

8. Kurapov A. A., Popova N. V., Monakhov S. K., Revyakin V. I., Ostrovskaya Ye. V., Monakhov G. A., Melyakina E. I. Proizvodstvennyy ekologicheskiy monitoring i sostoyanie zagryaznenosti morskoy sredy na akvatorii litsenzionnykh uchastkov OAO «LUKOYL» i OOO «Kaspiyskaya neftyanaya kompaniya» v severnoy chasti Kaspiyskogo morya [Environmental monitoring and the state of contamination of the marine environment in the offshore license areas of "LUKOIL" and LLC "Caspian oil company" in the Northern part of the Caspian Sea]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental Protection in Oil and Gas Complex], 2005, no. 7, pp. 37.
9. Kurapov A. A., Monakhov S. K. Ekologicheskaya politika «LUKOYL» na Kaspii [Environmental policy LUKOIL in the Caspian Sea]. *Russian Conservation News*, Spring 2002, no. 29, pp. 12.
10. *Osnovnye fakty i tsifry 2009–2010 gg.* [Basic facts and figures 2009–2010], Total Publ., pp. 6.
11. Putin zayavil, chto v strane proiskhodit nedopustimaya rastochitel'nost prirodnykh resursov [Putin said that the country is unacceptable waste of natural resources]. *Politruddia.com*, Moscow, 2015. Available at: <http://politruddia.com/news/putin-zayavil-chto-468/>.
12. Reshetnyak Ye. M., Grigoreva N. V., Kurapov A. A. Environmental protection during the development of oil fields in the Northern Caspian company "LUKOIL" [Okhrana okruzhayushchey sredy pri osvoenii neftnykh mestorozhdeniy severnogo Kaspiya kompaniy «LUKOYL»]. *Ekologicheskaya politika OAO «LUKOYL» na Kaspiyskom more* [Environmental policy of "LUKOIL" on the Caspian Sea], Astrakhan, 2000, vol. 1. 41 p.
13. Ruban L. S. Obespechenie energeticheskoy i ekologicheskoy bezopasnosti Kaspiyskogo regiona [Ensuring energy and environmental security of the Caspian region]. *Ecological Bulletin of Russia*, 2013, no. 11.
14. Serebryakov O. I., Smirnova T. S. Geologo-ekonomicheskaya sinergetika sostava prirodnogo syr'ya i optimizatsii rabot po osvoeniyu resursov Kaspiyskogo morya [Geological and economic synergy composition of natural raw materials and optimize the work on the development of the resources of the Caspian Sea]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 2.
15. Chizhov S. S., Deliya S. V., Repey A. M., Lvovskiy Yu. M. Sovershenstvovanie metodiki dolgosrochnogo planirovaniya geologo-razvedochnykh rabot na primere akvatorii Kaspiyskogo morya [Improvement of methods of long-term planning of geological exploration works on the example of the Caspian Sea]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftnykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields], 2006, no. 2.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ШЕЛЬФЕ АРКТИКИ

Серебрякова Оксана Андреевна, магистр геологии, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Серебрякова Валентина Ивановна, магистр геологии, Астраханский инженерно-строительный институт, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Прирост новых запасов нефти и газа в мире за последние 10 лет составил 800 млрд барр, что 1,5 раза превосходит потребление. Суммарные перспективные мировые запасы углеводородов сегодня оцениваются в 4 трлн барр, что в три раза превышает аналогичный показатель десятилетней давности. Мировая ресурсно-сырьевая база укрепляется недавно открытыми месторождениями углеводородов в южных морях России, а также запасами Российского Арктического бассейна и глубоководных морских месторождений Баренцева моря. Капиталовложения и внедрение новых технологий в поиски и разведку морских месторождений, представляют собой наиболее рискованную и затратную стратегию, однако именно они активно развиваются в последние несколько десятилетий. В результате в период с 2000 по 2015 г. в ряде морских акваторий были сделаны новые открытия, а также проведена переоценка запасов уже известных месторождений, что в сумме дало 85–90 млрд барр

дополнительных запасов в мировой морской ресурсной базе углеводородов. Объемы поисково-разведочных работ в мире позволили обеспечить прирост доказанных и прогнозных запасов традиционных углеводородов в объеме 380 млрд барр. Основные морские поисково-разведочные работы в этот период велись на Каспии, Шельфе Охотского моря, Арктическом шельфе. В Анголе (глубокие воды), на Мексиканском заливе, глубокие воды, на Шельфе Гренландии, Северо-восточном побережье Южной Америки. За последний год существенный прорыв наблюдался в разведке российского сектора Каспийского моря и российского сектора Арктики.

