

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
И РЕСУРСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ МОРЕЙ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

УДК 553.98:51

ГЕОЛОГИЯ, РЕСУРСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ ШЕЛЬФОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ  
РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

А.Э. Конторович<sup>1</sup>, М.И. Эпов<sup>1</sup>, Л.М. Бурштейн<sup>1</sup>, В.Д. Каминский<sup>2</sup>, А.Р. Курчиков<sup>1</sup>, Н.А. Малышев<sup>3</sup>,  
О.М. Прищепа<sup>4</sup>, А.Ф. Сафронов<sup>5</sup>, А.В. Ступакова<sup>6</sup>, О.И. Супруненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана,  
190121, Санкт-Петербург, Английский просп., 1, Россия

<sup>3</sup> Роснефть, 115035, Москва, Софийская наб., 26/1, Россия

<sup>4</sup> Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт,  
191014, Санкт-Петербург, Линейный просп., 39, Россия

<sup>5</sup> Институт проблем нефти и газа СО РАН, 677891, Якутск, ул. Октябрьская, 1, Россия

<sup>6</sup> Московский государственный университет, 119991, Москва, Ленинские горы, Россия

Резкое увеличение спроса на газ и на нефть в мире вызывает озабоченность энергетическим будущим человечества. В середине и второй половине XXI в. важную роль в обеспечении человечества нефтью и газом будут играть осадочные бассейны Северного Ледовитого океана, в том числе значительная его часть, сосредоточенная на шельфах российских морей. Дана краткая характеристика и оценка ресурсов Российского сектора шельфов морей Северного Ледовитого океана. С вероятностью 0.90 можно утверждать, что начальные геологические ресурсы углеводородов в нем в нефтяном эквиваленте больше 90 млрд т. Выполненные оценки позволяют считать, что на шельфах Северного Ледовитого океана в эти годы будет активно формироваться нефте- и газодобывающая промышленность.

*Нефть, газ, ресурсы, осадочные бассейны, Арктика.*

GEOLOGY AND HYDROCARBON RESOURCES OF THE CONTINENTAL SHELF  
IN RUSSIAN ARCTIC SEAS AND THE PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT

A.E. Kontorovich, M.I. Epov, L.M. Burshtein, V.D. Kaminskii, A.R. Kurchikov, N.A. Malyshev,  
O.M. Prischepa, A.F. Safronov, A.V. Stupakova, and O.I. Suprunenko

The overall jump in global demand for gas, and especially oil, gives rise to particular concern regarding mankind's energy future. In the middle and late 21st century, the crucial role in securing oil and gas supply of mankind will be played by sedimentary basins in the Arctic Ocean deep-water area, including those of the continental shelf in Russia's Arctic seas. There is a 0.90 probability that the initial in-place resources of hydrocarbons in the Arctic Ocean will be greater than 90 Btoe. The estimates predict the rise of oil and gas industries on the Arctic shelves in the near future.

*Oil, gas, resources, sedimentary basins, Arctic*

ВВЕДЕНИЕ

Резкое увеличение спроса на газ и особенно на нефть в мире вызывает справедливую тревогу и озабоченность энергетическим будущим человечества, что вполне обоснованно. Вместе с тем ресурсы нефти и газа еще далеки от истощения, что подтверждается результатами оценки, полученной американскими специалистами [Ahlbrandt et al., 2005]. Оценки, выполненные в ИНГГ СО РАН [Конторович, 2009], позволяют считать наиболее вероятным, что

— максимальная добыча нефти в мире будет достигнута в 2020—2030 гг.;

— максимальный уровень добычи нефти в мире будет составлять 4.6—4.8 млрд т/год;

— главными районами добычи нефти в море в этот период будут бассейн Персидского залива, Западная Сибирь, Восточная Сибирь;

© А.Э. Конторович, М.И. Эпов, Л.М. Бурштейн, В.Д. Каминский, А.Р. Курчиков, Н.А. Малышев, О.М. Прищепа, А.Ф. Сафронов, А.В. Ступакова, О.И. Супруненко, 2010

— будет активно формироваться нефте- и газодобывающая промышленность на шельфах Северного Ледовитого океана;

— уровень добычи нефти 4.2—4.5 млрд т/год можно будет удерживать до конца 40-х годов XXI в.;

— к концу XXI в. накопленная добыча нефти составит 470—500 млрд т, а годовая добыча 2.1—2.4 млрд т/год, т.е. опустится до уровня первой половины 70-х годов XX в.;

— необходимо, однако, иметь в виду, что выполненные оценки касаются ресурсов и запасов традиционной нефти. При росте цен на нефть, за счет увеличения добычи «тяжелой нефти» и переработки углеводородных ресурсов черных сланцев, добычу нефти на уровне 4.0—4.5 млрд т можно будет удерживать, по крайней мере, до конца XXI в. Но это будет дорогая нефть.

Как видно, в середине и второй половине XXI в. важную роль в обеспечении человечества нефтью и газом будут играть осадочные бассейны Северного Ледовитого океана, в том числе значительная его часть, сосредоточенная на шельфах российских морей. В настоящей работе будет дана краткая характеристика и оценка ресурсов Российского сектора шельфов морей Северного Ледовитого океана.

## **КОНЦЕПЦИЯ СТАДИЙНОСТИ РАЗВИТИЯ ОКЕАНОВ И.С. ГРАМБЕРГА КАК ИСХОДНАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ**

Российская наука имеет огромный опыт изучения геологии и оценки ресурсов углеводородов Арктических осадочных бассейнов. Формирование современных представлений о геологии и нефтегазоносности евразийской континентальной окраины России связано с именами Н.А. Гедройца, И.С. Грамберга, В.Н. Сакса, Н.А. Богданова, Ю.Н. Кулакова, М.Л. Вербы, Р.М. Деменицкой, В.Л. Иванова, Д.В. Лазуркина, Ю.Е. Погребницкого, Л.И. Ровнина, Д.С. Сорокова, О.И. Супруненко, В.Е. Хаина и др. [Богданов, Хаин, 1998; Бурлин, Шипелькивич, 2006; Филатова, Хаин, 2007; Хаин, Полякова, 2007; Хаин, Филатова, 2007; Хаин и др., 2009]. Наиболее значительный вклад в разработку и решение этой важнейшей проблемы внесла научная школа выдающегося исследователя геологии Арктики и Северного Ледовитого океана академика И.С. Грамберга [Грамберг и др., 1984, 1993, 2000, 2004; Салманов и др., 1993; Грамберг, Супруненко, 2002].

