

## РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА – КЛЮЧ К НАРАЩИВАНИЮ НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ

д-р геол.-минерал. наук В.Л.ИВАНОВ,  
канд. геол.-минерал. наук В.Д.КАМИНСКИЙ,  
д-р геол.-минерал. наук В.А.ПОСПЕЛОВ,  
д-р геол.-минерал. наук О.И.СУПРУНЕНКО

ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: onaimo@centurion.vniio.nw.ru

В статье показана высокая значимость региональных геолого-геофизических исследований в открытии и становлении базы углеводородного (УВ) сырья арктического шельфа России и обоснована необходимость опережающего развития этих работ в последующем. Наряду с традиционным «географическом» шельфом, в качестве возможного объекта ресурсной деятельности может рассматриваться «юридический» шельф в глубоководном Арктическом бассейне, принадлежность которого к континентальной окраине Евразии доказывается в соответствии с «Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г.».

**Ключевые слова:** региональные исследования, нефтегазоносность, «географический» и «юридический» шельфы

### ВВЕДЕНИЕ

Сегодня континентальный шельф России по справедливости рассматривается как главная резервная база энергетического сырья XXI в. Начальные суммарные ресурсы УВ шельфа оцениваются в 136 млрд т н.э. (нефтяного эквивалента), в том числе извлекаемые – более 100 млрд т. По значимости на первом месте стоит арктический шельф – 87,5 % НСР (рис. 1) и 76 % разведанных запасов (рис. 2). Именно на примере Северного Ледовитого океана (СЛО) и его континентального шельфа особенно ярко проявилась роль региональных исследований в раскрытии потенциала недр акваторий.

Геолого-геофизическое изучение арктического шельфа и океана было начато НИИ геологии Арктики в 50-х гг. прошедшего века, сперва по собственной инициативе и при минимальном техническом обеспечении, а начиная со следующе-

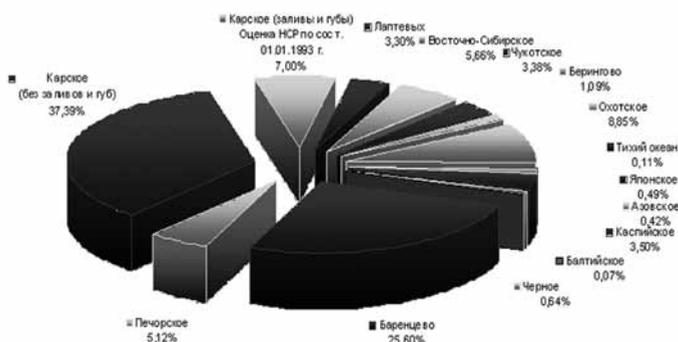


Рис. 1. Распределение начальных суммарных ресурсов УВ в недрах морей Российской Федерации