Ключевые слова: арктика, шельф, месторождение, нефть, газ

PECULIARITIES OF GEOLOGICAL EXPLORATION ON THE ARCTIC SHELF

Serebryakova Oksana A., Master of geology, Astrakhan State University,
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Serebryakova Valentina I., Master of Geology, Astrakhan Institute of Civil
Engineering, 18 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail:
geologi2007@yandex.ru

Gain of new reserves of oil and gas in the world Barre over the last 10 years made 800 billion that 1,5 times are surpassed by consumption. Total perspective world reserves of hydrocarbons are estimated at 4 trillion Barre today that exceeds a similar indicator of ten-year prescription three times. The world resource source of raw materials becomes stronger recently opened fields of hydrocarbons in the southern seas of Russia, and also stocks of the Russian Arctic basin and deep-water sea fields of the Barents Sea. Capital investments and introduction of new technologies in searches and investigation of sea fields represent the most risky and expensive strategy, however they actively develop in the last some decades. As a result during the period from 2000 to 2015 in a number of sea water areas new discoveries were made, and also revaluation of stocks of already known fields is carried out that in the sum gave 85–90 billion Barre of additional stocks in world sea resource base of hydrocarbons. In the world the gain of the proved and expected reserves of traditional hydrocarbons of 380 billion barrels allowed to provide volumes of exploration. The main sea exploration during this period was conducted on the Caspian Sea, Shelf of the Sea of Okhotsk, the Arctic shelf. In Angola (deep waters), on the Gulf of Mexico, deep waters, on the Shelf of Greenland, the Northeast coast of South America. For the last year essential break was observed in investigation of the Russian sector of the Caspian Sea and the Russian sector of the Arctic.

Keywords: Arctic, shelf, field, oil, gas

В XXI в. все чаще обосновываются объемы геологоразведочных работ на шельфе геополитическими морскими сферами и состоянием морской ресурсной базы в целом. Международные Программы направлены на более глубокое и подробное исследование морских бассейнов, которые могут открыть новые перспективы для нефтегазовой отрасли.

Процесс изучения морских недр с целью выявления новых месторождений и их подготовки к промышленному освоению условно делится на несколько этапов и стадий геологоразведочных работ (ГРП). Они различаются по масштабу и характеру морских объектов изучения, по задачам и видам работ и ожидаемым результатам. Основные цели подобной дифференциации – определение рациональной последовательности решения задач различного уровня, оценка эффективности и качества работ на каждой стадии ГРП и планированию последующих.

В мировой практике средний цикл ГРП на шельфе составляет 20–30 лет, т.е. на всех морских месторождениях от момента первых региональных геолого-геофизических работ до начала опытно-промышленной эксплуатации проходит не менее 15 лет.

Цикл геологоразведочных работ в морских акваториях включает в себя пять этапов – научно-региональный, инженерно-геологический, поисково-оценочный, разведочный и эксплуатационный (рис. 1). На каждом этапе ГРП происходит более точная локализация геологической информации и ресурсной базы, уменьшаются геолого-технологические риски и увеличивается экономическая эффективность добычи морского сырья.