Для понимания геологии осадочных бассейнов Северного Ледовитого океана и примыкающих частей континентов большое значение имело выделение Арктического нефтегазоносного супербассейна [Грамберг и др., 1984] и развитая И.С. Грамбергом концепция стадийного развития океанов [Грамберг, 1993, 2001; Грамберг, Погребницкий, 1993]. Выполняя сравнительный анализ геологии и нефтегазоносности океанов Земли, И.С. Грамберг пришел к выводу, что существует четкая зависимость между масштабом нефтегазоносности континентальных окраин океанов и стадией их развития или уровнем геологической зрелости.

По И.С. Грамбергу, историю развития океанов можно разделить на три стадии — раннюю, зрелую и позднюю (древний океан). На ранней стадии формирования океанов осадочные бассейны, синхронные океану, отсутствуют или развиты слабо. Шельфовые окраины молодых океанов обширны по площади, но представлены осадочными бассейнами, унаследованными от предшествующих этапов тектонического развития. В Северном Ледовитом океане шельфовые окраины, которые древнее последнего, занимают порядка 55 % всей его площади. Вместе с тем нельзя исключать наличие в Северном Ледовитом океане достаточно мощных кайнозойских бассейнов, являющихся самостоятельным структурным ярусом, их основанием являются геологические тела осадочных бассейнов, унаследованных от предшествующих этапов тектонического развития.

На стадии зрелого океана осадочные бассейны в основном синхронны самому океану. Осадочные бассейны предшествующих этапов к этой стадии обычно разрушены либо погружены под вновь формирующиеся.

На стадии древнего океана, в условиях развития активных континентальных окраин, осадочные бассейны самые молодые. Они отвечают по возрасту последней стадии эволюции океана. Время жизни таких бассейнов сравнительно невелико. В составе их осадочного выполнения значительную роль играют продукты вулканизма.

И.С. Грамберг пришел к выводу, что наиболее богаты нефтью и газом континентальные окраины молодых океанов. Это заключение полностью подтверждается выполненными нами вероятностными оценками начальных ресурсов углеводородов в бассейнах Мирового океана. Северный Ледовитый океан — самый молодой, неогеновый.

Согласно оценке, выполненной в ИНГГ СО РАН, с вероятностью 0.95 можно утверждать, что начальные геологические ресурсы углеводородов в нем в нефтяном эквиваленте больше 90 млрд т. В зрелых океанах (Атлантическом и Индийском) эти оценки равны 40 и 35 млрд т соответственно. И, наконец, с той же вероятностью можно констатировать, что в древнем, Тихом, океане начальные ресурсы углево-

дородов превышают всего 10 млрд т. С той же вероятностью 0.95 можно считать, что начальные ресурсы углеводородов в Северном Ледовитом океане меньше 252 млрд т, в Атлантическом — меньше 70, в Индийском — 65 и в Тихом — меньше 25 млрд т.

### ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель настоящей статьи — дать краткое изложение результатов вероятностной оценки ресурсов углеводородов в Евразийских осадочных бассейнах России на шельфах морей Северного Ледовитого океана.

По тектонической природе, возрасту осадочного чехла и перспективам нефтегазоносности на евразийской континентальной окраине России выделен ряд крупных нефтегазоносных провинций (рис. 1). В западной части континентальной окраины это Западно- и Восточно-Баренцевоморская, Тимано-Печорская (Печорское море), Западно-Сибирская (Южно-Карская область) нефтегазоносные провинции, в восточной части — Восточно-Арктическая и Новосибирско-Чукотская нефтегазоносные провинции. Кроме этих провинций в центральной части шельфов арктических морей России выделены Северо-Карская и Лаптевская самостоятельные нефтегазоносные области.

Геолого-геофизическая изученность осадочных бассейнов на шельфах морей Северного Ледовитого океана крайне низкая, что затрудняет оценку ресурсов нефти и газа в них. Сравнительно лучше изучены осадочные бассейны западной части Российской Арктики в пределах Баренцева и Карского морей. На этих акваториях выполнен значительный объем геофизических исследований, пробурено несколько скважин, открыто 13 нефтяных и газовых месторождений. Геологическое изучение центральной и восточной частей Российской Арктики (шельфы моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей) современными геолого-геофизическими методами только начинается.

Для оценки ресурсов нефти и газа слабоизученных осадочных бассейнов лучше всего опираться на стохастическую регрессионную зависимость между начальными геологическими ресурсами нефти и газа и объемом осадочного выполнения в бассейне.

Элементы такого подхода к оценке начальных геологических ресурсов углеводородов в слабоизученных бассейнах можно найти еще в работах Л.Г. Уикса [Weeks, 1948, 1950]. Впервые седиментационные бассейны как объекты оценки были выделены М.Ф. Двали и Т.П. Дмитриевой [1976]. Они же предложили название метода оценки ресурсов «объемно-статистический».