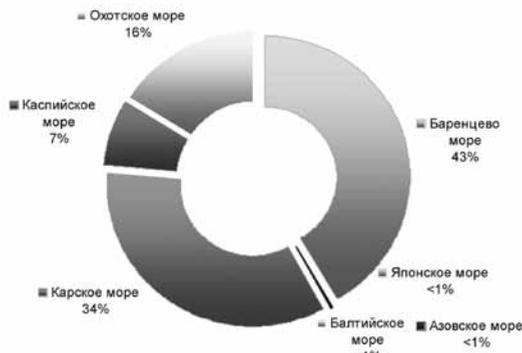


Рис. 2. Распределение разведанных запасов УВ по морям Российской Федерации

го десятилетия – уже по серьезным государственным программам. Суммарно за 60 лет отечественных исследований потенциальных полей СЛО, включая шельф, получено более 2 млн км профильных аэромагнитных данных; около 62,5 тыс. точек авиадесантных, более 200 тыс. км набортных морских и около 118 тыс. км аэрогравиметрических данных. Сейсмическая изученность акватории также весьма значительна. В течение 30 лет в содружестве с гидрографической службой военно-морского флота ГНЦ РФ ААНИИ и другими партнерами осуществлялись уникальные регулярные сейсмические наблюдения со льда СЛО (13790 км профилей МОВ по дрейфам ледовых станций «Северный полюс», 616 км базовых наблюдений и 17430 площадных сейсмозондирований экспедициями «Север»). В последние два десятилетия в рамках масштабного проекта по обоснованию внешней границы континентального шельфа (ВГКШ) России в Арктике, экспедиции «Трансарктика-1989–1992» и «Арктика-2000, 2005, 2007» выполнено 3560 км опорных профилей методом глубинного сейсмического зондирования. Таким образом, можно утверждать, что сегодня наша страна обладает не имеющей аналогов в мире информационной базой по геологии и геофизике Северного Ледовитого океана.

### УРОКИ ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Собственно, результаты региональных исследований послужили первым импульсом к открытию так называемой Западно-Арктической нефтегазоносной провинции<sup>1</sup>, которая сегодня рассматривается как основной источник энергоснабжения Европы в перспективе. В 1950–1960 гг. миллионной геологической съемкой была покрыта вся прибрежная зона и острова Российской Арктики (более 1,5 млн км<sup>2</sup>, 25 листов). Одновременно были выполнены первые рекогносцировочные геофизические наблюдения на прилегающем шельфе. Совокупный анализ материалов показал, что крупнейшие нефтегазоносные бассейны арктической суши, в частности Тимано-Печора и Западная Сибирь, имеют свое прямое продолжение на акваторию. Исходя прежде всего из этого обстоятельства, в 1972 г. было принято государственное решение об организации на базе НИИГА Северного морского научно-производственного объединения «Севморгео» с целью развертывания морских геолого-разведочных работ на нефть и газ на шельфах Западной Аркти-

<sup>1</sup> Термин, принятый в официальных документах и СМИ. Имеется в виду южная часть Баренцево-Карского шельфа (примерно южнее 76° с.ш.). При строгом нефтегеологическом районировании здесь выделяются 4 нефтегазоносных провинции и несколько самостоятельных областей.

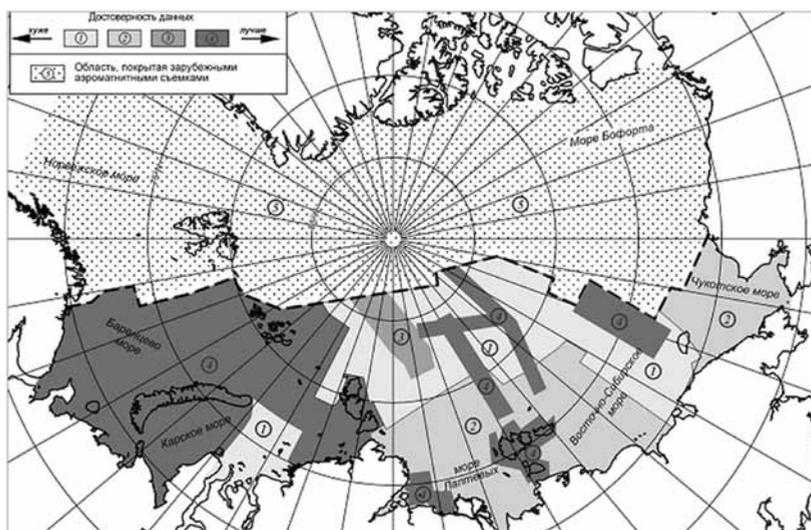


Рис. 3. Обобщенная характеристика достоверности аэромагнитных данных по [4]

ки. Первые целенаправленные сейсмические профили в Баренцевом море были выполнены в 1973 г. (примем эту дату за точку отсчета).

Анализ структуры собственно нефтегазопоискового процесса на Баренцево-Карском шельфе не входит в задачи этой статьи; здесь важно отметить высокую роль региональной составляющей в достижении конечного результата.

