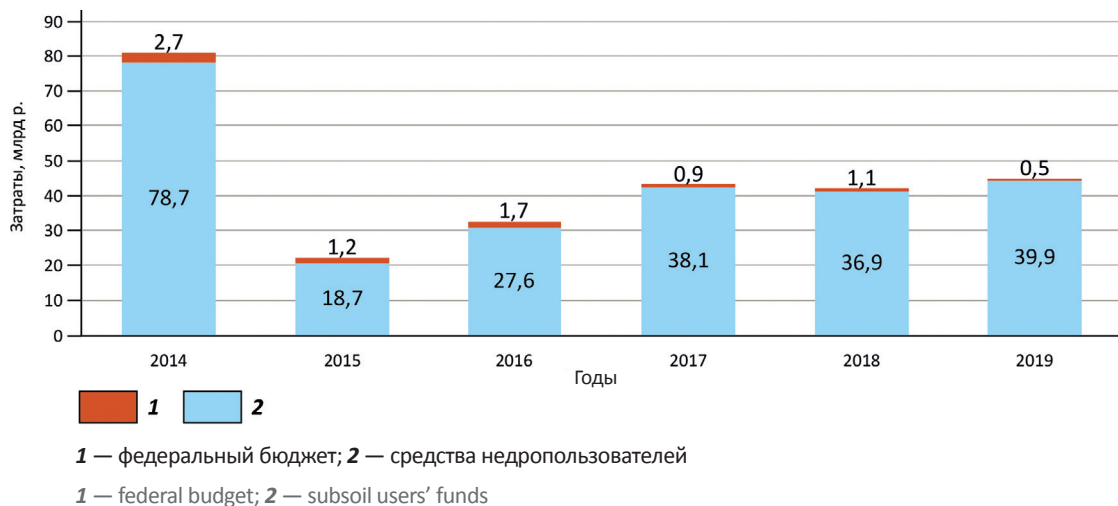
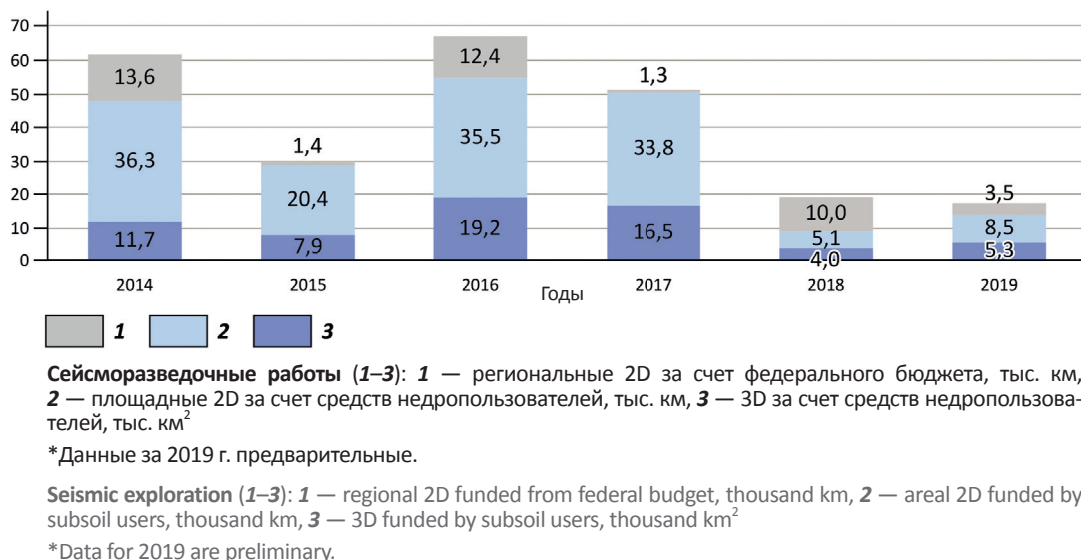


Рис. 6. Объемы сейсморазведочных работ на арктических акваториях по источникам финансирования за 2014–2019 гг.*

Fig. 6. Amount of seismic surveys in the RF Arctic waters completed at the expense of all sources of funds in 2014–2019*



Сейсморазведочные работы (1–3): 1 — региональные 2D за счет федерального бюджета, тыс. км, 2 — площадные 2D за счет средств недропользователей, тыс. км, 3 — 3D за счет средств недропользователей, тыс. км²

*Данные за 2019 г. предварительные.

Seismic exploration (1–3): 1 — regional 2D funded from federal budget, thousand km, 2 — areal 2D funded by subsoil users, thousand km, 3 — 3D funded by subsoil users, thousand km²

*Data for 2019 are preliminary.