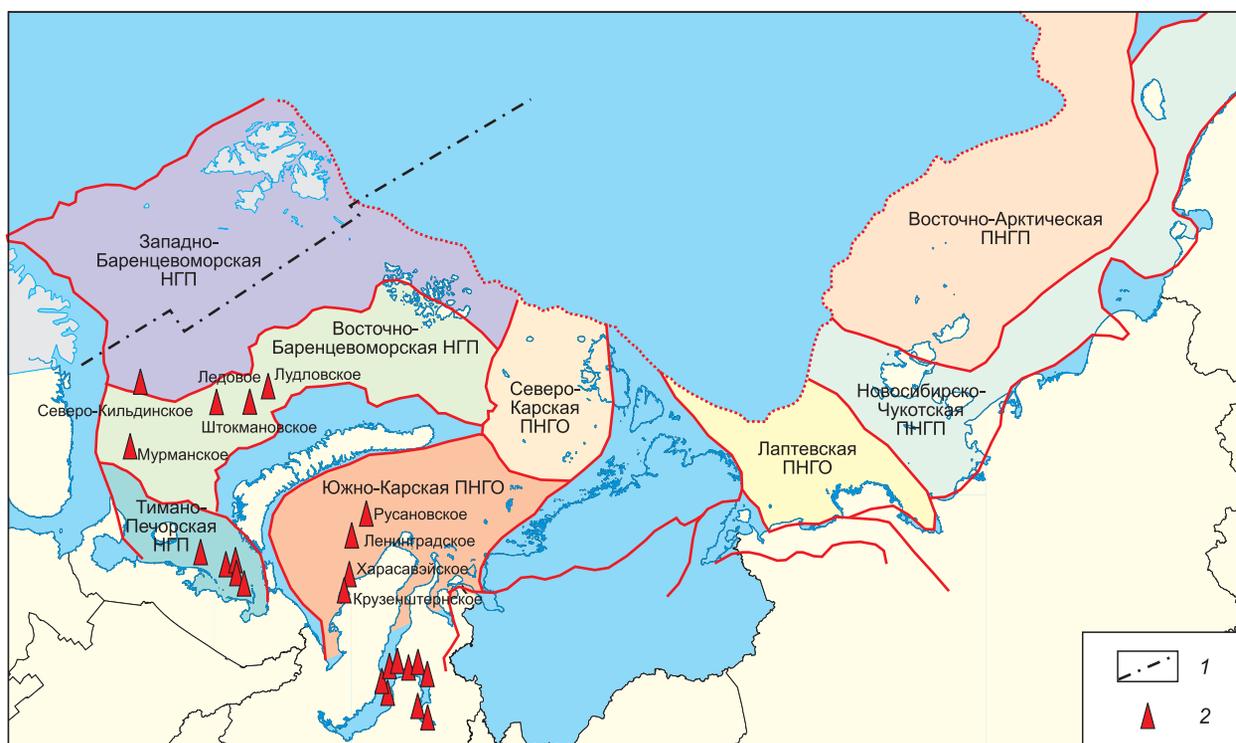


Рис. 1. Нефтегазоносные провинции арктического шельфа России.

1 — предполагаемая граница между Россией и Норвегией, 2 — месторождения углеводородов.

А.Э. Конторович с соавторами [Конторович и др., 1979, 1983, 1986, 1988] на основе анализа значительной выборки пришли к выводу, что лучше всего эмпирическая стохастическая зависимость между объемом неметаморфизованного осадочного выполнения бассейна  $V$  и начальными геологическими ресурсами углеводородов  $Q$  описывается уравнением вида

$$\ln Q = a + b \cdot \ln V. \quad (1)$$

Такой подход был апробирован во второй половине 70-х и в 80-е годы XX в. на примере осадочных бассейнов Сибирской платформы. Его эффективность была подтверждена последующими геолого-разведочными работами.

По последним статистическим данным (выборка из 93 хорошо изученных бассейнов) эта зависимость имеет вид

$$\ln Q = 4.52 + 0.95 \cdot \ln V.$$

$R = 0.81$ ,  $\sigma = 0.99$ , где  $R$  — коэффициент корреляции,  $\sigma$  — стандартное отклонение для логарифма  $Q$ . Метод позволяет получить как точечные, так и вероятностные оценки начальных геологических ресурсов углеводородов.

Уравнения типа (1) могут быть в некоторой степени уточнены за счет учета распределения осадочного выполнения по интервалам глубин, литологии пород, образующих бассейн, и их возраста.

Со середины 90-х годов прошлого века по инициативе И.С. Грамберга и авторов эта методика была использована во ВНИИокеангеологии и ИГНГ СО РАН (ныне ИНГГ СО РАН) для оценки ресурсов углеводородов осадочных бассейнов в российской части шельфа Северного Ледовитого океана. Результаты этих оценок приведены ниже.

#### **РЕСУРСЫ НЕФТИ, ПРИРОДНОГО ГАЗА И КОНДЕНСАТА ЕВРАЗИЙСКОГО ШЕЛЬФА МОРЕЙ РОССИИ**

Нефтегазоносные провинции западно-арктического шельфа Северной Евразии располагаются на Баренцево-Карской окраинно-континентальной плите и северной окраине Западно-Сибирской плиты (см. рис. 1).

**Нефтегазоносные провинции Баренцево-Карской плиты.** Мощность осадочного чехла Баренцево-Карской плиты достигает 20 км. Площадь перспективных для поисков нефти и газа акваторий равна 980 тыс. км<sup>2</sup>. Осадочный чехол сложен терригенно-карбонатными образованиями всех отделов палеозоя (Тимано-Печорская провинция), рифтогенными терригенными образованиями верхней перми—триаса и перекрывающими их синеклизными образованиями юры и мела. Нефтегазоносность этих бассейнов связана с тремя стратиграфическими комплексами — древним средневерхнепалеозойским платформенным, рифтогенным комплексом верхней перми—триаса и синеклизным, надрифтовым комплексом средней—верхней юры. Нефтегазоносность всех этих комплексов доказана. Залежи нефти и конденсатного газа в средневерхнепалеозойском комплексе выявлены на северном окончании Тимано-Печорской провинции (Печорское море — Приразломное, Долгинское, Варандей-море, Медунское и другие месторождения). Триасовый комплекс газоносен в Южно-Баренцевоморской впадине и нефтеносен на о-ве Колгуев. Уникальные газовые и газоконденсатные залежи Штокмановского, Ледового и Лудловского месторождений в юре расположены на Штокмановско-Лунинской мегаседловине, разделяющей Южно- и Северо-Баренцевскую впадины. Площади наибольших перспектив разных комплексов пространственно разделены.

Главными источниками нефти и газа в осадочном чехле Баренцево-Карской окраинно-континентальной плиты принято считать отложения среднего—верхнего палеозоя. Юрский комплекс отложений находится на небольших глубинах и в главную зону нефтеобразования («нефтяное окно») не погружался. Геологические данные указывают на широкое развитие при формировании месторождений в осадочном чехле Баренцево-Карской плиты процессов не только латеральной, но и вертикальной миграции углеводородов.

На Баренцево-Карской плите выделены Западно- и Восточно-Баренцевская, северное окончание Тимано-Печорской (Печорское море) и Северо-Карская провинции. Все они нефтегазоносны. С вероятностью 0.95 можно утверждать, что в них сосредоточено не менее 21 млрд т извлекаемых запасов нефти и не менее 34 трлн м<sup>3</sup> свободного газа. Полные сведения о результатах оценки начальных ресурсов углеводородов осадочного чехла Баренцево-Карской плиты показаны в табл. 1. Наиболее вероятная оценка извлекаемых ресурсов нефти на этой плите 35.3 млрд т и свободного газа 55.1 трлн м<sup>3</sup> (табл. 2).

**Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Южно-Карская нефтегазоносная область.** Южная часть акватории Карского моря представляет собой северное окончание Западно-Сибирского осадочного бассейна (рис. 2). Мощность юрско-меловых и кайнозойских пород в пределах этой, одной из наиболее глубоких депрессий в бассейне, превышает 12 км. Разрез осадочного чехла такой же, как и в

Таблица 1.