Буквально с первого сезона, одновременно с началом целенаправленных сейсмических работ, проводилась аэромагнитная съемка акватории. В течение 1971–1978 гг. вся площадь Баренцева моря, западная и северная части Карского моря были покрыты кондиционной аэромагнитной съемкой, которая сегодня оценивается как относящаяся к четвертой (высшей) категории достоверности (рис. 3) [4]. Данные аэромагнитной съемки и проводившейся в те же годы миллионной гравиметрической съемки легли в основу структурно-тектонического районирования акватории.

В 1970-х гг. НИИГА были разработаны концептуальные и методические основы нового направления региональных исследований – геологической съемки шельфа (ГСШ), а в следующем десятилетии планомерная ГСШ успешно выполнялась МАГЭ, г. Мурманск, на акватории Баренцева и Карского морей, оказывая неоценимую помощь при прогнозных построениях и при оценке экологического состояния среды.

Принципиальное значение для познания реального вещественного наполнения разреза и для привязки сейсмических границ имела программа опорно-параметрического бурения на архипелагах и островах Западной Арктики (1976–1980 гг.)

#### **Хронология практических результатов**

Первое месторождение в Баренцевом море – Мурманское газовое – было открыто в 1983 г., то есть через 10 лет после начала целенаправленных работ на шельфе.

В 1992 г. (20 лет) АО «Росшельф» РАО «Газпром» официально получило право на разработку первых двух морских месторождений<sup>1</sup>. К началу 1990-х гг. на Баренцево-Карском шельфе было уже 10 промышленных месторождений, включая 3 гиганта (Штокмановское газоконденсатное, Русановское и Ленинградское газовые) и 4 крупных (позже список расширился до 22 объектов).

<sup>1</sup> Реальная добыча не начата до сих пор, однако причины этого следует искать не в геологической, а в политико-экономической сфере.

Сравнительно малыми силами (менее 400 тыс. пог. км сейсморазведки и три десятка законченных скважин) были достигнуты впечатляющие результаты. Прирост запасов на одну скважину достигал 100–150 млн т н.э., а средние запасы на одно морское месторождение почти в 50 раз превышали средние запасы на одно месторождение, открытое в те годы на суше [3].

При этом общий уровень изученности площади оставался (и сегодня остается) далеко не полным, даже применительно к требованиям регионального этапа. В 9 из 16 выделенных нефтегазоносных областей не было бурения. На Баренцево-Карском шельфе сегодня открыто два десятка месторождений, тогда как на Северном море – 150, в Мексиканском заливе – 250. Оценка структуры НСР, выполненная по методу акад. А.Э.Конторовича, показывает возможность открытия в Баренцевом (с Печорским) и Карском морях не менее 110 серьезных месторождений, включая 3 гиганта [8].

Из сказанного можно сделать важный стратегический вывод: структура углеводородных ресурсов шельфа позволяет рассчитывать на открытие и промышленное освоение первых богатых объектов уже на начальных этапах геологоразведочного цикла, не дожидаясь его полного завершения, что, естественно, оптимизирует весь процесс воспроизводства базы УВ – от региональных работ до промышленной добычи.

### **ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИЙ ШЕЛЬФ ЖДЕТ СВОИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ**

По уровню региональной геолого-геофизической изученности моря Восточной Арктики (Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) коренным образом уступают Баренцево-Карскому шельфу. Аэромагнитные съемки здесь выполнены преимущественно в 1960-е гг., на разной (порой устаревшей) аппаратурно-методической основе и недостаточной плотностью, то есть отвечают низким степеням достоверности (рис. 3).

Суммарный объем сейсмопрофилирования регионального уровня, выполненного в разные годы разными исполнителями, в том числе зарубежными, не достигает и 50 тыс. км.

А главное, на всей огромной акватории Восточно-Арктического шельфа России не пробурено ни одной глубокой скважины.