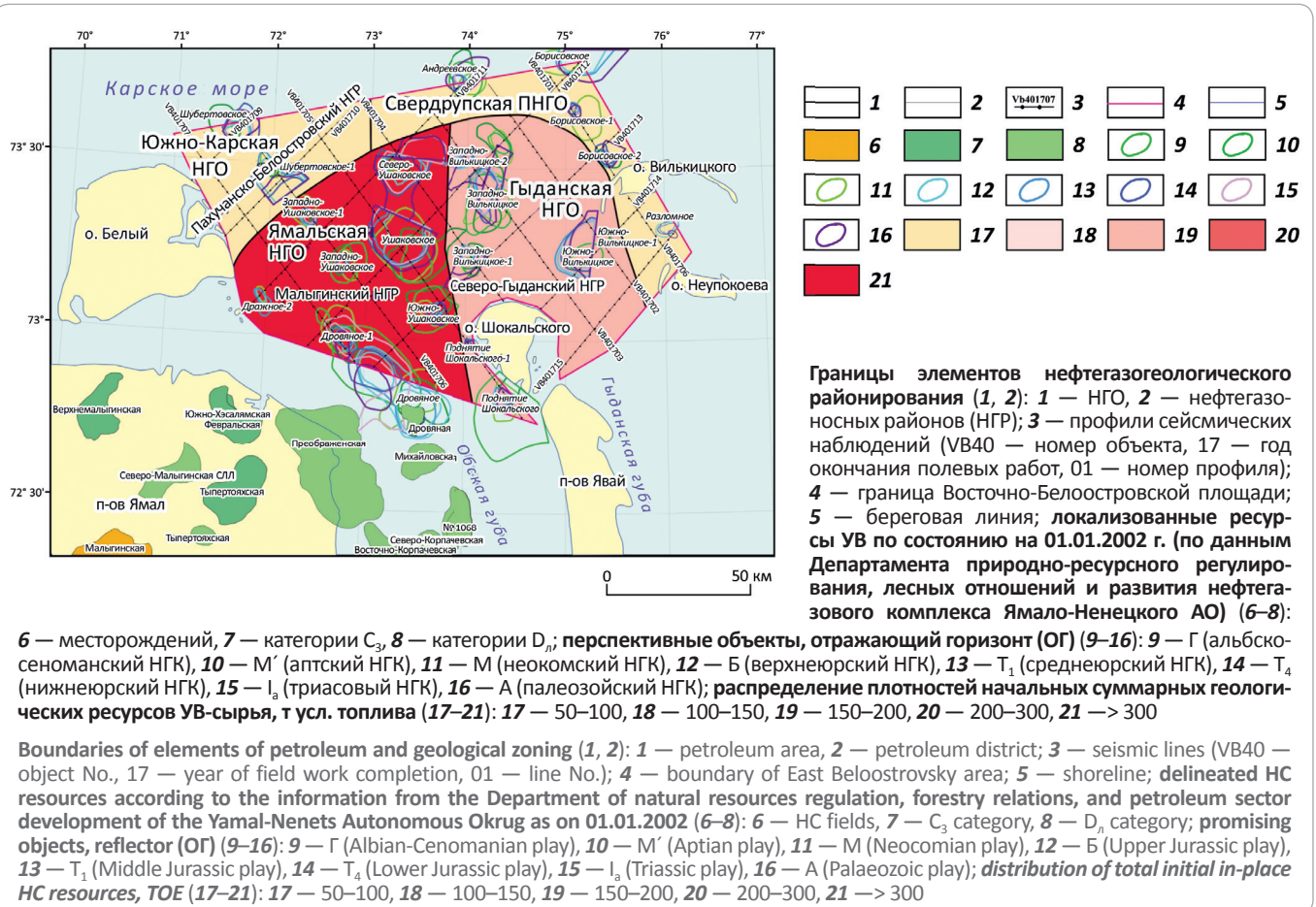
В 2014–2018 гг. на акватории **Карского моря** было отработано 8,9 тыс. км комплексных региональных профилей. За этот период завершены региональные геолого-геофизические работы на приямальской части Южнокарского шельфа, на Усть-Обской площади, на Восточно-Белоостровской площади (рис. 7), в зоне сочленения Припайхойской моноклинали со структурами Западно-Карской региональной ступени. Уточнено как геологическое строение, так и перспективы нефтегазоносности Северо-Сибирского порога [9] и сопредельных структур Баренцевской, Карской и Западно-Сибирской плит, а также прогибов Святой Анны и Воронина. В Енисейском заливе и Байдарацкой губе Карского моря в 2015–2017 гг. вы-

полнены региональные полевые геолого-геофизические работы для прослеживания в акватории структур, выделенных на прилегающей суше, и подготовки объектов к лицензированию. В 2018 г. завершена комплексная обработка и интерпретация данных геофизических исследований. Суммарные прогнозные ресурсы УВ категории D_л составили 4247,9 млн т усл. топлива (извлекаемые), из них 1347,7 млн т нефти и конденсата, 2900,2 млрд м³ газа.

На акватории **Восточно-Сибирского моря** за 2014–2018 гг. отработано 13 тыс. км комплексных региональных профилей. Основные геологические результаты были получены при изучении региональных особенностей геологического строения Восточно-

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 7. Схема прогноза нефтегазоносности Восточно-Белоостровской площади Карского моря (АО «Росгео» (ОП «СПбМГРП», соисполнители — ФГБУ «ВНИИОкеангеология», АО «Южморгеология»), 2018)
Fig. 7. The predicted scheme of oil and gas occurrence in the East Beloostrovsky area in the Kara Sea (AO Rosgeo (OP SPbMGRP, associate contractors – FGBU VNIIOkeangeologia, AO Yuzhmorgeologia) 2018)