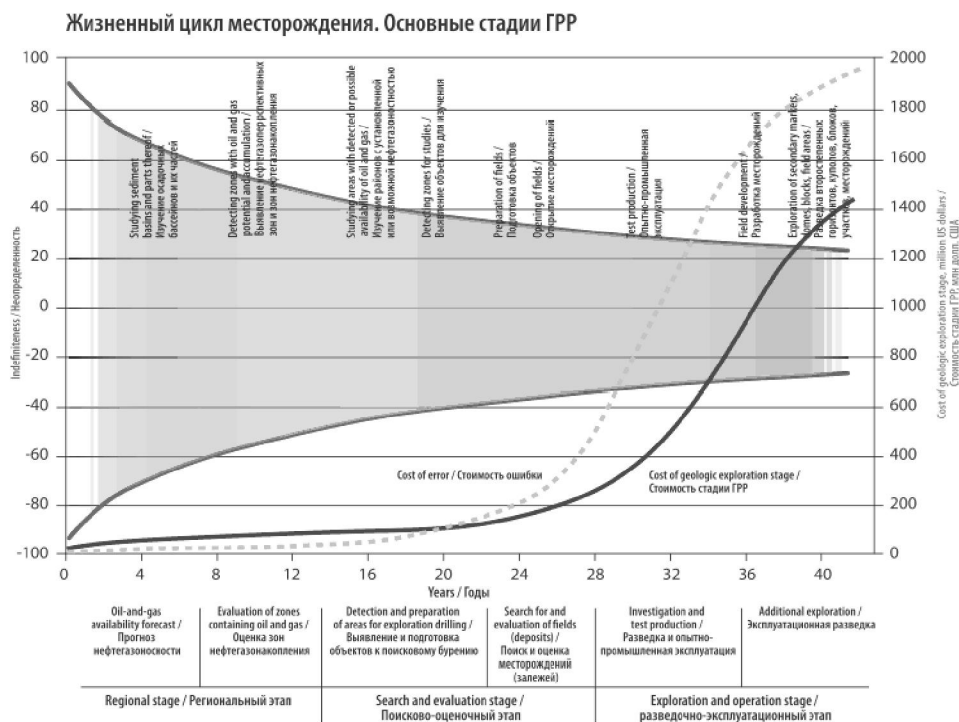


Рис. 1. Жизненный цикл морского месторождения

По оценке Международного энергетического агентства, мировой спрос на энергию будет расти на 1,6 % в год до 2030 г. Чтобы отвечать такому уровню спроса, необходимо ежегодно инвестировать в разведку \$1 трлн вплоть до 2030 г. (\$10 млрд в год). В наиболее развитых нефтедобывающих странах финансирование ГРП на шельфе составляет 6–8% от стоимости произведенной продукции (\$5–14 млрд в год).

В России в последние годы объем финансирования на ГРП и восстановление минерально-сырьевой базы составляет 0,2–0,25 % ВВП, включая морские и месторождения.

На сегодняшний день практически все акватории мирового океана разделены несколькими государствами, которые сильно отличаются законодательной базой в области проведения ГРП, что накладывает существенные ограничения на геологическое изучение морских бассейнов в целом. Ниже приводятся материалы геологоразведочного освоения новых морских акваторий мирового океана.

В последние годы нефтяные компании проявляют большой интерес к разведке и поиску месторождений углеводородов на шельфе Гренландии. Разведка главным образом велась на шельфе западной Гренландии в ходе раундов лицензирования в 2002, 2004, 2006, 2012 и 2013 гг. Суммарная лицензированная площадь охватывает более 200 000 км² в 20 лицензированных блоках, находящихся в море Баффина, Девисовом проливе и море Лабрадор.

В этих районах сбор данных, геологическая и геофизическая разведка проводятся как на суше, так и на шельфе. Разведка в Гренландии включает широкий спектр различных исследований от детальной съемки и сбора 3D-данных и разведки непосредственно в лицензированных блоках с использованием разведочного бурения до региональной 2D-морской сейсморазведки (рис. 2).

Лицензии обеспечивают право на проведение разведки нефти в течение максимум 16 лет с возможностью увеличения площади тех лицензируемых участков в течение 30 лет, разведка которых предполагается. ВМР совместно с GEUS предприняли ряд работ для улучшения существующих знаний о геологии нефти в северо-восточной Гренландии и распространения этих знаний в нефтяной отрасли.