Выпущенные в последние годы листы Государственной геологической карты масштаба 1:1000000 интегрируют всю имеющуюся информацию, но, понятно, не могут дать прямых сведений о том, что реально не наблюдалось, в частности, о вещественном выполнении разреза дна под мощным плиоцен-четвертичным чехлом. Главная ценность этих листов в том, что они позволяют увидеть «слабые места» и наметить объекты для последующих исследований.

Далее, обратившись к распределению НСР углеводородов по морям Российской Арктики, мы увидим, что при примерно одинаковой площади Западно-Арктического и Восточно-Арктического шельфов (2,2–2,3 млн км<sup>2</sup>), на долю первого приходится 85,4 % от общих извлекаемых ресурсов (Баренцево море – 36,2 %, Карское – 49,2 %), а второго – только 14,6 % (море Лаптевых – 3,9 %, Восточно-Сибирское – 6,7 %, Чукотское – 4,0 %). По нашему убеждению, по крайней мере одна из причин этой «несправедливости» заключена в низкой региональной изученности шельфа морей Восточной Арктики. Указанные выше цифры получены в результате последней официальной количественной оценки ресурсов (01.01.1993). При этом отсутствие таких показателей, как выявленные нефтегазопрооявления или хотя бы их прямые признаки, оконтуренные перспективные структуры и т.п., вынуждает принимать невысокие расчетные плотности ресурсов.

Если же от строго регламентированных методов официальной количественной оценки перейти к свободному научному прогнозу [2, 5 и др.], мы убедимся, что на шельфах морей Восточного сектора Арктики можно ожидать углеводород-

ные объекты любого ранга, вплоть до гигантов, и любого – вплоть до еще неизвестного – типа. Здесь выявлен или предполагается весь «типовой» набор благоприятных предпосылок: гигантские прогибы с мощностью чехла в десятки километров, широкий спектр возможных ловушек, региональные коллекторы и покрышки, устойчивое погружение на кайнозойском этапе. Наряду с этим, нетривиальное структурное положение региона порождает ряд геологических «отклонений от нормы» (блоковое строение фундамента, вызывающее разнонаправленные контрастные движения; рифтинг с современной сейсмоактивностью и повышенным тепло- и флюидопереносом; лавинная седиментация с широким развитием дельтовых фаций и т.п.), каждое из которых может иметь революционное значение для формирования скоплений нефти и газа.

Задача, таким образом, сводится к тому, чтобы перевести весь набор благоприятных концептуальных предпосылок в категорию реальных оценочных параметров, а для этого нет иного пути, кроме возобновления (после долгого перерыва) на Восточно-Арктическом шельфе кондиционных региональных геолого-геофизических исследований<sup>3</sup>.

Наиболее дешевым, технологически доступным и одновременно информативным методом являются геофизические съемки (аэромагнитная и гравиметрическая), которые должны быть выполнены на современном методическом уровне и в более крупных, чем в 1960-е гг., масштабах. Существующие сегодня технологии комплексной интерпретации данных потенциальных полей позволяют с достаточной достоверностью экстраполировать на площадь результаты сейсмических исследований, выполненных по редкой сети.

Вторым обязательным элементом является бурение параметрических скважин как минимум в 2–3 точках в главных структурно-формационных зонах Восточно-Арктического шельфа.

Предлагаемый комплекс работ позволит вывести ресурсы углеводородов из сегодняшней наиболее «слабой» категории Д2 и наметить объекты и методы последующих геологоразведочных работ.

Противники активизации региональных работ на шельфе Восточной Арктики традиционно ссылаются на то, что этот отдаленный объект экономически и инфраструктурно не готов к освоению. Однако, в соответствии с принятыми в отрасли концептуальными постулатами, опережающие региональные исследования проводятся с целью обеспечения фронта воспроизводства и использования МСБ с перспективой на 10–15 лет. Опыт Баренцево-Карского шельфа показывает, что целенаправленные работы на нефть и газ начались здесь 35 лет назад (1972–1973 гг.), первоочередные объекты освоения – Штокмановское и Приразломное месторождения – открыты 20 лет назад (1988 г. и 1989 г.), а промышленная добыча до сих пор не начата. Поэтому, если думать всерьез об энергетическом обеспечении Северо-Востока и Дальнего Востока в целом, региональные геолого-геофизические исследования шельфа морей Восточной Арктики, в разумных пределах, должны быть возобновлены обязательно.