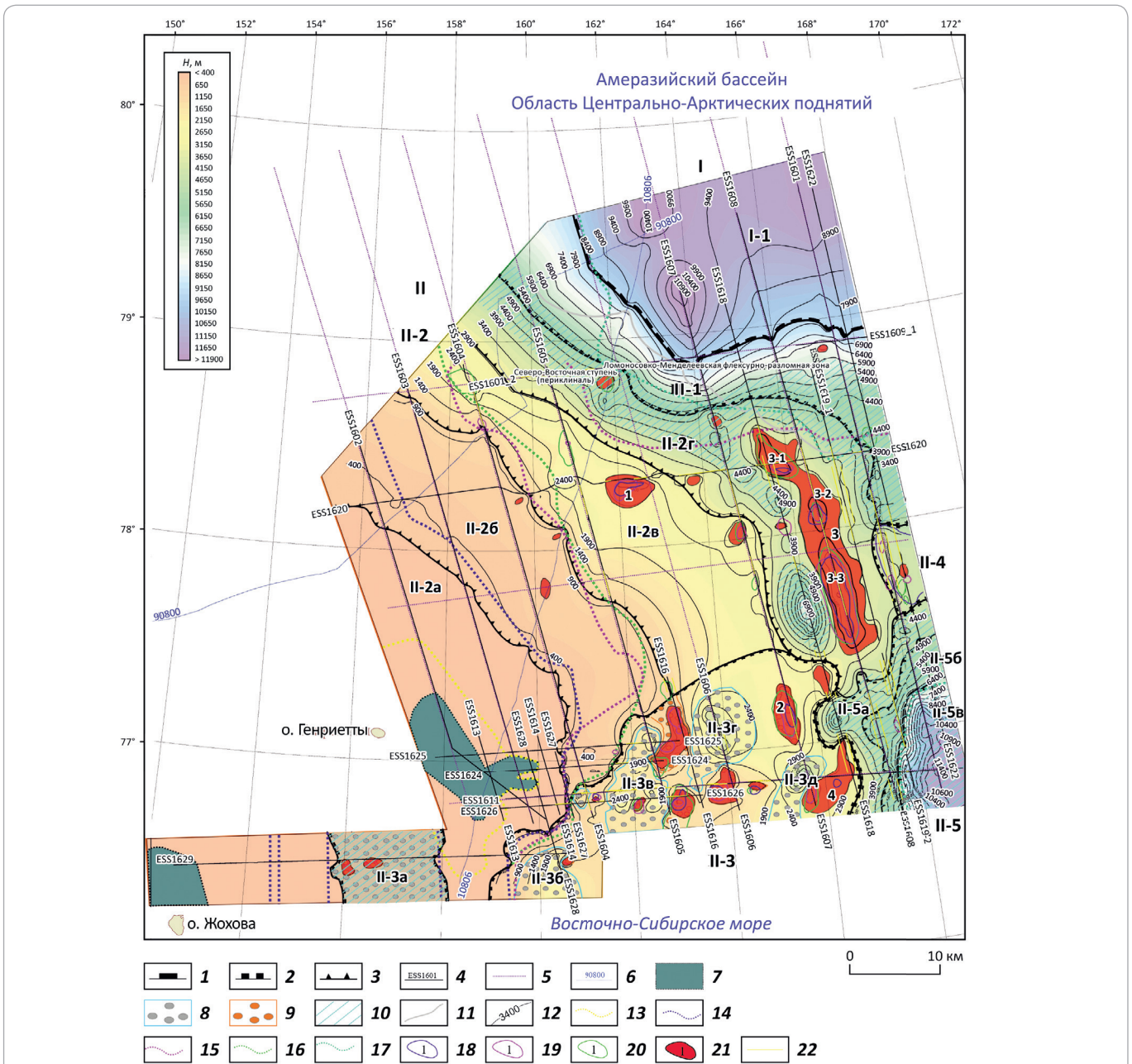
Сибирской континентальной окраины (рис. 8) [10], а также при исследовании и оценке перспектив нефтегазоносности российского континентального шельфа за пределами 200 миль в рамках подготавливаемой заявки в Комиссию по границам континентального шельфа РФ. Суммарные прогнозные ресурсы УВ категории D_n составили 74,8 млн т усл. топлива (извлекаемые), из них 28,7 млн т нефти и конденсата, 46,1 млрд м³ газа.

В результате комплексных региональных работ на арктических акваториях за счет средств федерального бюджета получены новые данные о геологическом строении перспективных участков недр и выполнен подсчет ресурсов УВ по категории D_n. На основе комплексной интерпретации геофизических материалов с привлечением имеющихся данных глубокого бурения на прилегающих континентальных территориях, геофизических исследований скважин (ГИС) и данных грави- и магнитометрических съемок созданы сейсмогеологические модели строения палеозойских, мезозойских и кайнозойских комплексов. Составлены сводные геолого-геофизические разрезы, структурно-тектонические карты и уточ-

нены результаты нефтегазогеологического районирования. Проведенный палеотектонический анализ условий осадконакопления на изучаемых территориях позволил оценить особенности формирования и развития выделенных локальных объектов. Даны рекомендации по проведению дальнейших геолого-разведочных работ. В результате региональных работ выявлено значительное число локальных объектов с ресурсами 1537,6 млн т нефти и конденсата и 3149,8 млрд м³ газа, подготовлено и выдано 7 новых лицензий недропользователям участки (общей площадью 156,4 тыс. км²).

Основной объем сейсморазведочных работ недропользователей (ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ООО «Газпром нефть шельф», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВ-НЕФТЕ-ГАЗ», ООО «АРКТИК СПГ-1,3») в 2014–2018 гг. приходился на сейсморазведку 3D и охватывал акватории Баренцева и Карского морей. Всего было отработано более 59,5 тыс. км² сейсмопрофилей 3D, за этот период затраты составили 47 млрд р. (около 23 % суммарных затрат). Объем выполненных сейсморазведочных работ МОГТ 2D за счет средств

Рис. 8. Схема выявленных зон и объектов потенциального углеводородонакопления на тектонической основе (ОАО «МАГЭ», 2016)
Fig. 8. Scheme of identified zones and objects of possible hydrocarbon accumulation combined with the tectonics background (OAO MAGE, 2016)