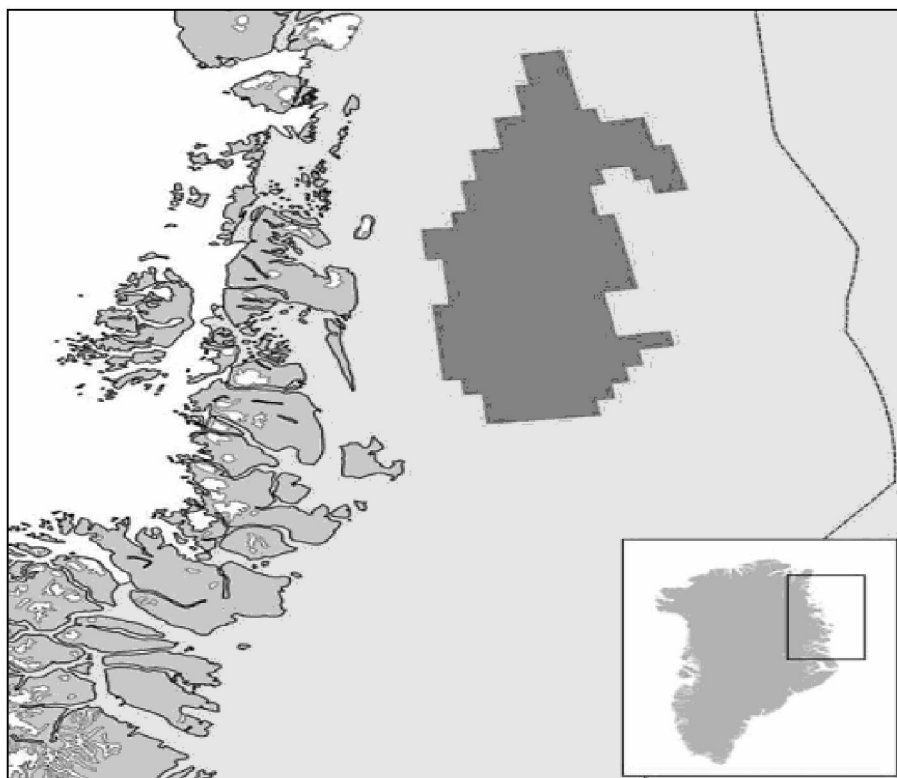


Рис. 2. Область лицензирования шельфа северо-восточной Гренландии (лицензия 2012 и 2013 гг., выделена цветом). Суммарная площадь ее равна около 50 000 км²

В 2007 г. Геологическая служба США (US Geological Survey – USGS) опубликовало свою оценку возможных неоткрытых запасов нефти западной Гренландии. Позднее в том же самом году GEUS пригласила нефтяные компании принять участие в совместном проекте «Геологоразведка нефти, вы-

полнение работ и сбор информации в западной и северо-западной Гренландии». Главной целью этого проекта стала систематизация и увеличение существующих знаний о геологии нефти в северо-западной Гренландии. Весь проект делился на ряд подпроектов, сфокусированных на уточнении главных рисков и неопределенностей, идентифицированных в ходе сотрудничества USGS и GEUS.

В настоящее время в проекте участвуют приблизительно 20 различных международных нефтяных компаний (рис. 3).



Рис. 3. Плавающая буровая установка ПБУ для разведочного эксплуатационного бурения с системой динамического позиционирования

Опорой проекта является ГИС (географическая информационная система) компилирование всей уместной географической информации от 70 до 82° долготы на побережье северо-западной Гренландии и также для некоторых областей морского шельфа. Результаты первого варианта компиляции представлены в конце 2009 г., а вариант с расширенной и уточненной информацией был распространен среди компаний-участников проекта в начале 2011 г. Кроме того компании-участники получили результаты исследований рельефа морского дна и нефтеносных систем.

Эти исследования включают, оценку данных кернового анализа в скважинах, проходимых с отбором кернов, исследование областей питания нефтеносных песков и детальное исследование последовательности меловых пластов.

Полевые геолого-разведочные работы и бурение с отбором кернов пород в северо-западной Гренландии представляют собой неотъемлемую часть проекта для расширения знаний о геологии нефти в этом районе. Каждое лето с 2008 г. проводятся полевые работы группами по 20–30 человек, включающими бурение 1–2 скважин с отбором кернов пород за полевой сезон, обычно глубиной более 200 м. Полевые работы проводятся в седиментационных бассейнах на побережье от Земли Джеймсона на юге до Земли Германия и ледника Колдевей на севере.

В результате были собраны тысячи проб и образцов пород и проведено много новых исследований и измерений. Все это вместе внесло очень большой вклад в наши знания о геологии нефти в северо-западной Гренландии. С 2011 г. полевые геологоразведочные работы главным образом проводились

в Траилл (Области Географического общества), бурение с отбором кернов и некоторые полевые работы также проводились на побережье с выходами пород на поверхность (рис. 4).



Рис. 4. Выходы на поверхность меловых песчаников в небольшой бухте на северном побережье

Возраст исследуемых пород изменялся от райзанского до кампанского, было собрано много образцов для исследования биостратиграфии и геохимии нефти. Были измерены стратиграфические разрезы и выполнена оценка связи между характером отложений и тектонической активностью и близостью сбросов (рис. 5).