**Начальные ресурсы нефти, газа и конденсата осадочных бассейнов  
Евразийской континентальной окраины России (вероятностная оценка)**

Провинция, нефтегазоносная область	Возраст перспективных комплексов	Начальные ресурсы углеводородов (нефть, конденсат, газ попутный — извлекаемые, газ свободный — геологические)							
		нефть, млрд т		газ попутный, млрд м <sup>3</sup>		газ свободный, трлн м <sup>3</sup>		конденсат, млн т	
		95 <sup>+</sup>	95 <sup>-</sup>	95 <sup>+</sup>	95 <sup>-</sup>	95 <sup>+</sup>	95 <sup>-</sup>	95 <sup>+</sup>	95 <sup>-</sup>
Западно-Баренцевская	PZ <sub>3</sub> —MZ	5.0	18.0	160	580	5.0	14.0	25	70
Восточно-Баренцевская	PZ—CZ	12.0	35.0	1120	3350	25.0	75.0	125	380
Тимано-Печорская	PZ <sub>3</sub> —MZ	2.5	7.5	20	65	1.5	2.5	7	15
Северо-Карская	PZ—CZ	1.5	4.0	40	110	2.5	5.0	10	20
Южно-Карская	MZ	5.0	12.0	160	370	15.0	40.0	120	300
Лаптевская	PZ <sub>3</sub> —CZ	1.5	4.0	40	110	2.5	7.0	10	25
Восточно-Арктическая	PZ—CZ	4.0	10.0	12	30	3.0	8.0	13	27
Новосибирско-Чукотская	K—CZ	0.3	1.5	8	40	0.7	3.0	4	16
Всего		31.8	92.0	1560	4655	55.2	154.5	314	783

Примечание. 95<sup>+</sup> — с вероятностью 0.95 можно утверждать, что реальные ресурсы больше этой величины; 95<sup>-</sup> — с вероятностью 0.95 можно утверждать, что реальные ресурсы меньше этой величины.

Таблица 2.

**Начальные ресурсы нефти, газа и конденсата осадочных бассейнов  
Евразийской континентальной окраины России (наиболее вероятная оценка)**

Провинция, нефтегазоносная область	Возраст перспективных комплексов	Начальные ресурсы углеводородов (нефть, конденсат, газ попутный — извлекаемые, газ свободный — геологические)			
		нефть, млрд т	газ попутный, млрд м <sup>3</sup>	газ свободный, трлн м <sup>3</sup>	конденсат, млн т
Западно-Баренцевская	PZ <sub>3</sub> —MZ	9.0	300	8.0	40
Восточно-Баренцевская	PZ—CZ	20.0	1863	41.0	205
Тимано-Печорская	PZ <sub>3</sub> —MZ	4.0	35	1.8	10
Северо-Карская	PZ—CZ	2.3	63	3.3	13
Южно-Карская	MZ	7.0	230	23.0	180
Лаптевская	PZ <sub>3</sub> —CZ	2.3	63	4.2	15
Восточно-Арктическая	PZ—CZ	6.0	18	4.7	17
Новосибирско-Чукотская	K—CZ	0.7	19	1.1	8
Всего		51.3	2449	87.1	488
Итого УУВ, млрд т		141.3			

северной части бассейна на суше (рис. 3). Отличие состоит в том, что главный генератор нефти в Западно-Сибирском бассейне — баженовская свита в акватории Карского моря — находится на больших глубинах и уровень зрелости (катагенетической преобразованности) органического вещества в ней весьма высок. Отражательная способность витринита на большей части акватории превышает 0.85 %, а в наиболее погруженной части депрессии превышает 2 %. Еще большие катагенетические преобразования претерпело органическое вещество в породах нижней и средней юры. На значительной части Южно-Карской синеклизы отражательная способность витринита в органическом веществе в основании юрского разреза превышает 3.5 %. Это означает, что большая часть юрских нефтегазопроизводящих пород генерировала в позднем мелу и кайнозое преимущественно сухой метановый газ, а образовавшиеся на более ранних этапах геологической истории нефти подверглись катагенетическим преобразованиям. В нижнемеловом комплексе Южно-Карской нефтегазоносной области можно ожидать открытия залежей конденсатного газа, легкой нефти, а также нефтегазоконденсатных залежей. В провинции открыто два гигантских газовых месторождения — Ленинградское и Русановское.

Выполненная оценка позволяет с вероятностью 0.95 утверждать, что извлекаемые ресурсы нефти в Южно-Карской области Западно-Сибирской плиты превышают 5 млрд т и газа 15 трлн м<sup>3</sup>. Полные сведения о результатах оценки начальных ресурсов углеводородов в осадочном чехле этой области показаны в табл. 1. Наиболее вероятная оценка извлекаемых ресурсов нефти в Южно-Карской области 7 млрд т и свободного газа 23 трлн м<sup>3</sup> (см. табл. 2).