Границы структур порядков (1–3): 1 – I, 2 – II, 3 – III; сейсмические профили МОГТ 2D (4–6): 4 – отработанные в 2016 г. (400 км), 5 – проектные, 6 – переобработанные архивные 1990 г.; 7 – выступы позднекаледонского (элсмирского) складчатого основания; 8 – грабены; 9 – горсты; 10 – прибортовые части глубоких депоцентров; 11 – изобата 600 м; 12 – изолинии осадочного чехла, м; границы выклинивания меловых и кайнозойских сейсмостратиграфических комплексов (13–17): 13 – средне-позднемиоценового ($N_1^2-N_3^3$), 14 – олигоцен-раннемиоценового ($P_2-N_1^1$), 15 – палеоцен-эоценового (P_{1-2}), 16 – верхнемелового (K_2), 17 – апт-альбского (K_1); локальные антиклинальные поднятия в осадочном чехле по ОГ (18–21): 18 – ESS (N_1^1), 19 – ESS (P_2-P_3), 20 – ESS (K_2-P_1), 21 – A (PZ-MZ); 22 – аномалии сейсмической записи типа «яркое пятно».

I – Амеразийский бассейн (область Центрально-Арктических поднятий): I-1 – котловина Подводников (впадина Толля); II – шельфовый Восточно-Сибирский бассейн: II-1 – Ломоносовско-Менделеевская флексуно-разломная зона; II-2 – поднятие Де-Лонга: II-2a – сводовая часть, II-2б – Северо-Восточная терраса, II-2в – Северо-Восточная моноклинал (1 – поднятие Ахматовой), II-2г – Северо-Восточная ступень (периклинал) (3 – вал Романовых (3-1 – Александровское поднятие, 3-2 – Николаевское поднятие, 3-3 – Алексеевское поднятие)); II-3 – Восточно-Сибирская рифтовая система: II-3a – Западно-Генриеттинский грабен, II-3б, II-3в, II-3г – Центрально-Генриеттинский грабен, II-3д – Восточно-Генриеттинский грабен (2 – поднятие Цветаевой, 4 – поднятие Вите); II-4 – Демидовская; II-5 – прогиб Вилькицкого: II-5a – Северо-Западная терраса, 5б – Северо-Западная моноклинал, 5в – Северо-Западная котловина

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Усл. обозначения к рис. 8, окончание
Legend for fig. 8, end.

Boundaries of the structures of certain order (1–3): 1 — I-st, 2 — II-nd, 3 — III-rd; **CDP seismic lines 2D (4–6):** 4 — shot in 2016 (400 km), 5 — planned, 6 — old (1990), reprocessed; 7 — uplifts of Later Caledonian (Elsmirian) folded basement; 8 — grabens; 9 — horsts; 10 — near-wall zone of depocentre; 11 — isobath 600 m; 12 — contour lines of sedimentary cover, m; **boundaries of Cretaceous and Cenozoic seismostratigraphic sequences pinching out (13–17):** 13 — Middle-Late Miocene ($N_1^2-N_1^3$), 14 — Oligocene-Early Miocene ($P_2-N_1^1$), 15 — Paleocene-Eocene (P_{1-2}), 16 — Upper Cretaceous (K_2), 17 — Aptian-Albian (K_1); **local anticlinal highs in sedimentary cover in reflectors (18–21):** 18 — $ESS_3 (N_1^1)$, 19 — $ESS_2 (P_2-P_3)$, 20 — $ESS_1 (K_2-P_1)$, 21 — A (PZ-MZ); 22 — seismic record anomalies «bright spot».

I — Amerasian basin (area of the Central Arctic highs): I-1 — *Podvodnikov Basin (Toll' Depression)*; **II — East Siberian shelf basin:** II-1 — *Lomonosovsky-Mendeleevsky flexure-faulted zone*; II-2 — *De Long High*: II-2a — crest, II-2b — North-Eastern Terrace, II-2в — North-Eastern Monocline (1 — Akhmatova uplift), II-2r — North-Eastern Flat (pericline) (3 — Romanov Swell (3-1 — Aleksandrovsky High, 3-2 — Nikolaevsky High, 3-3 — Alekseevsky High)); II-3 — *East Siberian rift system*: II-3a — West Genriettinsky Graben, II-3б, II-3в, II-3r — Central Genriettinsky Graben, II-3д — East Genriettinsky Graben (2 — Tsvetaeva High, 4 — Vitte High); II-4 — *Demidovsky*; II-5 — *Vil'kitsky Trough*: II-5a — North-Western Terrace, 5б — North-Western Monocline, 5в — North-Western Basin

недропользователей в течение 2014–2018 гг. составил 131,1 тыс. км (рис. 9). Всего на их проведение было выделено более 14 млрд р. Основной объем охватывал восточно-арктические акватории (таблица). К сожалению, полученные данные не всегда открыты для пользования. Основным итогом сейсморазведочных работ, финансируемых недропользователями, за 5-летний период явилась постановка на Государственный баланс 8 подготовленных структур с ресурсами 1399,6 млн т нефти (извлекаемые), 3000,6 млрд м³ газа по состоянию на 01.01.2018 г.

Поисково-разведочное бурение

На лицензионных участках в 2014–2018 гг. за счет средств недропользователей было пробурено семь скважин. Затраты на поисково-разведочное бурение уменьшились в 2 раза — с 54,2 до 24,7 млрд р., объем глубокого бурения увеличился с 6,153 до 7,357 тыс. м (рис. 10). Резкий скачок затрат произошел в 2014 г. (45,2 млрд р.) за счет бурения ПАО «НК «Роснефть» поисковой скважины на структуре Университетская в Карском море и в 2017 г. (17,2 млрд р.) поисковой скв. Центрально-Ольгинская-1, пробуренной с суши в море Лаптевых, а также за счет разведочной скв. Ленинградская-3 ПАО «Газпром» в Карском море.

