

УДК 553.98 (985)

DOI 10.31087/0016-7894-2018-6-5-33

Тектоническое строение и нефтегазоносность осадочного чехла Западной Арктики и сопредельных регионов

© 2018 г. | В.С. Шеин, А.В. Алференок, С.Л. Каламкарров, А.А. Книппер, В.А. Шеин

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; sheinvs@mail.ru; alferenok@mail.ru; kalamkarov@vnigni.ru; knipper@vnigni.ru; vashein@mail.ru

Поступила 10.05.2018 г.

Принята к печати 13.08.2018 г.

Ключевые слова: *Западная Арктика; осадочный чехол; тектонические комплексы; классификация структур; перспективы нефтегазоносности.*

Осадочный чехол рассматриваемого региона накапливался в пределах рифтов (континентальных и океанических), над-рифтовых депрессий, пассивных континентальных палеоокраин, предорогенных прогибов и других структур, образуя структуры от крупнейших (площадью 200–5000 тыс. км²) до небольших (площадью 0,32–0,013 тыс. км²) и мелких (площадью 0,013–0,0005 тыс. км²). Разработана классификация структур региона. Составлены карты размещения крупнейших, крупных, средних и небольших структур Западной Арктики. Установлено, что уникальные по запасам месторождения углеводородов связаны со средними структурами III и IV порядков, крупные — IV и V, средние — с небольшими структурами V и VI порядков, мелкие — VI–VIII порядков. Оценены перспективы нефтегазоносности осадочного чехла. Наиболее перспективны разрезы эпирифтового комплекса, в меньшей мере — рифтового и предрифтового комплексов. Намечена очередность освоения наиболее перспективных структур шельфа Баренцева моря: 1 — рифовые и органогенные постройки и структуры Владимирская и Восточная Кольско-Канинской пассивной окраины; 2 — свод Федынского, 3 — Лунинская; 4 — Адмиралтейская структуры и на шельфе Карского моря: 1 — Нярмейская и Скуратовская, 2 — Северо-Харасавейская, 3 — Рогозинская и Викуловская, 4 — Западно-Шараповская структуры. Классификацию структур осадочного чехла предлагается использовать при проведении нефтегазопоисковых работ и оценке ресурсов углеводородов различных регионов России.

Для цитирования: Шеин В.С., Алференок А.В., Каламкарров С.Л., Книппер А.А., Шеин В.А. Тектоническое строение и нефтегазоносность осадочного чехла Западной Арктики и сопредельных регионов // Геология нефти и газа. – 2018. – № 6. – С. 5–33. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-6-5-33.

Sedimentary cover of the Western Arctic and neighbouring regions: tectonic framework and petroleum potential

© 2018 | V.S. Shein, A.V. Alferenok, S.L. Kalamkarov, A.A. Knipper, V.A. Shein

FGBU «All-Russian Research Geological Oil Institute», Moscow, Russia; sheinvs@mail.ru; alferenok@mail.ru; kalamkarov@vnigni.ru; knipper@vnigni.ru; vashein@mail.ru

Received 10.05.2018

Accepted for publication 13.08.2018

Key words: *Western Arctic; sedimentary cover; tectonic complexes; classification of structures; petroleum potential.*

Sedimentary cover of the region under consideration was accumulated within continental and oceanic rifts, above-rift depressions, passive continental paleo-margins, pre-orogenic troughs, etc., forming structures from the largest (acreage 200–5000 thousand km²) to moderate (0.32–0.013 thousand km²) and small (0.013–0.005 thousand km²). Classification of structures in Western Arctic Region and neighbouring territories according to size and formation conditions is developed. Structures of sedimentary cover and deep plate tectonic structures are assigned to separate classes. Structures of sedimentary cover are classified into 5 ranks and 10 orders according to their scale. Deep plate tectonic structures are classified into 2 ranks and 4 orders. Maps of the largest, large, medium, and small structures of Western Arctic are created. It is found that fields containing unique HC reserves are associated with medium structures of III and IV order, large — IV and V, medium — with moderate structures of V and VI order, and small — VI–VIII orders. Petroleum potential of sedimentary cover is evaluated. Sections of epi-rift tectonic complex, West Siberian, and Barents megadepressions are most promising, as well as rift and passive-margin complexes of the Timan-Pechora passive continental paleo-margin. Rift and pre-rift complexes of West Siberian and Barents above-rift megadepressions are less promising. Prospects of deepwater depressions within the Arctic mega-basin are minor, except for the eastern Pre-Laptev Sea closing. Exploration priority for the most promising structures in the Barents Sea shelf is outlined as follows: 1 — reef and organogenic buildups and structures: Vladimirsky and Vostochny (Kola-Kaninsky passive margin); 2 — Fedynsky arch; 3 — Luninsky; 4 — Admiralteisky structure; and on the Kara Sea shelf the structures are: 1 — Nyarmeisky and Skuratovsky; 2 — North Kharasaveisky; 3 — Rogozinsky and Vikulovsky; 4 — West Sharapovsky. We propose to use the classification of sedimentary cover structures in exploration and prospecting for oil and gas, and hydrocarbon resources assessment in different Russian regions.