Рис. 5. Нарушенный сбросами контакт между отчетливо выделяющимися триасовыми грубыми обломочными породами (правый склон долины) и морскими черными аргиллитами нижнего мела (райзанско-валанжинский ярус) (левый склон речной долины), Ролд Бьерг, северная часть Traill. Можно видеть интрузии на вершинах гор

Работы по детальной разведке и поиску углеводородов на шельфе Гренландии в 2011 г. были санкционированы в соответствии с параграфом 86 Закона о минеральных ресурсах Бюро минеральных ископаемых и нефти (ВМР) Гренландии. ВМР подготовило Руководящие материалы по применению, выполнению и подготовке отчетной документации, а также по поиску и детальной разведке углеводородов на шельфе Гренландии (кроме бурения), которые включают работы, выполняемые буровыми судами на морском шельфе Гренландии в соответствии либо с лицензиями на разведку, либо с эксклюзивными лицензиями на детальную разведку и добычу углеводородов за исключением бурения.

Работы по детальной разведке и поиску углеводородов на шельфе в соответствии с Руководящими материалами включают сбор данных 2D-и 3D-сейсморазведки, CSEM, морскую гравиметрическую и магнитную съемку, геофизическую съемку в выбранных точках, метеорологические и океанографические исследования, программы изучения ледовых условий и взятия проб с морского дна. На рисунке 6 представлена карта Гренландии с нанесенными на ней всеми видами проведенных работ.

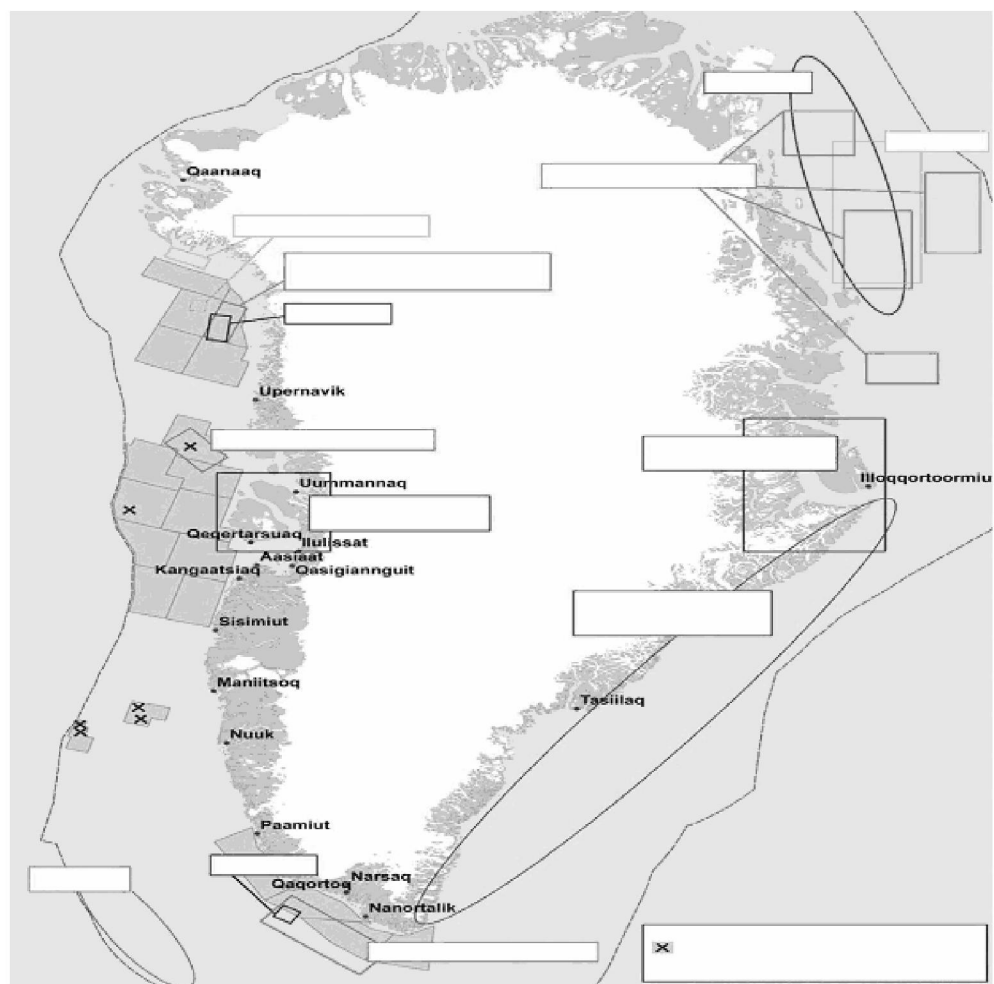


Рис. 6. Карта со всеми видами работ, выполненных в 2011 г. в ходе разведки и поиска углеводородов. Крестиками показаны разведочные скважины

Одновременно с разведочным бурением (рис. 7) выполнялась съемка и изыскания в морских блоках. Эти изыскания и съемка, включали многополосную батиметрию для измерения глубин и определения рельефа морского дна, получение профилей осадочных пород в поддонной области и 2D-сейсмическую съемку с высоким разрешением. Были выполнены также исследования исходного состояния окружающей среды.