В 2014 г. на акватории Печорского моря на Долгинском лицензионном участке ООО «Газпромнефть-Сахалин» завершена строительством разведочная скв. ЗСД глубиной 3520 м. Эта скважина подтвердила нефтегазоносность карбонатного комплекса нижнего карбона — нижней перми Долгинского месторождения. Были выявлены газоконденсатные залежи с высоким содержанием сероводорода, до 20 % (прогнозировалось распространение нефтяных залежей). Установлено, что Долгинское месторождение является нефтегазоконденсатным с потенциалом продуктивности по газу в объекте $P_1 - C_3$. По результатам проведенных исследований вскрытый комплекс является низкопроницаемым.

В Карском море на лицензионном участке Восточно-Приновоземельский-1 ПАО «НК «Роснефть» пробурена первая поисковая скв. Университетская-1 глубиной 2113 м. По результатам опробования в от-

крытом стволе установлены четыре газовые залежи в отложениях маррессалинской свиты альбско-сеноманского яруса (пласты ПК₁₋₂, ПК₇₋₁₀), яронгской свиты альбского яруса (пласт ХМ₆₋₉), в танопчинской свите аптского яруса (пласт ТП₁₋₃) и две нефтяные залежи в отложениях средней и нижней юры (пласты Ю₂₋₆ и Ю₁₀₋₁₁). По результатам бурения открыто нефтегазовое месторождение Победа. По состоянию на 01.01.2018 г. на Государственном балансе числятся запасы нефти: категорий А + В₁ + С₁ — 4,064/0,61 млн т (геологические/извлекаемые), категорий В₂ + С₂ — 862,753/129,413 млн т (геологические/извлекаемые) и запасы свободного газа: категорий А + В₁ + С₁ — 21,705 млрд м³, категорий В₂ + С₂ — 477,533 млрд м³.

В 2015–2016 гг. глубокое бурение на арктическом шельфе не проводилось.

В 2017 г. в Карском море ПАО «Газпром» закончена строительством разведочная скв. 3 глубиной 2030 м в пределах Ленинградского газоконденсатного месторождения. В скважине проведен полный комплекс ГИС, включая опробование пластов приборами на кабеле, отобраны керн, пробы пластовых флюидов. В эксплуатационной колонне испытано два объекта, получены промышленные притоки УВ. По состоянию на 01.01.2018 г. скважина ликвидирована.

ПАО «НК «Роснефть» в 2017 г. впервые на акватории моря Лаптевых на Хатангском лицензионном участке пробурена с берега поисково-оценочная скв. Центрально-Ольгинская-1 глубиной 5523 м. В ходе бурения получен приток нефти и открыто крупное нефтяное Центрально-Ольгинское месторождение. Запасы, числящиеся на Государственном балансе по состоянию на 01.01.2018 г., составляют: нефти категорий А + В₁ + С₁ — 0,986/0,266 млн т (геологические/извлекаемые), категорий В₂ + С₂ — 196,909/53,165 млн т (геологические/извлекаемые); растворенного газа категорий А + В₁ + С₁ — 0,016 млрд м³, категорий В₂ + С₂ — 3,19 млрд м³.

В 2018 г. в акватории Обской губы на Северо-Обском лицензионном участке ООО «Арктик СПГ 3» пробурена поисково-оценочная скв. ПО-1 глубиной 2797 м с испытанием двух продуктивных объектов.

Рис. 9. Объемы сейсморазведки 2D (А) и 3D (В), выполненные на арктических акваториях за счет средств недропользователей в 2014–2018 гг.

Fig. 9. Amount of 2D (A) and 3D (B) seismic surveys in the Arctic waters funded by subsoil users in 2014–2018