For citation: Shein V.S., Alferenok A.V., Kalamkarov S.L., Knipper A.A., Shein V.A. Sedimentary cover of the Western Arctic and neighbouring regions: tectonic framework and petroleum potential. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology*. 2018;(6):5–33. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-6-5-33.

Характеристика структур и нефтегазоносность осадочного чехла Западной Арктики описаны в многочисленных работах, в том числе Д.А. Астафьева, А.П. Афанасенкова, В.А. Балдина, В.А. Басова, Н.А. Богданова, В.И. Богоявленского, М.А. Вербы, В.А. Вержбицкого, В.С. Винниковского, В.А. Виноградова, И.Ю. Винокурова, В.П. Гаврилова, И.С. Грамберга, Л.П. Зоненшайна, Б.И. Кима, К.А. Клещева, А.Э. Конторовича, В.А. Конторовича, К.Н. Кравченко, Н.А. Малышева, Л.С. Маргулиса, В.Н. Мартиросяна, А.М. Никишина, Ю.П. Погребницкого, Б.В. Сенина, В.А. Скоробогатова, О.И. Супруненко, А.В. Ступаковой, В.В. Харахинова, Э.В. Шипилова ([1–38] и др.). Большинство из них были учтены при написании данной статьи.

Авторами статьи ранее были опубликованы работы, посвященные плитотектоническому районированию [30], характеристике строения и нефтегазоносности фундамента Западной Арктики и сопредельных регионов [31]. На схеме плитотектонического районирования отображены глубинные плитотектонические структуры (палеоконтиненты, палеомезоконтиненты, палеомикроконтиненты, орогены столкновения, швы столкновения плит, трансформные разломы). В последующем на плитотектонической основе в пределах Западной Арктики выделены разные типы фундамента, охарактеризовано строение, возраст и оценены перспективы его нефтегазоносности. Рассмотрим строение, условия образования и нефтегазоносность структур осадочного чехла.

Строение структур осадочного чехла

Осадочный чехол Западной Арктики и сопредельных регионов накапливался в пределах рифтов (континентальных, океанических), надрифтовых прогибов и депрессий, пассивных континентальных палеоокаин, предороганных прогибов и других, образуя структуры от крупнейших (площадью 200–5000 тыс. км²) до небольших (площадью 0,32–0,013 тыс. км²). Его формирование происходило в течение 5 главных этапов геодинамической эволюции региона: 1 — рифей-раннекембрийского; 2 — среднекембрий-раннедевонского; 3 — среднедевон-триасового; 4 — юрско-мелового; 5 — позднемел-раннекайнозойского ([16, 29] и др.).

В строении осадочного чехла большей части площади Западной Арктики участвуют два основных структурных этажа. Нижний этаж представлен слабометаморфизованными, слабодислоцированными либо неметаморфизованными осадочно-вулканогенными породами, верхний — пологозалегающими, преимущественно осадочными образованиями. Структура, возраст, состав, нефтегазоносность верхнего этажа, как правило, хорошо изучены. Он имеет более широкое распространение по сравнению с нижним и залегает на нем с угловым несогласием. Породы нижнего этажа представлены повсеместно.

В этой связи выделяются нефтегазоносные бассейны одноэтажного либо двухэтажного строения [32].

Мощность осадочного чехла меняется от десятков метров в районах неглубокого залегания фундамента (океанические впадины, орогены столкновения плит и др.) до 20 км — в пределах пул-апарт-бассейнов (Восточно-Баренцевский, Енисей-Хатангский).

Возрастной диапазон осадочного чехла варьирует от позднего мела — кайнозоя (океанические котловины) до рифея (Мезенская пассивная палеоокаина) и зависит от типа крупных тектонических структур, в пределах которых образовался чехол. Возраст осадочного чехла арктических акваторий и прилегающей суши приведен в работах [15, 16, 18] и др.

Осадочный чехол, в первую очередь его нижний этаж, во многих случаях осложнен разломами — сбросами, взбросами, надвигами, сдвигами и др. Большинство из них проникает в фундамент, а некоторые имеют нижнекоровое заложение либо выполаживаются к поверхности Мохоровичича. Крупнейшие структуры осложнены глубинными разломами, например Хатангско-Ломоносовским трансформным разломом, крупными сдвигами, например Восточно-Таймырским, зонами надвигов, например Западно-Новоземельским. Глубинные разломы оказывают большое влияние на формирование осадочного чехла. Особо важны сбросы рифтовых зон, сдвиги, трансформные разломы. Например, Хатангско-Ломоносовский трансформный разлом способствовал формированию осадочного чехла Лаптевской зоны рифтов, глубинные разломы Южно-Карской рифтовой зоны — образованию крупной надрифтовой депрессии одноименного названия. Сбросы, сдвиги, надвиги, проникающие в фундамент, обуславливают формирование зон поднятий, валов, прогибов, впадин и др.