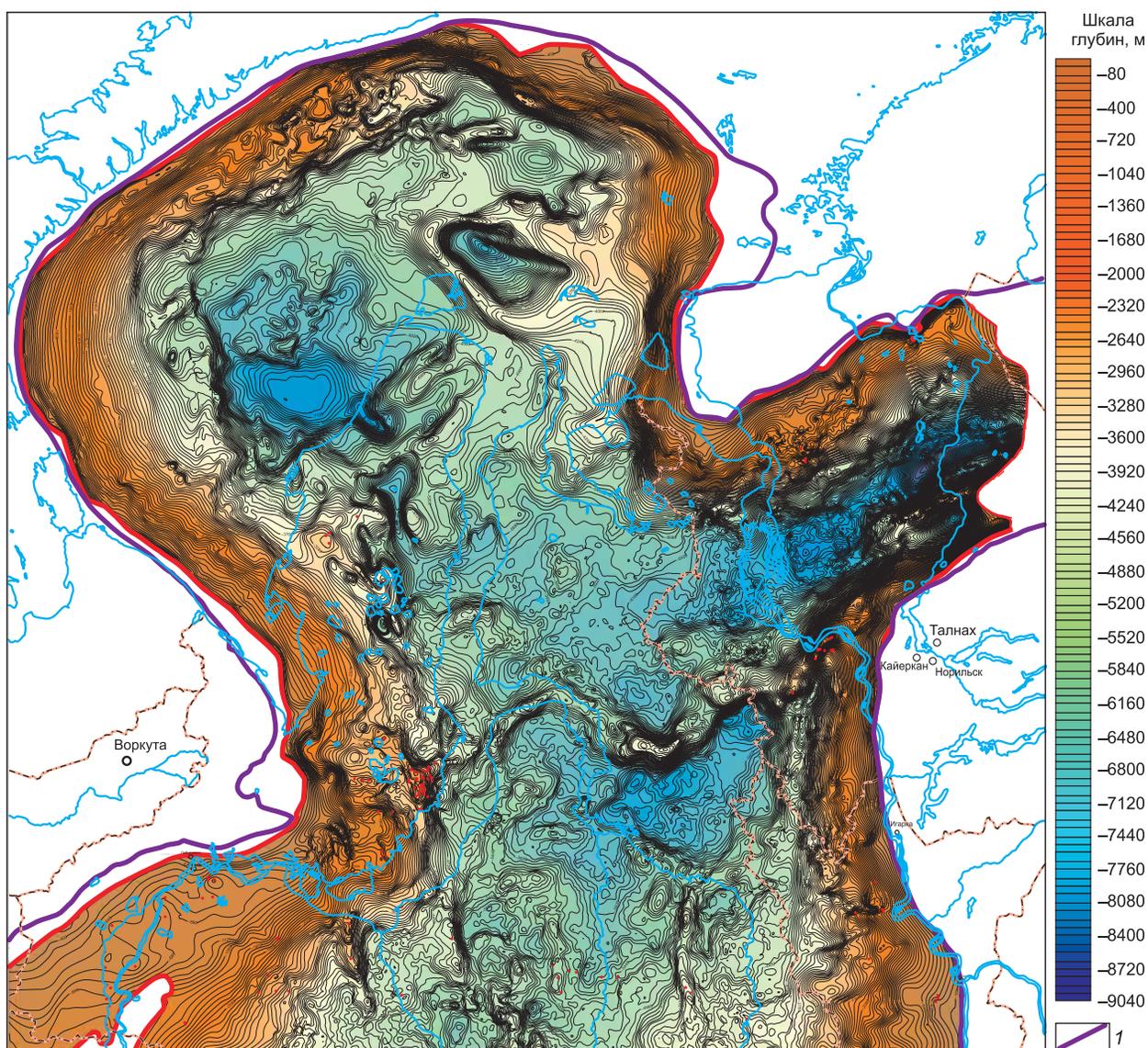


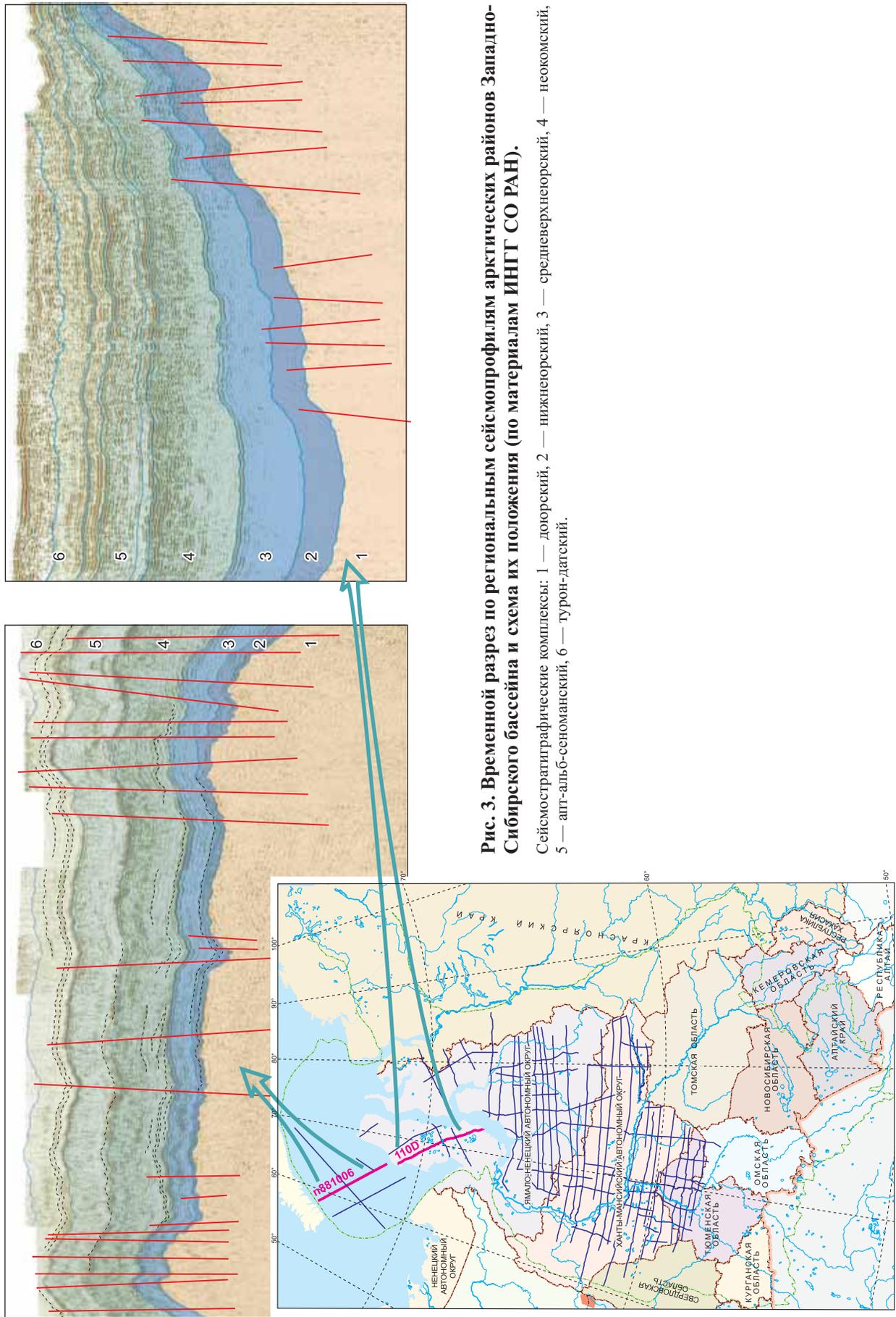
Рис. 2. Структурная карта арктических районов Западно-Сибирского бассейна по основанию юрского структурного яруса (ред. А.Э. Конторович).

1 — граница Западно-Сибирского бассейна.

**Лаптевская нефтегазоносная область** представляет собой подводную окраину Сибирской платформы. По аналогии с последней можно предполагать, что геологический разрез этой акватории образован карбонатными и терригенно-карбонатными породами верхнего протерозоя, палеозоя и мезозоя. Структура отложений изучена слабо.

В Лаптевской нефтегазоносной области источником углеводородов могли быть отложения от верхнего протерозоя до мела включительно. Более всего обогащены аквагенным органическим веществом аргиллиты венда (хатыспытская свита) и среднего кембрия (юнкюлят-юряхская свита). Они, вероятнее всего, и были главными генераторами нефти в области. Мезозойские отложения могли генерировать только газ. Вместе с тем есть основания предполагать значительные мощности в провинции кайнозойских отложений, в частности, в дельте р. Лена. С ними могут быть связаны большие ресурсы углеводородов. Проблема требует дальнейшего исследования.