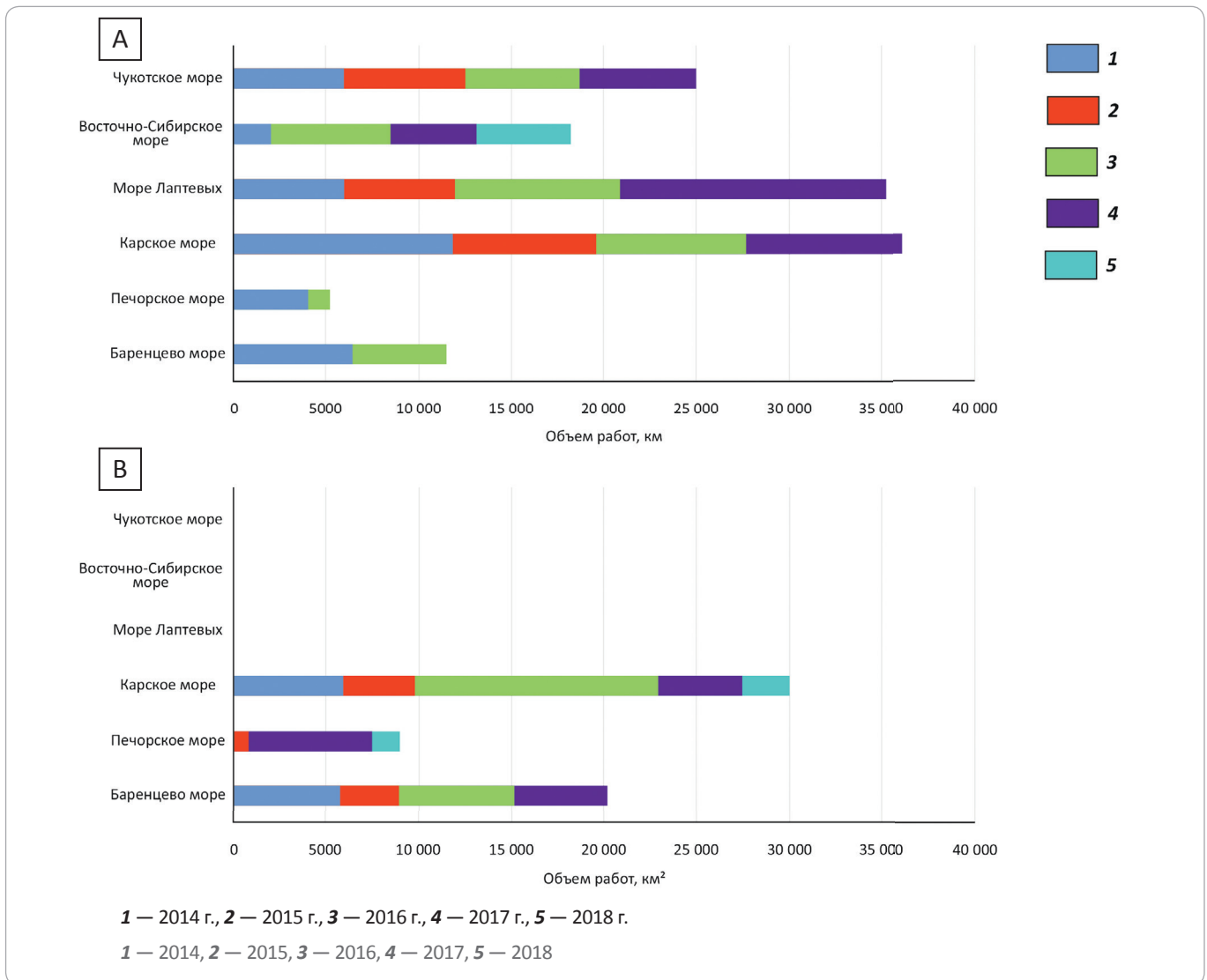


Таблица. Объем сейсморазведочных работ, выполненных за счет средств недропользователей в 2014–2018 гг. на арктических акваториях РФ

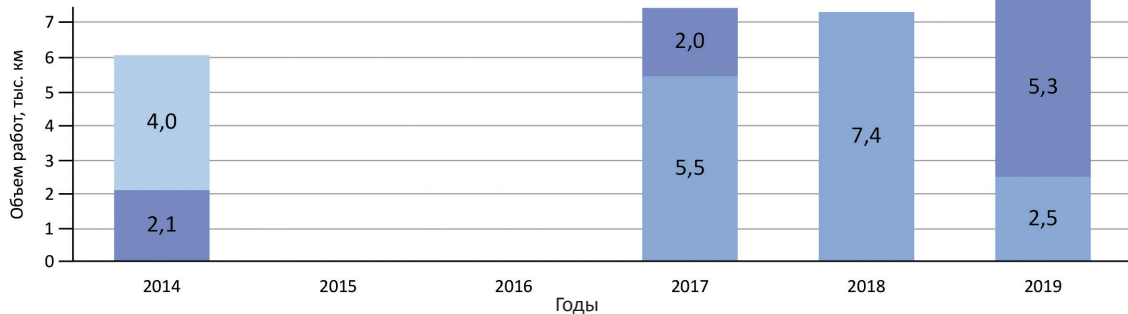
Table. Amount of seismic surveys in the RF Arctic waters funded by subsoil users in 2014–2018

| Море | Объем сейсморазведки | |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| | 2D, км | 3D, км ² |
| Баренцево | 11 500 | 20 250 |
| Печорское | 5150 | 9042,3 |
| Карское | 36 116 | 30 164,7 |
| Лаптевых | 35 193 | – |
| Восточно-Сибирское | 18 245 | – |
| Чукотское | 24 949 | – |

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

Рис. 10. Объемы сейсморазведочных работ на арктических акваториях за счет всех источников финансирования в период 2014–2019 гг., тыс. м*

Fig. 10. Amount of seismic surveys in the RF Arctic waters completed at the expense of all sources of funds in 2014–2019, thousand metres*



Сейсмические работы (1, 2): 1 — разведочные, 2 — поисковые

*Данные за 2019 г. предварительные.

Seismic works (1, 2): 1 — exploration, 2 — prospecting

*Data for 2019 are preliminary.

По результатам проведенных работ открыто Северо-Обское газоконденсатное месторождение. По результатам оперативного подсчета запасов на Государственный баланс поставлены запасы категорий $C_1 + C_2$: 321,8/273,6 млрд м³ газа (геологические/извлекаемые) и 25,6/16,1 млн т конденсата (геологические/извлекаемые).

В Карском море на Нярмейском лицензионном участке ПАО «Газпром» закончена строительством поисково-оценочная скв. Нярмейская-1 глубиной 2150 м. В скважине проведено опробование пластов в открытом стволе (1140–1960 м), выполнены замеры пластового давления, определено насыщение пластов, записаны кривые восстановления давления, отобраны пробы газа и воды, из интервала продуктивных пластов взято 25 образцов керн. По состоянию на 01.01.2019 г. скважина ликвидирована. По результатам бурения скважины начат оперативный подсчет запасов УВ и в 2019 г. открыто газовое Нярмейское месторождение с продуктивными залежами в верхнемеловых отложениях сеноманского яруса (пласт ПК₁).