Структуры осадочного чехла различаются по размерам и условиям образования. В этой связи авторы статьи разработали классификацию структур рассматриваемого региона (табл. 1), которую рекомендуется использовать при составлении карт и схем других нефтегазоносных регионов России.

В соответствии с этой классификацией в пределах Западной Арктики и сопредельных регионов выделены крупнейшие, крупные, средние, небольшие и мелкие структуры. Крупнейшие структуры, в свою очередь, подразделяются на мегапорядковые и надпорядковые, крупные — на структуры I и II порядков, небольшие — на структуры IV–VI, мелкие — VII–VIII порядков. В пределах рассматриваемого региона насчитывается 56 крупнейших структур (в том числе 6 мегапорядковых и 50 надпорядковых), 185 — крупных (47 — I порядка, 138 — II), 667 — средних и небольших структур (332 — III порядка, 195 — VI, 136 — V). Мелких структур насчитывается более 1000.

По мнению авторов статьи, крупнейшие структуры сформировались за счет континентальных и океанических рифтовых систем (мегадепрессии и океанические мегакотловины). Крупные надпорядковые структуры образовались под влиянием континентальных рифтовых зон (надрифтовые депрессии, современные континентальные окраины), океанических рифтов (океанические котловины и хребты), спрединга и последующего схождения и столкновения плит (трансформированная часть пассивных континентальных палеоокаин, предорогенные прогибы и крупнейшие впадины) (см. табл. 1).

Средние и небольшие структуры (III–VI порядков) являются частью крупнейших и крупных структур. Они возникли в разных геодинамических обстановках под влиянием рифтогенеза и расхождения, орогенеза и сжатия, сдвиго- и надвигообразования и др. Естественно, что отобразить многие сотни разномасштабных структур на одной карте сложно. В этой связи авторы статьи построили три карты размещения структур осадочного чехла Западной Арктики — крупнейших, крупных, средних и небольших.

Крупнейшие и крупные структуры осадочного чехла. К крупнейшим мегасреднепорядковым структурам Западной Арктики относятся надрифтовые мегадепрессии и океанические мегакотловины, сформировавшиеся над континентальными и океаническими рифтовыми системами. Их площадь колеблется от 1000 до 5000 тыс. км². Это Баренцевская и Западно-Сибирская мегадепрессии, Арктическая и Норвежско-Гренландская океанические мегакотловины (рис. 1).

Рифтовые системы, в свою очередь, состоят из рифтовых зон. Над рифтовыми зонами образовались крупнейшие надпорядковые структуры: надрифтовые депрессии, например Лаптевская, и океанические котловины, например Амундсенская, а перед орогенами столкновения плит — предорогенные прогибы, например Предуральский и др. (см. табл. 1).

Баренцевская надрифтовая мегадепрессия. Стратиграфический объем осадочного чехла мегадепрессии изменчив. Наиболее полно он представлен в крупных рифтах (рис. 2). При этом зоны развития относительно полного разреза занимают значительно меньшую часть площади мегадепрессии по сравнению с районами, где разрез существенно сокращен. К таким районам относятся межрифтовые приподнятые блоки фундамента ([29] и др.).

В пределах *Баренцевской мегадепрессии* выделяются Западно-Баренцевская и Восточно-Баренцевская рифтовые зоны, над которыми сформировано несколько эпирифтовых депрессий, прогибов и Центрально-Баренцевская зона поднятий (см. рис. 1).

Западно-Баренцевская рифтовая зона. Ее длина 800 км, ширина 200 км. Здесь распространены приподнятые межрифтовые блоки, узкораскрытые рифты

(см. рис. 2). Разрез отложений, выполняющих грабены в норвежском секторе моря, прослежен до отложений нижнего карбона – верхнего девона (Gabrielsen, 1990). При этом максимальные мощности приходятся на комплексы нижнего и среднего карбона, перми, триаса, с которыми связаны основные этапы рифтогенеза. Здесь установлены соляно-купольные структуры, соленосные горизонты которых относятся к карбону – перми. Крупные структуры Западно-Баренцевской рифтовой зоны показаны на рис. 3.

Центрально-Баренцевская зона поднятий имеет длину 1000 км, ширину 150–450 км. Она состоит из инверсионных валов (Меркунус-Бьярмеландский, Западно-Федынский и др.). Характерной особенностью зоны поднятий является ее расчленение серией поперечных субширотных грабенов на приподнятые блоки (свод Федынского, выступы Персейский, Эльдхольмский). Зона поднятий представляет сложное барьерное образование, которое разделяет Баренцевскую мегадепрессию на западную и восточную части (см. рис. 1, 3).