Согласно выполненной оценке, с вероятностью 0.95 можно утверждать, что в Лаптевской нефтегазоносной области сосредоточено не менее 1.5 млрд т извлекаемых запасов нефти и не менее 2.5 трлн м<sup>3</sup> свободного конденсатного газа. Полные сведения о результатах оценки начальных ресурсов углеводородов осадочного чехла этой области показаны в табл. 1. Наиболее вероятная оценка извлекаемых ресурсов нефти в Лаптевской области 2.3 млрд т нефти и 4.2 трлн м<sup>3</sup> свободного газа (см. табл. 2).



**Рис. 3. Временной разрез по региональным сейсмопрофилям арктических районов Западно-Сибирского бассейна и схема их положения (по материалам ИНГГ СО РАН).**

Сейсмостратиграфические комплексы: 1 — доюрский, 2 — нижнеюрский, 3 — средневерхнеюрский, 4 — неокомский, 5 — апт-альб-сеноманский, 6 — турон-датский.

**Восточно-Арктическая и Новосибирско-Чукотская нефтегазоносные провинции** изучены менее всего. По имеющимся геологическим данным, нижний структурный ярус осадочного чехла этих провинций образован карбонатными, терригенно-карбонатными и терригенными породами палеозоя и мезозоя. Он перекрыт вулканогенно-осадочными породами верхнего мела и кайнозоя.

В Новосибирско-Чукотской нефтегазоносной провинции основными источниками жидких углеводородов являлись обогащенные аквагенным органическим веществом нижнесреднедевонские и нижне-среднетриасовые осадочные толщи. Мощным генератором газа могли быть терригенные породы перми и карбона. По Восточно-Арктической провинции аналогичная информация отсутствует.

По общегеологическим критериям большими перспективами обладает Восточно-Арктическая провинция. С вероятностью 0.95 можно утверждать, что в этой провинции сосредоточено не менее 4 млрд т извлекаемых запасов нефти и не менее 3 трлн м<sup>3</sup> свободного конденсатного газа. Полные сведения о результатах оценки начальных ресурсов углеводородов осадочного чехла этой провинции приведены в табл. 1. Наиболее вероятная оценка извлекаемых ресурсов нефти в Восточно-Арктической провинции 6 млрд т нефти и 4.7 трлн м<sup>3</sup> свободного газа (см. табл. 2).

Оценка начальных извлекаемых ресурсов нефти и газа Новосибирско-Чукотской нефтегазоносной провинции значительно скромнее. С вероятностью 0.95 можно считать, что в этой провинции сосредоточено не менее 300 млн т извлекаемых запасов нефти и не менее 700 млрд м<sup>3</sup> свободного конденсатного газа. Полные сведения о результатах оценки начальных ресурсов углеводородов осадочного чехла этой провинции показаны в табл. 1. Наиболее вероятная оценка извлекаемых ресурсов нефти в Новосибирско-Чукотской провинции 700 млн т нефти и 1.1 трлн м<sup>3</sup> свободного газа (см. табл. 2).

Суммируя все изложенное отметим, что на российских шельфах и в глубоководных зонах Северного Ледовитого океана сосредоточено около 52 млрд т нефти и конденсата и около 90 млрд м<sup>3</sup> газа.

Для объективности необходимо заметить, что во второй половине 2008 г. Американское геологическое общество (USGS) опубликовало оценку ресурсов углеводородов, существенно меньшую, чем даже вероятностная оценка «снизу», приведенная выше [Bird et al., 2008; Gautier et al., 2009]. Согласно этой оценке, углеводородный потенциал Северного Ледовитого океана вместе с прилегающими территориями арктических нефтегазоносных бассейнов, особенно по нефти, значительно меньше, чем считают российские эксперты. Анализ показывает, что наиболее низко оценены российские бассейны. Объективно такая оценка может резко уменьшить интерес к проведению геолого-разведочных работ в Северном Ледовитом океане, что вредно, поскольку неверно ориентирует неспециалистов, снижает интерес к инвестициям в поиски нефти и газа на шельфах океана и не имеет под собой убедительных геологических оснований.

Не ясно, является ли эта оценка результатом научных исследований, а не политических или конкурентных коммерческих решений. О том, что подобное бывало, недавно признал Президент США Барак Обама. В речи на ежегодном собрании Национальной академии наук США 27 апреля 2009 г. он сказал: «Мы возвращаем науке ее законное место... Закончилось время, когда наука следовала за идеологией...» и добавил, что поручил обеспечить, чтобы «федеральная политика базировалась на самой достоверной и наиболее объективной научной информации».

Важно напомнить об истории поисков крупных нефтегазоносных бассейнов на территории России. В свое время скептики предсказывали, что русские геологи не найдут большой нефти в Западной Сибири, что нецелесообразно искать нефть и газ в древних протерозойских и нижнепалеозойских толщах Восточной Сибири. Жизнь, реальная геолого-разведочная практика убедительно показали необоснованность подобных утверждений. Авторы убеждены, что такая же судьба постигнет и эту оценку, выполненную специалистами USGS.

## **ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ПО ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ, ВЫЯВЛЕНИЮ, РАЗВЕДКЕ И ПОДГОТОВКЕ К РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ШЕЛЬФАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ**

Подготовка на шельфах арктических морей России сырьевых баз для формирования новых центров добычи нефти и газа имеет стратегический характер и будет играть очень важную роль в обеспечении национальной безопасности страны. При этом нужно отдавать себе отчет, что Арктическая зона Российской Федерации богата не только традиционными ресурсами нефти и газа. На этих территориях и акваториях располагаются уникальные месторождения алмазов, платины, золота, руды цветных и редких металлов, тяжелых нефтей, гидратного газа. Поэтому изучение геологии и минерально-сырьевого потенциала Арктической зоны Российской Федерации — задача, требующая последовательно системного подхода (см. статью Н.Л. Добрецова, Н.П. Похиленко в этом номере).

Россия всегда придавала большое значение изучению Арктики. М.В. Ломоносову принадлежат слова, что могущество российское будет прирастать Сибирью и Северным Ледовитым океаном. Этот научный прогноз в течение нескольких столетий был в центре внимания и лежал в основе государствен-

ной политики страны. Широко известны российские экспедиции в Арктику и в Северный Ледовитый океан в XVIII и XIX веках, а также в начале XX в. Геологические исследования в низовьях Енисея, которые привели к открытию уникальных месторождений Норильского района, были начаты воспитанником Томского технологического института (ныне Политехнического университета) Н.Н. Урванцевым в 1919—1920 гг.