### НЕФТЕГАЗОВЫЙ РЕЗЕРВ БУДУЩЕГО

Говоря о нефтегазоносности Восточно-Арктического шельфа нашей страны, нельзя не коснуться такой нетрадиционной его части, как потенциальный «юридический» шельф России в глубоководной области СЛО. «Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г.» (вступила в силу в 1994 г.) предусмотрена возможность расширения юрисдикции прибрежного государства в отношении разведки и экс-

<sup>1</sup> Во ВНИИОкеангеология разработана конкретная программа этих работ с необходимыми технико-экономическими обоснованиями.

плуатации минеральных ресурсов в морских районах за пределы 200-мильной исключительной зоны, если будет доказано, что искомый район является естественным продолжением материкового склона.

Исходя из этого положения и опираясь на результаты более чем 20-летних целенаправленных исследований и масштабных натуральных экспериментов, российская сторона претендует на участок океанического дна площадью около 1,2 млн км<sup>2</sup>. Исторические и доказательные аспекты этой важной международно-правовой проблемы подробно рассмотрены в целом ряде публикаций, принадлежащих в том числе и авторам настоящей статьи [1, 7, 9]. Здесь же только напомним читателю, что принципиально подход сводится к доказательству геоисторического и структурного единства шельфа и соответствующего сегмента в океане. Отсюда, кстати, возвращаясь к предыдущему разделу, следует еще один довод в пользу усиления регионального изучения Восточно-Арктического шельфа: чтобы обеспечить надежную базу сравнения со стороны материка.

Искомый участок приурочен к Провинции Центрально-Арктических поднятий в Американо-Европейской суббассейне (хр. Ломоносова–Котловины Подводников–Макарова–поднятие Менделеева–Альфа–Чукотский купол). По сложившимся во ВНИИОкеангеология представлениям, эта область представляет собой геоисторически единый с примыкающим Восточно-Арктическим шельфом ансамбль континентальных структур, на неотектоническом этапе разделившийся на глубоководную и шельфовую области с сохранением доокеанических структурных связей.

Предполагается, что рассматриваемый треугольник обладает высокими перспективами нефтегазоносности. Очевидным основанием для этого, наряду с признаваемым эпиконтинентальным сценарием развития, является аномально высокая для океанов мощность осадочного чехла, который почти нигде на площади не опускается ниже 1,5–2 км, а во многих случаях достигает 5 км и более. Количественно прогнозные ресурсы разными авторами оцениваются в 4,9–10,0 млрд т н.э. При этом, исходя из расчетной площади в 1,2 млн км<sup>2</sup>, мы получим среднюю удельную плотность НСР, округленно, в 5–10 тыс. т/км<sup>2</sup>. Для сравнения, средняя плотность ресурсов по всему арктическому шельфу России составляет 20–25 тыс. т/км<sup>2</sup>.

Оспаривать названные цифры (равно как и соглашаться с ними) бесполезно: речь идет об экспертных, «волевых» оценках, сделанных на площадь в целом. По-настоящему достоверные сведения могла бы дать дифференцированная оценка нефтегазоносности по главным структурным элементам, однако для этого предстоит сделать очень многое:

1. Разработать научно-методические основы оценки перспектив нефтегазоносности глубоководных областей, адекватные и альтернативные разрабатываемой во ВНИИОкеангеология модели эволюции Северного Ледовитого океана.