Восточно-Баренцевская рифтовая зона и сформированная над ней депрессия (см. рис. 1–3) имеют длину 1500 км и ширину 300–600 км ([29] и др.). Депрессия отличается большими (до 14–20 км) глубинами погружения подошвы осадочного чехла (рис. 4), наличием пятен геофизических аномалий земной коры, связанных с магматическими телами (см. рис. 2). Восточно-Баренцевская депрессия распадается на ряд меньших по размерам впадин — Южно-, Северо- и Восточно-Баренцевскую и другие структуры (см. рис. 3). Максимальная глубина залегания фундамента последовательно уменьшается с юга на север: от 18–20 км в первой до 16–18 км — во второй и 12–13 км — в третьей. Максимальная мощность осадочного чехла (до 6–8 км) приходится на терригенные верхнепермско-триасовые образования. Они залегают на сравнительно маломощных (до 1 км) пермско-каменноугольных карбонатах, ниже которых в центральной части депрессии возможно существенное увеличение мощности девонских карбонатных и терригенно-карбонатных отложений. Предполагается субокеанический фундамент зоны, который образован за счет крупных сдвигов, меняющих простирание. В результате сформировался пул-аппарт-бассейн с субокеанической земной корой [29].

На северо-востоке Баренцевской рифтовой мегадепрессии выделяется рифтовая зона и развитая над ней депрессия *Святой Анны*. В рельефе дна моря зона выражена грабенообразным желобом длиной более 600 км, шириной около 150 км. Желоб выполнен отложениями палеозоя и мезо-кайнозоя мощностью 8–12 км ([29, 35] и др.).

Западно-Сибирская рифтовая система предопределила формирование над собой одноименной мегадепрессии. В пределах мегадепрессии обособляются надрифтовые Южно-Карско-Гыданская,

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Табл. 1. Классификация структур Западной Арктики и сопредельных регионов (по размерам и условиям образования)
 Tab. 1. Classification of structures in Western Arctic Region and neighbouring territories according to size and formation conditions

Структуры по размерам				А — структуры осадочного чехла (по условиям образования)	Примеры структур осадочного чехла
Ранг	Порядок	Площадь, тыс. км ²	Длина, км		
Крупнейшие	Мегапорядковые	1000–50000	1000–2000	Континентальные рифтовые системы и сформированные над ними надрифтовые мегадепрессии	Баренцевская, Западно-Сибирская
				Океанические рифтовые системы и океанические мегакотловины	Арктическая (Евразийская), Норвежско-Гренландская
	Надпорядковые	200–1000	350–1500	Рифтовые зоны и молодые (мел-кайнозойские) пассивные окраины	Западно-Ломоносовская и др.
				Пассивные палеоокраины (ПО)	Северо-Сибирская и др.
				Океанические котловины	Амундсена, Нансена и др.
				Предорогенные прогибы	Предуральский и др.
Рифтовые зоны и надрифтовые депрессии и мегапрогибы	Лаптевская, Надым-Тазовская, Енисей-Хатангский, Западно-Баренцевский и др.				
Крупнейшие выступы, зоны поднятий, поднятия, инверсионные транспрессионные гряды	Оленекский, Центрально-Баренцевская, Франца-Иосифовское, Обско-Лаптевская (Мессояхский порог) и др.				
Крупные	I	40–200	200–800	Внешние зоны ПО	Анабаро-Ленская и др.
				Внутренние зоны ПО	Кольско-Канинская и др.
				Рифтовые зоны	Восточно-Баренцевская и др.
				ПО, перекрытые надрифтовыми прогибами	Северо-Сибирская ПО и Енисей-Хатангский транспрессионный прогиб
				Окраинно-шельфовые прогибы	Западно-Шпицбергенский и др.
				Крупные прогибы океанических котловин	Западно-Канадский, Лофотенский, Южно-Гренландский, Южно-Подводниковский
				Фрагменты предорогенных прогибов	Северо-Предуральский и др.
				Присдвиговые мегапрогибы и впадины	Боганидско-Жданихинский, Усть-Енисейский, Антипаютинская, Большехетская
	Крупные инверсионные поднятия, мегасводы, мегагорсты	Чукотское, Анабарский, Восточно-Лаптевский и др.			
	II	8–40	100–400	Отдельные рифты	Печоро-Колвинский, Усть-Ленский и др.
				Системы прогибов, впадины	Вычегодский, Центрально-Лаптевская, Ижма-Печорская и др.
				Моноклинали, ступени (террасы)	Кольская, Обская и др.
				Крупные поднятия, своды, выступы, мегавалы, зоны поднятий	Ермак, Визе-Ушакова, Северо-Восточной Земли, Мезенско-Вашкинский, Варандей-Адзввинская и др.
				Крупные седловины	Анабаро-Хатангская, Лудловская и др.
Крупные седловины				Анабаро-Хатангская, Лудловская и др.	
Средние	III	1,6–8,0	50–200	<i>Положительные:</i> крупные валы, своды, горсты, куполовидные поднятия, окраинно-шельфовые поднятия (уникальные месторождения и др.)	Нижнепурский, Ямбургский, Столбовский, Хашгортское, Воронинское, Медвежье, Уренгойское, Ямбургское и др.
				<i>Отрицательные:</i> прогибы, котловины, грабены, окраинно-шельфовые прогибы	Ламско-Хантайский, Кошкинская, Нордкапский, Толля и др.
				<i>Промежуточные:</i> моноклинали, ступени, седловины, поперечные поднятия, валобразные седловины, ложбины	Воркутское, Наливкина, Шмидта и др.
				<i>Фрагменты складчато-надвиговых областей:</i> антиклинальные, складчато-надвиговые, складчато-чешуйчатые и складчато-покровные зоны и тектонические пластины, уникальные месторождения УВ	Курьинская, Васьягинско-Сабриягинская, Интинская, Патраковская, Вуктыльская и др. Вуктыльское