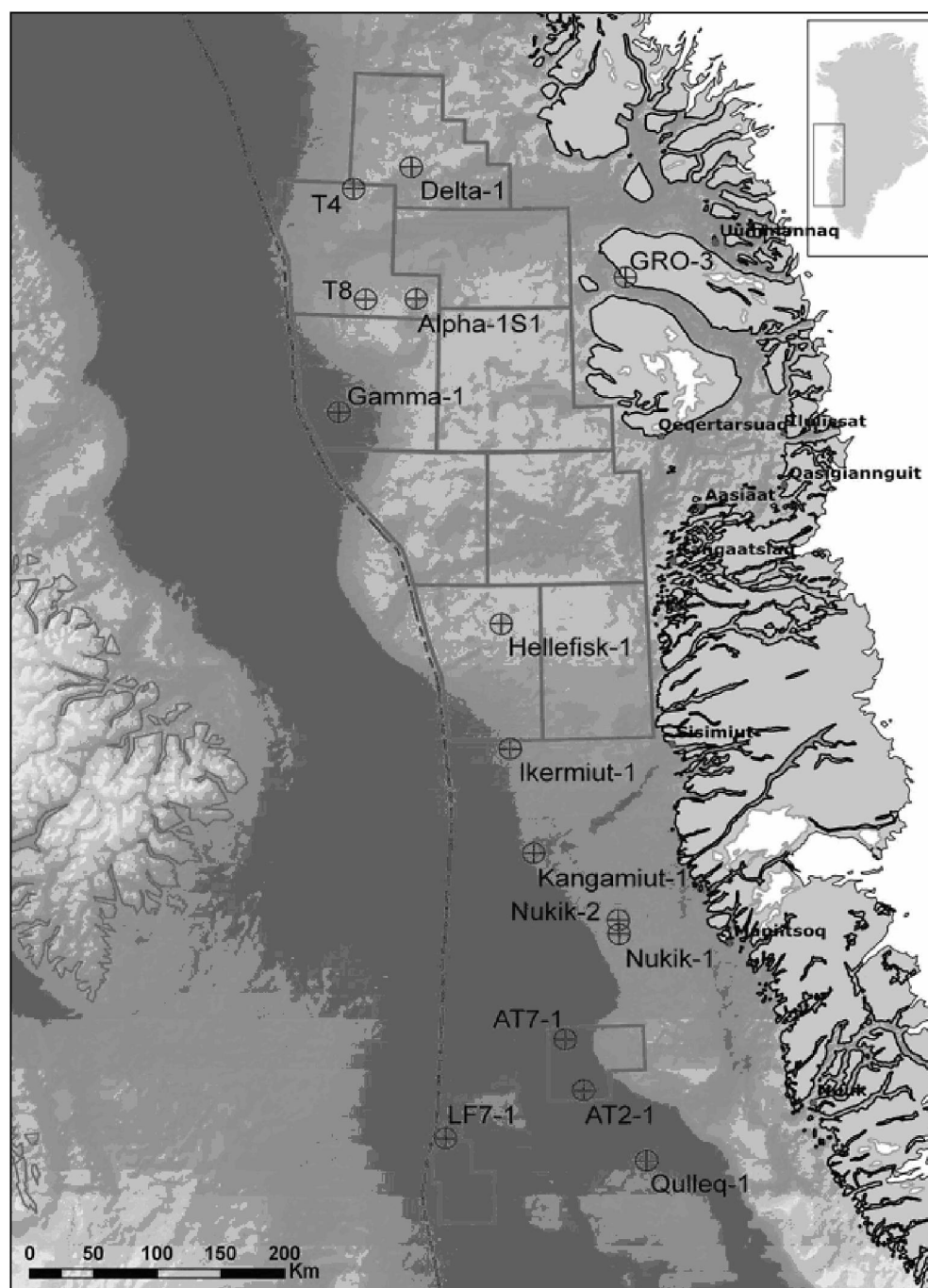


Рис. 7. Местоположение забуренных скважин в акватории Гренландии

В 2010 г. на шельфе Гренландии пробурили первые новые скважины, были обнаружены признаки нефти и газа в верхах мезозойского отдела получены признаки наличия дотретичных нефтеносных материнских пород, обнаружен 113-метровый интервал с 50-метровым коллектором высококачественных нефтеносных песков мелового возраста.