На Русановском лицензионном участке закончена строительством поисково-оценочная скв. Русановская-6 глубиной 2410 м. В скважине выполнен полный комплекс ГИС, включая опробование пластов, отобраны пробы пластовых флюидов и керн. В эксплуатационной колонне испытано два объекта в меловых отложениях, получены промышленные притоки УВ. По состоянию на 01.01.2019 г. скважина ликвидирована. По результатам строительства скв. Русановская-6 начат оперативный подсчет запасов УВ и в 2019 г. открыто газоконденсатное месторождение им. В.А. Динкова. Продуктивные залежи установлены в верхнемеловых отложениях сеноманского (пласты ПК₁ и ПК₂), в нижнемеловых отложениях альбского

(пласты ПК₇, ПК₉, XM₆₋₇, XM₈₋₉) и аптского (пласты ТП₁, ТП₂, ТП₇, ТП₉) ярусов.

В 2019 г. ПАО «Газпром» планирует пробурить поисковую скв. 1 (2500 м) на Скуратовском и разведочную скважину (2500 м) на Ленинградском лицензионных участках в Карском море; ООО «АРКТИК СПГ 1» — разведочную скв. Р-65 (2750 м) на Геофизическом лицензионном участке.

По объему текущих извлекаемых запасов нефти (категории $A + B_1 + C_1 + B_2 + C_2$) на 01.01.2018 г. два месторождения — Победа (2014 г.) в Карском море и Центрально-Ольгинское (2017 г.) в море Лаптевых относятся к крупным. По величине запасов газа месторождение им. В.А. Динкова является уникальным, Северо-Обское и Нярмейское — крупными.

Приоритетные направления

В целом арктические акватории Российской Федерации характеризуются низкой степенью геолого-геофизической изученности и разведанности НСР УВ (всего 10 %), т. е. ресурсы составляют 90 %. В настоящее время значительная часть ресурсов арктического шельфа РФ относится к распределенному фонду недр, залицензировано около 50 % перспективных земель арктических акваторий. Необходимо изменение тенденции падения роста финансирования на проведение геолого-разведочных работ за счет недропользователей, что приведет к увеличению ресурсной базы распределенного фонда недр за счет поисково-разведочных работ, выполняемых недропользователями.

В условиях практически сокращающегося финансирования региональных работ на нефть и газ существенно возрастают требования к обоснованию и проработке новых объектов работ.

Основное направление дальнейшего освоения арктического шельфа РФ — проведение геолого-разведочных работ в зоне сочленения нефтегазоносных структур суши и моря, которые часто приурочены к мелководным транзитным зонам, недоступным для морской сейсморазведки. Второе направление — геологическое изучение глубоководных шельфовых, окраинно-континентальных и присклоновых бассейнов. Третье направление — отработка региональных сейсмических профилей, связывающих нефтегазоносные бассейны или дающих информацию о незалицензированных малоизученных зонах.

Необходима организация новых региональных обобщений по Баренцеву морю, морю Лаптевых и другим перспективным бассейнам. Первоочередные мероприятия и работы в рамках этих обобщений:

- полная оцифровка картографического материала (единый геоинформационный проект (ГИС-проект));
- создание единых баз данных по результатам проведенных геолого-геофизических работ;
- создание геологических проектов с последующим уточнением нефтегазогеологического районирования, границ перспективных территорий и прогнозом нефтегазоносности.

Заключение

Обобщение и анализ результатов геолого-разведочных работ являются важнейшими этапами при оценке ресурсного потенциала УВ и предваряющего его уточнения границ нефтегазогеологического районирования. Результаты проводимой в данный момент количественной оценки ресурсов УВ шельфов арктических акваторий (в рамках оценки ресурсного потенциала УВ России по состоянию изученности на

01.01.2017 г.) будут способствовать обоснованию направлений дальнейших геолого-разведочных работ. Ввиду того, что основной объем геолого-разведочных работ на шельфе арктических морей выполняется за счет средств недропользователей, учет их результатов обязателен для формирования актуальных геологических моделей оцениваемых объектов.

Количественная оценка ресурсов нефти и газа РФ по состоянию на 01.01.2017 г. предусматривает формирование единого ГИС-проекта (структурно-тектонические карты по фундаменту и отдельным структурно-формационным комплексам), который может быть основой для оценки и разработки стратегии развития ресурсной базы на арктическом шельфе РФ со своевременной актуализацией по результатам выполненных геолого-разведочных работ при условии дальнейшего взаимодействия с компаниями-недропользователями в рамках мониторинга состояния ресурсной базы УВ.

Необходимо выполнить обобщения уже проведенных геолого-разведочных работ и накопленной геолого-геофизической информации по выбранным первоочередным бассейнам с созданием новых тектонической и геологической моделей нефтегазоносных бассейнов и современным анализом стратиграфии, литологии, седиментологии и геохимии осадочных комплексов для наращивания минерально-сырьевой базы Северного морского пути. Результаты комплексной интерпретации станут основой для планирования работ за счет средств федерального бюджета, включающих региональные работы в слабоизученной транзитной зоне, обобщение информации по крупным нефтегазоносным бассейнам, отработку региональных сейсмических профилей для изучения склоновых и глубоководных бассейнов.