Табл. 1., окончание.
Tab. 1., end.

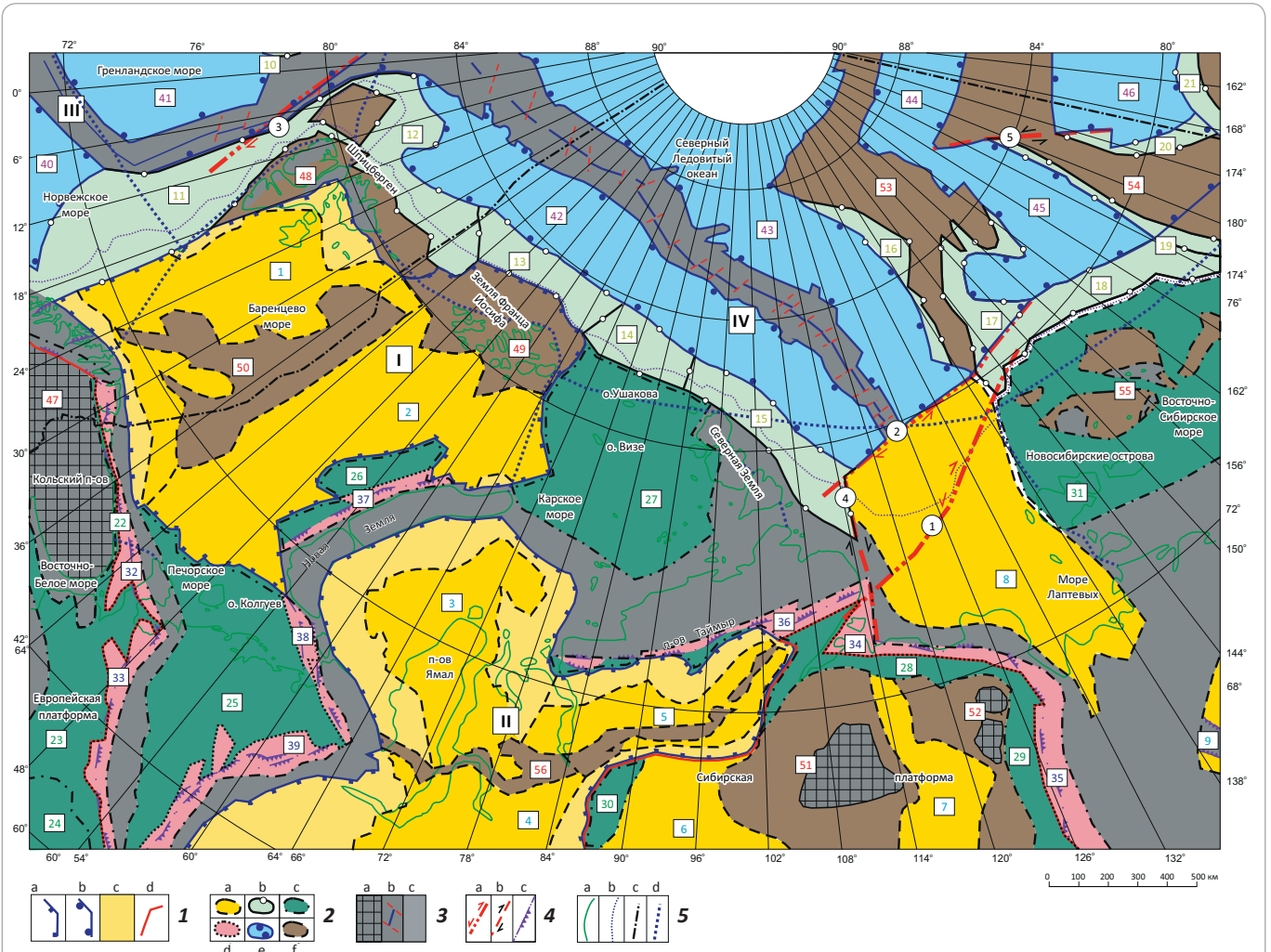
Структуры по размерам				А — структуры осадочного чехла (по условиям образования)	Примеры структур осадочного чехла	
Ранг	Порядок	Площадь, тыс. км ²	Длина, км			
Небольшие	Локальные структуры	IV	0,32–1,6	20–70	Брахиантиклинали, куполовидные поднятия (крупные и уникальные месторождения нефти и газа)	Русановское, Ленинградское, Гыданское и др.
		V	0,064–0,32	8–30	Брахиантиклинали, куполовидные поднятия (средние и мелкие месторождения нефти и газа)	Юрхаровское, Надымское, Среднеямальское, Ладертойское и др.
		VI	0,013–0,064	4–10	Брахиантиклинали, купола (мелкие и средние месторождения нефти и газа)	Лодочное, Северо-Сузунская, Перекатное, Обское и др.
Мелкие	Локальные структуры	VII	0,0025–0,013	2–6	Локальные брахиантиклинали, купола (мелкие и очень мелкие месторождения)	Таркозейское, Янгяхатойское
		VIII	0,0005–0,0025	1–4	Мельчайшие локальные поднятия (очень мелкие месторождения нефти и газа)	Харампур-Таркинское, Метельное
				Б — глубинные структуры (по условиям образования)	Примеры глубинных структур	
Крупнейшие	I	5000–180000		Океаны		Северный Ледовитый
		5000–30000		Палеоконтиненты		Восточно-Европейский, Сибирский
	II	1000–3000		Палеомезоконтиненты		Арктида, Баренция, Западная Сибирь
	III	50–1000		Палеомикроконтиненты	Баренции	Печорский, Свальбардский
					Западной Сибири	Нядояхский, Ханты-Мансийский
Арктиды					Альфа-Менделеева, Ермак, Карский, Ломоносова, Новосибирский, Чукотский	
Крупные		50–500	500–2000	Орогены столкновения плит		Норвежский, Новоземельский, Свальбардский, Северо-Земельский и др.
				Швы столкновения плит		Верхоянский, Карский, Тиманский, Уральский, Южно-Ануйский и др.
				Трансформные разломы		Северо-Шпицбергенско-Гренландский, Хатангско-Ломоносовский и др.
				Крупные сдвиги		Восточно-Таймырский и др.