2. Выполнить значительные объемы региональных геолого-геофизических исследований (среднемасштабные аэрогеофизические съемки, профилирование МОВ ОГТ, геологическое опробование, в идеале – глубоководное бурение). Это позволит перейти от сегодняшнего, по существу морфоструктурного районирования площади («внутриокеанические поднятия», «глубоководные впадины» и т.п.) к структурно-тектоническому, а затем и нефтегеологическому районированию и решить ряд конкретных геологических вопросов. Так, по мнению некоторых исследователей [6], океанические отложения в области Центрально-Арктических поднятий подстилаются комплексами древней рифейско-мезозойской платформы. Платформенные толщи могут, как, например, на Баренцевском шельфе, содержать наследуемые нефтегазоносные комплексы, повышая общий потенциал площади, однако их возможное распространение совершенно не изучено.

3. Самостоятельную ветвь исследований, выходящую за рамки собственно геологической службы, составляет технико-технологическое обеспечение будущего освоения нефтегазовых ресурсов глубоководья.

Выполнение названных в статье мероприятий по расширению минерально-сырьевой базы Восточно-Арктического шельфа России, включая и потенциальный «юридический» шельф в Северном Ледовитом океане, будет иметь существенное значение для укрепления энергетической и политической безопасности нашей страны в исторической перспективе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буценко В.В., Поселов В.А., Каминский В.Д., Липилин А.В. Строение литосферы и модель эволюции арктического бассейна в свете проблемы внешней границы континентального шельфа России в СЛО // Разведка и охрана недр. 2005. № 6. С. 14–26.
2. Виноградов В.А., Горячев Ю.В., Гусев Е.А., Супруненко О.И. Осадочный чехол Восточно-Арктического шельфа России и условия его формирования в системе материк–океан // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / Ред.: В.Л.Иванов, В.Д.Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 63–78.
3. Геология и полезные ископаемые России: В 6 т. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / Ред.: И.С.Граммберг, В.Л.Иванов, Ю.Е.Погребницкий, СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 468 с.
4. Глебовский В.Ю., Верба В.В., Каминский В.Д. Потенциальные поля Арктического бассейна: история изучения, аналоговые и современные цифровые обобщения // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / Ред.: В.Л.Иванов, В.Д.Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 93–109.
5. Иванов В.Л. Геологические предпосылки нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология / Гл.ред. Д.А.Додин, В.С.Сурков. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 202–208.
6. Кабаньков В.Я., Андреева И.А., Иванов В.Н., Петрова В.И. О геотектонической природе системы Центрально-Арктических морфоструктур и геологическое значение донных осадков в ее определении // Геотектоника. 2004. № 6. С. 33–48.
7. Поселов В.А., Каминский В.Д., Верба В.В., Поселова Л.Г., Глебов В.Б. Этапы исследований по проблеме юридического шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / Ред.: В.Л.Иванов, В.Д.Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 249–262.
8. Супруненко О.И., Иванов В.Л., Вискунова К.Г., Сулова В.В., Устрицкий В.И. Западно-Арктическая нефтегазоносная провинция: ресурсная база и перспективы освоения // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / Ред.: В.Л.Иванов, В.Д.Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 139–160.
9. Трухалев А.И., Поселов В.А. Историко-генетические и геодинамические связи поднятий Американо-Арктического бассейна со структурами Восточно-Арктического шельфа // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / Ред.: В.Л.Иванов, В.Д.Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 263–274.

V.L.IVANOV, V.D.KAMINSKY, V.A.POSELOV, O.I.SUPRUNENKO

#### REGIONAL GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL STUDIES OF THE ARCTIC SEASHELF AS A KEY TO THE GROWTH OF THE RUSSIA'S OIL AND GAS POTENTIAL

*The article indicates that the regional geological and geophysical studies in discovering and establishing the basis of the Russian Arctic sea shelf hydrocarbons are of extreme importance. The studies emphasize the necessity of the future development of these works. Parallel to the traditional geographic sea shelf, a «juridical» deep-sea Arctic basin may be considered as a possible object of resource finding activities. Its belonging to the continental margin of Eurasia is proved according to the UNO Convention on the law of the sea of 1982.*

*Keywords:* regional studies, oil and gas bearing, geographic sea shelf, juridical sea shelf.