15 апреля 1926 г. Президиум ЦИК СССР принял постановление «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане». В 30-е годы прошлого столетия был создан Северный морской путь и его администрация. Именно Главсевморпуть организовал в эти годы поиски нефти на всей арктической территории Советского Союза. В годы войны были открыты небольшие нефтяные месторождения в районе бух. Нордвик. Геолог В.Н. Сакс, в будущем чл.-кор. АН СССР, один из основателей Сибирского отделения Академии наук, в результате экспедиционных работ, выполненных в годы Великой Отечественной войны, в 1945 г. обосновал необходимость поисков месторождений нефти и газа на севере Западной Сибири, в низовьях Надыма и Пура. Этот прогноз полностью подтвердился. Сегодня северные территории Западной Сибири (Ямало-Ненецкий автономный округ) — главный центр добычи природного газа в мире. На северо-западе Красноярского края завершена разведка гигантского Ванкорского нефтяного месторождения. Крупные месторождения нефти и газа открыты в Республике Коми и Архангельской области, в Баренцевом и Карском морях.

Сегодня на повестке дня геологическое изучение и поиски месторождений нефти и газа на шельфах всех российских морей в Северном Ледовитом океане.

Вместе с тем нужно отдавать себе отчет, что это задача чрезвычайно сложная и инвестиционно емкая. Для эффективных поиска, разведки и разработки морских месторождений углеводородов на шельфах морей Северного Ледовитого океана потребуются принципиально новые научные решения, технологии, оборудование, транспортные средства. Существует мнение, что по сложности эта задача может быть поставлена в один ряд только с задачей освоения космоса. По этой причине освоение богатств Российского севера потребует интенсивного развития фундаментальной и прикладной науки.

Освоение ресурсов нефти и газа на шельфах морей и в глубоководных зонах Северного Ледовитого океана — задача долгосрочная, связанная с большими геологическими и экономическими рисками и требующая огромных инвестиций, которые будут давать весомую отдачу только через двадцать—тридцать лет.

Возможны два пути решения задачи выявления и освоения ресурсов нефти, газа и других полезных ископаемых в Арктической зоне Российской Федерации. Первый путь — в рамках действующей системы недропользования. Однако опыт последних десятилетий показал, что российские (и западные) нефтегазовые компании крайне неохотно инвестируют геолого-разведочные работы и даже освоение новых уже открытых месторождений. В результате с 1994 г. наша страна регулярно добывает нефти и газа больше, чем открывает новых месторождений, и приращивает на них запасы нефти и газа даже в районах с развитой нефтегазодобычей и имеющейся транспортной инфраструктурой.

Перед ведущими газовыми и нефтяными компаниями России в ближайшие годы будут стоять крайне сложные, инвестиционно емкие задачи — освоение месторождений Ямала, Штокмановского месторождения, прирост запасов нефти и газа в Западной Сибири, освоение и ввод в разработку месторождений Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия), выявление новых месторождений и подготовка запасов нефти для обеспечения второй очереди нефтепровода «Восточная Сибирь—Тихий океан», создание мощных комплексов по переработке природного газа, создание нефтехимических кластеров в Западной и Восточной Сибири. Объем инвестиций компаний недропользователей в геологоразведку необходимо увеличить в 6—7 раз.

Решение всех этих задач до 2020 г. крайне важно для устойчивой деятельности и развития нефтегазового комплекса, экономики России. В этих условиях в создание новых технологий для поисков нефти и газа, а также в геолого-разведочные работы на шельфах арктических морей главные нефтяные компании России инвестировать не смогут, либо будут инвестировать по остаточному принципу.

Поэтому важно понимать, что освоение минеральных ресурсов на шельфах морей Северного Ледовитого океана, прежде всего нефти и газа, геологические и экономические риски, связанные с этим, должно взять на себя государство.

Необходимо разработать государственный план для решения всего этого комплекса задач, включая финансирование геологоразведки, фундаментальных и прикладных научных исследований и создать государственный орган для системного управления реализацией этой программы. Кроме того, нужно создать крупную государственную компанию, на которую будет возложено проведение региональных, поисково-оценочных и разведочных работ и освоение месторождений с учетом экологических проблем.

Решение научных задач должно быть возложено на Российскую академию наук и отраслевые институты. Необходимо разработать государственную программу научных исследований по этому приоритетному направлению развития России, имея в виду решение в ней не только фундаментальных, техно-

логических, горно-геологических, экологических, но и гуманитарных задач социально-экономического развития регионов.

В ближайшие годы нужно завершить геологические и геофизические исследования и работы по научному обоснованию внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане. Значительный объем работ МПР России и ВНИИОкеангеология для решения этой задачи уже выполнен.

Особенно необходимо разработать программу подготовки специалистов для работы в условиях Крайнего Севера с высшим и техническим образованием, а также рабочих.

## **РОЛЬ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА РЕСУРСАМИ УГЛЕВОДОРОДОВ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XXI ВЕКА**

Обобщая данную выше характеристику результатов оценки углеводородного потенциала евразийских шельфов Северного Ледовитого океана, а также океана в целом [Граumberг, 1993, 2001; Граumberг, Погребницкий, 1993] необходимо сделать несколько важных замечаний.

1. По ресурсам нефти и газа Арктический нефтегазоносный супербассейн, в частности, евразийские шельфы Северного Ледовитого океана должны быть поставлены в один ряд с крупнейшими нефтегазоносными бассейнами мира, такими как бассейны Персидского залива и Западно-Сибирский. Освоение ресурсов евразийских шельфов Северного Ледовитого океана позволит России частично удовлетворить свои потребности в этих энергоресурсах и экспортные обязательства в рамках международных соглашений уже в ближайшие десятилетия, но особенно во второй половине XXI в. Одновременно добыча нефти и газа на этих шельфах создаст для России возможности и в перспективе являться крупнейшим экспортером энергоресурсов на мировой рынок в условиях формирующегося в настоящее время при активном участии России нового энергетического порядка.

2. Поскольку геолого-геофизическая изученность евразийских шельфов Северного Ледовитого океана, особенно шельфов Восточно-Сибирского и Чукотского морей, еще очень низкая, выполненные оценки следует рассматривать как предварительные. Опыт работ российских геологов в Волго-Уральской, Западно-Сибирской, Лено-Тунгусской и других провинциях в ходе региональных геологических исследований, поисковых и разведочных работ показывает, что эти оценки обычно увеличиваются.

3. Во второй половине XXI в. добыча углеводородов в Арктическом нефтегазоносном супербассейне будет иметь в обеспечении энергоресурсами человечества не меньшее значение, чем сегодня играют бассейны Персидского залива и Западно-Сибирский. Геологическое строение и природные условия Северного Ледовитого океана требуют принципиальной модернизации методов поисков, разведки, добычи, подготовки и транспорта нефти и газа. Северный Ледовитый океан и его ресурсы не являются достоянием какой-то одной страны. Это серьезный резерв для обеспечения энергоресурсами в рамках действующих международных соглашений всего человечества. Значит, над совершенствованием методов освоения ресурсов углеводородов Арктического нефтегазоносного супербассейна и созданием соответствующих аппаратуры и оборудования должны работать ученые и инженеры всех развитых стран. При освоении углеводородного потенциала Северного Ледовитого океана перед человечеством будет стоять двуединая задача. Взять из недр Земли эти ресурсы и не нарушить при этом прекрасную и неповторимую природу Арктики.