Список литературы

1. Ананьев В. До арктического шельфа у России «руки не доходят» / В. Ананьев // *Oil & Gas Journal*. – Май 2010. – С. 38.
2. Богданчиков С. М. Ключевые факторы развития нефтегазового комплекса России и НК «Роснефть» / С. М. Богданчиков // *Нефть, газ, бизнес*. – 2003. – № 4. – С. 16–17.
3. Богоявленский В. И. Изученность и перспективы нефтегазоносности российской и норвежской акваторий Баренцева моря / В. И. Богоявленский // *Арктика: экология и экономика*. – 2011. – № 2. – С. 64–75.
4. Богоявленский В. И. Углеводородные богатства Арктики и российский геофизический флот: состояние и перспективы / В. И. Богоявленский // *Морской сборник*. – 2010. – № 9. – С. 53–62.
5. Гаврилов В. П. Геодинамика и нефтегазоносность Арктики / В. П. Гаврилов, Ю. Ф. Федоровский, Ю. А. Тронов и другие. – Москва : Недра, 1993. – 323 с.
6. Григоренко Ю. Н. Зоны нефтегазоаккумуляции окраин континентов / Ю. Н. Григоренко, И. М. Мирчинк, М. Д. Белонин и другие. – Москва : ООО «Геоинформцентр», 2002. – 432 с.
7. Григоренко Ю. Н. Углеводородный потенциал континентального шельфа России: состояние и проблемы освоения / Ю. Н. Григоренко, И. М. Мирчинк, В. И. Савченко, Б. В. Сенин, О. И. Супруненко // *Минеральные ресурсы российского шельфа (Спецвыпуск журнала «Минеральные ресурсы России: экономика и управление»)*. – 2006. – С. 14–71.
8. Кутузова М. В освоении шельфа Statoil опирается на местный бизнес / М. Кутузова // *Шельфовые проекты. Специальный выпуск журнала «Нефть России»*. – 2006. – С. 30.
9. Лаверов Н. П. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России / Н. П. Лаверов, А. Н. Дмитриевский, В. И. Богоявленский // *Арктика: экология, экономика*. – 2011. – № 1. – С. 26–37.
10. Маршалл Д. Шанс изменить энергетическую политику на внешнем континентальном шельфе / Д. Маршалл // *Нефтегазовые технологии*. – Апрель 2006. – № 4. – С. 21.
11. Новатэк. Годовой отчет за 2010 г. – 72 с.
12. Фадеев А. М. Международное сотрудничество в освоении Арктики / А. М. Фадеев // *Российский совет по международным делам*. – Режим доступа: <http://russiancouncil.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
13. Фадеев А. М. Совершенствование экономических подходов к управлению освоением морских углеводородных месторождений Арктики / А. М. Фадеев. – Апатиты : Кольский научный центр Российской академии наук, 2012.
14. Чумаков Д. С. Основные векторы международного сотрудничества в Арктике / Д. С. Чумаков // *Вестник Московского университета. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика*. – 2011. – № 2. – С. 41–61.
15. Alaska Oil and Gas Report, May 2006. – Anchorage : Alaska Department of Natural Resources Division of Oil & Gas, 2006. – 115 p.
16. Alaska Oil and Gas Report, November 2009. – Anchorage : Alaska Department of Natural Resources Division of Oil & Gas, 2009. – 63 p.
17. Drummond K. J. North Canada distribution of ultimate oil and gas resources / K. J. Drummond. – Drummond Consulting, 2009. 60 p.
18. Facts. The Norwegian Petroleum Sector 2010. – NPD, 2010. – 223 p.

References

1. Ananьев В. До арктического шельфа у России «руки не доходят» [At Russia "hands don't reach the Arctic shelf"]. *Oil & Gas Journal*, May, 2010, pp. 38.
2. Bogdanchikov S. M. Klyuchevye faktory razvitiya neftegazovogo kompleksa Rossii i NK «Rosneft» [Key factors of development of an oil and gas complex of Russia and Rosneft]. *Neft, gaz, biznes* [Oil, Gas, Business], 2003, no. 4, pp 16–17.
3. Bogoyavlenskii V. I. Izuchennost i perspektivy neftegazonosnosti rossiyskoy i norvezhskoy akvatoriy Barentseva morya [Study and Prospects of Oil and Gas Occurrence in Russian and

Norwegian Offshore Area of Barents Sea]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economics], 2011, no. 2, pp. 64–75.