Литература

1. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Лоджевская М.И., Кравченко М.Н., Шевцова М.И. Ресурсный потенциал углеводородов — основа развития топливно-энергетического комплекса России // Геология нефти и газа. — 2016. — № 3. — С. 3–13.
2. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Смирнов А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы арктической континентальной окраины России и перспективы их освоения // Арктика: экология и экономика. — 2014. — № 3. — С. 52–61.
3. Афанасенков А.П., Сенин Б.В., Леончик М.И. К уточнению модели нефтегазогеологического районирования арктического шельфа России в свете современных геолого-геофизических данных // Геология нефти и газа. — 2016. — № 4. — С. 77–88.
4. Афанасенков А.П., Варламов А.И., Мельников П.Н., Пороскун В.И., Кривицкий А.Б., Кравченко М.Н., Иутина М.М., Помазанов В.В., Старобинец А.Е. Ресурсный потенциал страны // ВНИГНИ — 65. Люди, результаты и перспективы / Под ред. А.И. Варламов, В.И. Петерсилье. — М.: ФГБУ «ВНИГНИ», 2018. — С. 129–149.
5. Никитин Б.А., Дзюбло А.Д. Перспективы освоения газовых ресурсов шельфа арктических морей России // Вестник газовой науки. — 2017. — № 4. — С. 15–24.
6. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Пешкова И.Н., Унгер А.В., Кравченко М.Н., Обухов А.Н. Ресурсный потенциал и перспективы освоения Арктической зоны РФ // Oil & Gas Eurasia. — 2017. — № 2. — С. 44–51.
7. Каспаров О.С., Хлебников П.А., Варламов А.И., Киселев Е.А., Мельников П.Н., Соловьев Б.А. Оценка состояния геолого-разведочных работ на нефть и газ на территории России и ее континентальном шельфе в период между проведением VII и VIII Всероссийских съездов геологов (2012–2016) // Геология нефти и газа. — 2016. — № 5. — С. 4–13.
8. Пронкин А.П., Савченко В.И., Ступакова А.В., Филипов Ю.А., Шумский Б.В., Юбко В.М., Перетолчин К.А., Прокопцева С.В. Новые данные о геологическом строении и нефтегазоносности Хатангской мезовпадины и сопредельной акватории моря Лаптевых // Природные ресурсы Красноярского края. — 2014. — № 23. — С. 57–62.

OIL AND GAS POTENTIAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS

9. Мальшев Н.А., Никишин В.А., Никишин А.М., Обметко В.В., Мартиросян В.Н., Клещина Л.Н., Рейдик Ю.В. Новая модель геологического строения и истории формирования Северо-Карского осадочного бассейна // Доклады академии наук. – 2012. – Т. 445. – № 1. – С. 50–54.
10. Казанин Г.С., Барабанова Ю.Б., Кириллова-Покровская Т.А., Черников С.Ф., Павлов С.П., Иванов Г.И. Континентальная окраина Восточно-Сибирского моря: геологическое строение и перспективы нефтегазоносности // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 10. – С. 51–55.

References

1. Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Lodzhevskaya M.I., Kravchenko M.N., Shevtsova M.I. Hydrocarbon resources potential - the backbone of Russian fuel-and-energy sector development. *Geologiya nefi i gaza*. 2016;(3):3–13.
2. Kaminsky V.D., Suprunenko O.I., Smirnov A.N. Mineral Resources of the Russian Arctic Continental Margin and Prospects for Their Development. *Arctic: Ecology and Economy*. 2014;(3):52–61.
3. Afanasenkov A.P., Senin B.V., Leonchik M.I. Refinement of petrogeological zonation model of the Russian arctic shelf in light of modern geological and geophysical data. *Geologiya nefi i gaza*. 2016;(4):77–88.
4. Afanasenkov A.P., Varlamov A.I., Mel'nikov P.N., Poroskun V.I., Krivitskii A.B., Kravchenko M.N., Iutina M.M., Pomazanov V.V., Starobinets A.E. Country's natural resource potential [Resursnyi potentsial strany]. In: A.I. Varlamov, V.I. Petersil'e eds. Moscow: FGBU VNIGNI; 2018. P. 129–149.
5. Nikitin B.A., Dzyublo A.D. Future development trends of gas resources on the shelf of Russian Arctic seas [Perspektivy osvoeniya gazovykh resursov shel'fa arkticheskikh morei Rossii]. *Vestnik gazovoi nauki*. 2017;(4):15–24.
6. Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Peshkova I.N., Unger A.V., Kravchenko M.N., Obukhov A.N. The resource potential and future development trends of the RF Arctic zone [Resursnyi potentsial i perspektivy osvoeniya Arkticheskoi zony RF]. *Neft' i gaz. Evraziya*. 2017;(2):44–51.
7. Kasparov O.S., Khlebnikov P.A., Varlamov A.I., Kiselev E.A., Mel'nikov P.N., Solov'ev B.A. The assessment of oil and gas geological exploration state within Russia and Russian continental shelf during the period between the VIIth and VIIIth all-Russian congresses of geologists (2012–2016). *Geologiya nefi i gaza*. 2016;(5):4–13.
8. Pronkin A.P., Savchenko V.I., Stupakova A.V., Filiptsov Yu.A., Shumskii B.V., Yubko V.M., Peretolchin K.A., Prokoptseva S.V. New data on geological structure and oil and gas occurrence in the Khatanga meso-depression and neighbouring waters of the Laptev Sea [Novye dannye o geologicheskoi stroenii i neftegazonosnosti Khatangskoi mezovpadiny i sopredel'noi akvatorii morya Laptevykh] *Prirodnye resursy Krasnoyarskogo kraia*. 2014;(23):57–62.
9. Malyshev N.A., Nikishin V.A., Obmetko V.V., Kleshchina L.N., Reydik Yu.V., Nikishin A.M., Martirosyan V.N. A new model of the geological structure and evolution of the North Kara sedimentary Basin. *Doklady Earth Sciences*. 2012;445(1):791–795.
10. Kazanin G.S., Barabanova Yu.B., Kirillova-Pokrovskaya T.A., Chernikov S.F., Pavlov S.P., Ivanov G.I. Continental margin of the East Siberian Sea: geological structure and hydrocarbon potential. *Prospect of mineral resources*. 2017;(10):51–55.