Надым-Тазовская депрессии и Енисей-Хатангский прогиб (см. рис. 3). Прогиб разделен крупной Мессояхской инверсионной транспрессионной зоной поднятий (гряда, порог). Эта зона поднятий отделяет Южно-Карско-Гыданскую депрессию от Надым-Тазовской и протягивается на восток на 1500 км при ширине 30–100 км (см. рис. 1). Мессояхский порог продолжает Хатангско-Ломоносовский трансформный разлом, движения по которому в позднемел-кайнозойское время привели к инверсии в осевой части Енисей-Хатангского прогиба и разделению некогда единой крупной Южно-Карско-Тазовской депрессии на отдельные части. Не исключено, что здесь сдвигообразование в пермотриасовое время вызвало появление локальных участков субокеанической земной коры по типу пул-апарт-бассейнов.

Осадочный чехол Западно-Сибирской мегадепрессии представлен рифтовым верхнепалеозой-триасовым осадочно-вулканогенным слабодетформированным комплексом и юрско-кайнозойскими пологозалегающими образованиями (эпирифтовый комплекс). Рифтовый комплекс образует нижний, а эпирифтовый — верхний этажи осадочного чехла (рис. 5).

Основными структурными зонами в Западно-Сибирской мегадепрессии являются инверсионные межрифтовые валы, приподнятые блоки в грабенах и надрифтовые прогибы. В пределах обрамления мегадепрессии преобладают моноклинали; встречаются также прогибы, поднятия и выступы (см. рис. 3). Рифтовые структурные зоны образуют вытянутые формы, а надрифтовые — овално-округлые. Форма

Рис. 1. Крупнейшие структуры осадочного чехла Западной Арктики и сопредельных регионов
Fig. 1. Largest structures in sedimentary cover of the Western Arctic and neighbouring regions