4. Bogoyavlenskiy V. I. Uglevodorodnye bogatstva Arktiki i rossiyskiy geofizicheskiy flot: sostoyanie i perspektivy [Hydrocarbon Resources of Arctic and Russian Geophysical Fleet: Status and Prospects]. *Morskoy sbornik* [Marine Collected Book], 2010, no. 9, pp. 53–62.

5. Gavrilov V. P., Fedorovskiy Yu. F., Tronov Yu. A., et al. *Geodinamika i neftegazonosnost Arktiki* [Geodynamics and Oil and Gas Occurrence in Arctic], Moscow, Nedra Publ., 1993. 323 p.

6. Grigorenko Yu. N., Mirchink I. M., Belonin M. D., et al. *Zony neftegazonakopleniya okrain kontinentov* [Areas of Oil-and-Gas Accumulation of the Continental Margins], Moscow, Geoinformtsentr Publ., 2002. 432 p.

7. Grigorenko Yu. N., Mirchink I. M., Savchenko V. I., Senin B. V., Suprunenko O. I. Uglevodorodnyy potentsial kontinentalnogo shelfa Rossii: sostoyanie i problemy osvoeniya [Hydrocarbon Resources of Russian Continental Shelf: Status and Problems of Development]. *Mineralnye resursy rossiyskogo shelfa (Cpetsvypusk zhurnala «Mineralnye resursy Rossii; ekonomika i upravlenie»)* [Mineral Resources of the Russian Shelf (Special Issue of the «Mineral Resources of Russia: Economics and Management»)], 2006, pp. 14–71.

8. Kutuzova M. V. osvoenii shelfa Statoil opiraetsya na mestnyy biznes In development of the shelf of Statoil relies on local business. *Shelfovye proekty. Spetsialnyy vypusk zhurnala «Neft Rossii»* [Shelf Projects. Special Issue of the «Oil of Russia»], 2006, pp. 30.

9. Laverov N. P., Dmitrievskiy A. N., Bogoyavlenskiy V. I. Fundamentalnye aspekty osvoeniya neftegazovykh resursov Arkticheskogo shelfa Rossii [Fundamental Aspects of Oil and Gas Resources Development in Offshore Russian Arctic Areas]. *Arktika: ekologiya, ekonomika* [Arctic: Ecology, Economics], 2011, no. 1, pp. 26–37.

10. Marshall D. Shans izmenit energeticheskuyu politiku na vneshnem kontinentalnom shelfe [Shans to change power policy on an external continental shelf]. *Neftegazovye tekhnologii* [Oil and Gas Technologies], April 2006, no. 4, pp. 21.

11. *Novatek Annual Report for 2010*. 72 p.

12. Fadeev A. M. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v osvoenii Arktiki [The international cooperation in development of the Arctic]. *Rossiyskiy sovet po mezhdunarodnym delam* [Russian Council on International Affairs]. Available at: <http://russiancouncil.ru/>.

13. Fadeev A. M. *Sovershenstvovanie ekonomicheskikh podkhodov k upravleniyu osvoeniem morskikh uglevodorodnykh mestorozhdeniy Arktiki* [Improvement of economic approaches to management of development of sea hydrocarbonic fields of the Arctic], Apatity, Kola Russian Academy of Sciences Scientific Center Publ. House, 2012.

14. Chumakov D. S. Osnovnye vektory mezhdunarodnogo sotrudnichestva v Arktike [The main vectors of the international cooperation in the Arctic]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 25. Mezhdunarodnye otnosheniya i mirovaya politika* [Bulletin of the Moscow University. Series 25. International Relations and World Politics], 2011, no. 2, pp. 41–61.

15. *Alaska Oil and Gas Report, May 2006*, Anchorage, Alaska Department of Natural Resources Division of Oil & Gas Publ. House, 2006. 115 p.

16. *Alaska Oil and Gas Report, November 2009*, Anchorage, Alaska Department of Natural Resources Division of Oil & Gas Publ. House, 2009. 63 p.

17. Drummond K. J. *North Canada distribution of ultimate oil and gas resources*, Drummond Consulting Publ., 2009. 60 p.

18. *Facts. The Norwegian Petroleum Sector 2010*, NPD Publ., 2010. 223 p.