### **ЛИТЕРАТУРА**

**Богданов Н.А., Хаин В.Е.** Объяснительная записка к Тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири (м-б 1:2 500 000). М., Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 1998, 128 с. и карты 2 листа.

**Бурлин Ю.К., Шипелькевич Ю.В.** Основные черты тектонического развития осадочных бассейнов в западной части шельфа Чукотского моря и перспективы их нефтегазоносности // Геотектоника, 2006, № 2, с. 65—82.

**Граumberг И.С.** Эволюционный ряд современных океанов // Региональная геология и металлогения, 1993, № 1, с. 53—62.

**Граumberг И.С.** Сравнительная геология и минерагения океанов и их континентальных окраин с позиций стадийного развития океанов // Геотектоника, 2001, № 6, с. 3—19.

**Граumberг И.С., Погребницкий Ю.Е.** Геодинамическая система, глубинное строение и структурная эволюция Северного Ледовитого океана // Эволюция геологических процессов в истории Земли. М., Наука, 1993, с. 146—158.

**Граumberг И.С., Супруненко О.И.** Нефтегазоносные и перспективные осадочные бассейны евразийской континентальной окраины России // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геология. СПб., ВНИИОкеангеология, 2002, с. 421—429.

**Грамберг И.С., Кулаков Ю.Н., Погребницкий Ю.Е., Сороков Д.С.** Арктический нефтегазоносный супербассейн // Нефтегазоносность Мирового океана. Л., ПГО «Севморгеология», 1984, с. 7—21.

**Грамберг И.С., Сороков Д.С., Супруненко О.И.** Нефтегазовые ресурсы российского шельфа // Разведка и охрана недр, 1993, № 8, с. 8—11.

**Грамберг И.С., Супруненко О.И., Лазуркин Д.В.** Нефтегазовый потенциал Северного Ледовитого океана // Геологическое строение и геоморфология Северного Ледовитого океана в связи с проблемой внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктическом бассейне / Под ред. И.С. Грамберга, А.А. Комарицына. СПб., ВНИИОкеангеология, 2000, с. 31—38.

**Грамберг И.С., Иванов В.Л., Погребницкий Ю.Е.** Геология и полезные ископаемые России. В 6 т. Т. 5. Арктические и Дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря. СПб., ВСЕГЕИ, 2004, 468 с.

**Двали М.Ф., Дмитриева Т.П.** Объемно-статистический метод подсчета прогнозных запасов нефти и газа. Л., Недра, 1976, 111 с.

**Конторович А.Э.** Оценка мировых ресурсов и прогноз уровней добычи нефти в мире в XXI веке // Геология и геофизика, 2009, т. 50 (4), с. 322—329.

**Конторович А.Э., Моделевский М.С., Трофимук А.А.** Принципы классификации седиментационных бассейнов (в связи с их нефтегазоносностью) // Геология и геофизика, 1979 (2), с. 3—11.

**Конторович А.Э., Демин В.И., Бакулина Т.В.** Методология и опыт теоретико-вероятностной оценки ресурсов нефти и газа в осадочной оболочке Земли как целостной системе // Геология и геофизика, 1983 (7), с. 21—29.

**Конторович А.Э., Моделевский М.С., Трофимук А.А., Бурштейн Л.М., Гуревич Г.С., Данильченко Л.А.** Возраст седиментационных бассейнов и его влияние на ресурсы углеводородов // Советская геология, 1986, № 10, с. 12—18.

**Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Гуревич Г.С., Демин В.И., Лившиц В.Р., Моделевский М.С., Страхов И.А., Вымятнин А.А., Растегин А.А.** Количественная оценка перспектив нефтегазоносности слабоизученных регионов. М., Недра, 1988, 223 с.

**Салманов Ф.К., Грамберг И.С., Клещев К.А., Грейс Дж., Шпильман В.И., Мясникова Г.П., Змановский Н.И.** Углеводородный потенциал Арктических бассейнов — будущее энергетики мира // Минеральные ресурсы России (экономика и управление), 1993, № 6, с. 38—56.

**Филагова Н.И., Хаин В.Е.** Тектоника Восточной Арктики // Геотектоника, 2007, № 3, с. 3—29.

**Хаин В.Е., Полякова И.Д.** Седиментационные бассейны и перспективы нефтегазоносности шельфа Восточной Арктики // Океанология, 2007, т. 47, № 1, с. 116—128.

**Хаин В.Е., Филагова Н.И.** Основные этапы тектонического развития Восточной Арктики // Докл. РАН, 2007, т. 415, № 4, с. 518—523.

**Хаин В.Е., Полякова И.Д., Филагова Н.И.** Тектоника и нефтегазоносность Восточной Арктики // Геология и геофизика, 2009, т. 50 (4), с. 443—461.

**Ahlbrandt T.S., Charpentier R.R., Klett T.R., Schmoker J.W., Schenk C.J., Ulmishek G.F.** Global resource estimates from total petroleum systems. AAPG, 2005, Mem. 86, 324 p.

**Bird K.J., Charpentier R.R., Gautier D.L., Houseknecht D.W., Klett T.R., Pitman J.K., Moore T.E., Schenk C.J., Tennyson M.E., Wandrey C.J.** Circum-Arctic resource appraisal; estimates of undiscovered oil and gas north of the Arctic Circle. U.S. Geological Survey Fact Sheet 2008, № 3049, 4 p. <http://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/>.

**Gautier D.L., Bird K.J., Charpentier R.R., Grantz A., Houseknecht D.W., Klett T.R., Moore T.E., Pitman J.K., Schenk C.J., Schuenemeyer J.H., Sørensen K., Tennyson M.E., Valin Z.C., Wandrey C.J.** Assessment of undiscovered oil and gas in the Arctic // Science, 2009, v. 324, № 5931, p. 1175—1179.

**Weeks L.G.** Highlights on 1947 developments in foreign petroleum fields // AAPG Bull., 1948, v. 32, p. 1093—1160.

**Weeks L.G.** Discussion of «Estimates of undiscovered petroleum reserves by A.I. Levorsen» // Proceedings of the United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 1950, v. 1, p. 107—110.

*Поступила в редакцию  
22 июня 2009 г.*