Структуры осадочного чехла (1, 2): 1 — мегпорядковые: а — рифтовые системы (надрифтовые мегадепрессии) и их контуры: I — Баренцевская, II — Западно-Сибирская; б — океанические мегакотловины (мегабассейны): III — Норвежско-Гренландская, IV — Арктическая; с — внешняя слабопогруженная часть надрифтовых мегадепрессий; d — древние платформы (их контуры); 2 — надпорядковые: а — рифтовые зоны, надрифтовые депрессии и мегатрогибы: 1 — Западно-Баренцевская, 2 — Восточно-Баренцевская, 3 — Южно-Карско-Гыданская, 4 — Надым-Тазовская, 5 — Енисей-Хатангская, 6 — Тунгусская (Курейская), 7 — Суханская, 8 — Лаптевская, 9 — Момо-Зырянский; пассивные континентальные окраины: б — молодые (мел-кайнозойские): 10 — Восточно-Гренландская, 11 — Западно-Шпицбергенская, 12 — Северо-Шпицбергенская, 13 — Северо-Франц-Иосифовская, 14 — Северо-Ушаковская, 15 — Североземельская, 16 — Западно-Ломоносовская, 17 — Восточно-Ломоносовская, 18 — Северо-Новосибирская (прогиб Вилькицкого), 19 — Западно-Менделеевская, 20 — Восточно-Менделеевская, 21 — Северо-Чукотская (Северо-Чукотский прогиб); с — палеоокраины: 22 — Кольско-Канинская, 23 — Мезенская, 24 — Волго-Уральская, 25 — Тимано-Печорская, 26 — Предновоземельская, 27 — Северо-Карская, 28 — Анабаро-Ленская, 29 — Верхоянская, 30 — Туруханская, 31 — Восточно-Арктическая; d — предорогненные прогибы (протяженностью 550–2200 км): 32 — Предканинский-Варангерский, 33 — Предтиманский, 34 — Лено-Анабарский, 35 — Предверхоинский, 36 — Предтаймырский, 37 — Предновоземельский, 38 — Предпайхой-Предьюжноновоземельский, 39 — Предуральский; e — океанические котловины: 40 — Норвежская, 41 — Гренландская, 42 — Нансена, 43 — Амундсена, 44 — Макарова, 45 — Подводников, 46 — Западно-Канадская; f — крупнейшие выступы, зоны поднятий, поднятия, инверсионные транспрессионные гряды: 47 — Балтийский, 48 — Шпицбергенское, 49 — Франца-Иосифовское, 50 — Центрально-Баренцевская, 51 — Анабарский, 52 — Оленекский, 53 — Ломоносова, 54 — Менделеева, 55 — Делонговское, 56 — Обско-Лаптевская (Мессояхский порог); 3 — выходы на поверхность и области неглубокого залегания фундамента: а — щиты, б — срединно-океанические хребты, с — складчато-надвиговые сооружения; 4 — некоторые крупные тектонические нарушения: а — трансформные разломы: 1 — Хатангско-Ломоносовский (Чарли), 2 — Североземельско-Ломоносовский, 3 — Северо-Шпицбергенско-Гренландский (Шпицбергенский), б — сдвиги: 4 — Восточно-Таймырский, 5 — Центрально-Менделеевский, с — надвиги; 5 — границы: а — суши и моря, б — бровки шельфа, с — России и российского сектора Арктики, d — морей

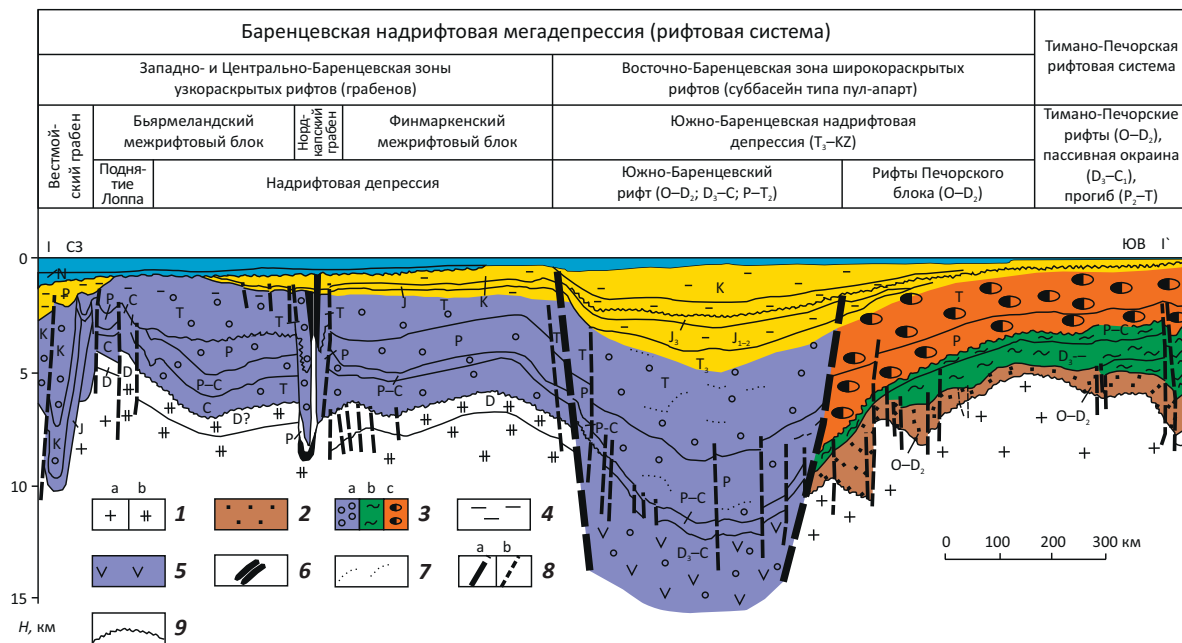
Sedimentary cover structures (1, 2): 1 — mega-order: a — rift systems (above-rift megadepressions) and their outlines: I — Barentsevskaya, II — Zapadno-Sibirskaya; b — oceanic mega-basins: III — Norway-Greenland, IV — Arctic; c — outer shallow buried part of above-rift megadepressions; d — ancient platforms (their outlines); 2 — super-order: a — rift zones, above-rift depressions and megatroughs:

Legend for fig. 3, end.

1 — Zapadno-Barentsevskaya, 2 — Vostochno-Barentsevskaya, 3 — Yuzhno-Karsko-Gydanskaya, 4 — Nadym-Tazovskaya, 5 — Enisei-Khatangskii, 6 — Tunguskskaya (Kureiskaya), 7 — Sukhanskaya, 8 — Laptevskaya, 9 — Momo-Zyryanskii; passive continental margins: b — young (Cretaceous-Cenozoic): 10 — Vostochno-Grenlandskaya, 11 — Zapadno-Shpitsbergenskaya, 12 — Severo-Shpitsbergenskaya, 13 — Severo-Frants-Iosifovskaya, 14 — Severo-Ushakovskaya, 15 — Severo-Zemel'skaya, 16 — Zapadno-Lomonosovskaya, 17 — Vostochno-Lomonosovskaya, 18 — Severo-Novosibirskaya (Vil'kitskogo trough), 19 — Zapadno-Mendeleevskaya, 20 — Vostochno-Mendeleevskaya, 21 — Severo-Chukotskaya (Severo-Chukotskii progib); c — paleo-margins: 22 — Kol'sko-Kaninskaya, 23 — Mezenskaya, 24 — Volgo-Ural'skaya, 25 — Timano-Pechorskaya, 26 — Prednovozemel'skaya, 27 — Severo-Karskaya, 28 — Anabaro-Lenskaya, 29 — Verkhoyanskaya, 30 — Turukhanskaya, 31 — Vostochno-Arkticheskaya; d — pre-orogenic troughs: 32 — Predkaninsko-Varangerskii, 33 — Predtimanskii, 34 — Leno-Anabarskii, 35 — Predverkhoyanskii, 36 — Predtaimyrskii, 37 — Prednovozemel'skii, 38 — Predpaikhoi-Predyuzhnonovozemel'skii, 39 — Predural'skii; e — oceanic basins: 40 — Norvezhskaya, 41 — Grenlandskaya, 42 — Nansena, 43 — Amundsena, 44 — Makarova, 45 — Podvodnikov, 46 — Zapadno-Kanadskaya; f — largest uplifts, zones of highs, highs, inversion transpression ridges: 47 — Baltiiskii, 48 — Shpitsbergenskoe, 49 — Frantsa-Iosifovskoe, 50 — Tsentral'no-Barentsevskaya, 51 — Anabarskii, 52 — Olenekskii, 53 — Lomonosova, 54 — Mendeleeva, 55 — Delongovskoe, 56 — Obsko-Laptevskaya (Messoyakhskii porog); 3 — basement outcrops and areas of its shallow occurrence: a — shields, b — mid-ocean ridges, c — fold-and-thrust buildups; 4 — some of the large tectonic deformations: a — transform faults: 1 — Khatangsko-Lomonosovskii (Charli), 2 — Severo-Zemel'sko-Lomonosovskii, 3 — Severo-Shpitsbergensko-Grenlandskii (Shpitsbergenskii), b — strike-slip faults: 4 — Vostochno-Taimyrskii, 5 — Tsentral'no-Mendeleevskii, c — thrusts; 5 — boundaries: a — between land and sea, b — shelf edge, c — Russia and Russian sector of Arctic Region, d — seas

Рис. 2. Строение осадочного чехла Баренцевской надрифтовой мегадепрессии по линии Вестмойский грабен – Тимано-Печорская пассивная окраина (по [29] с изменениями)

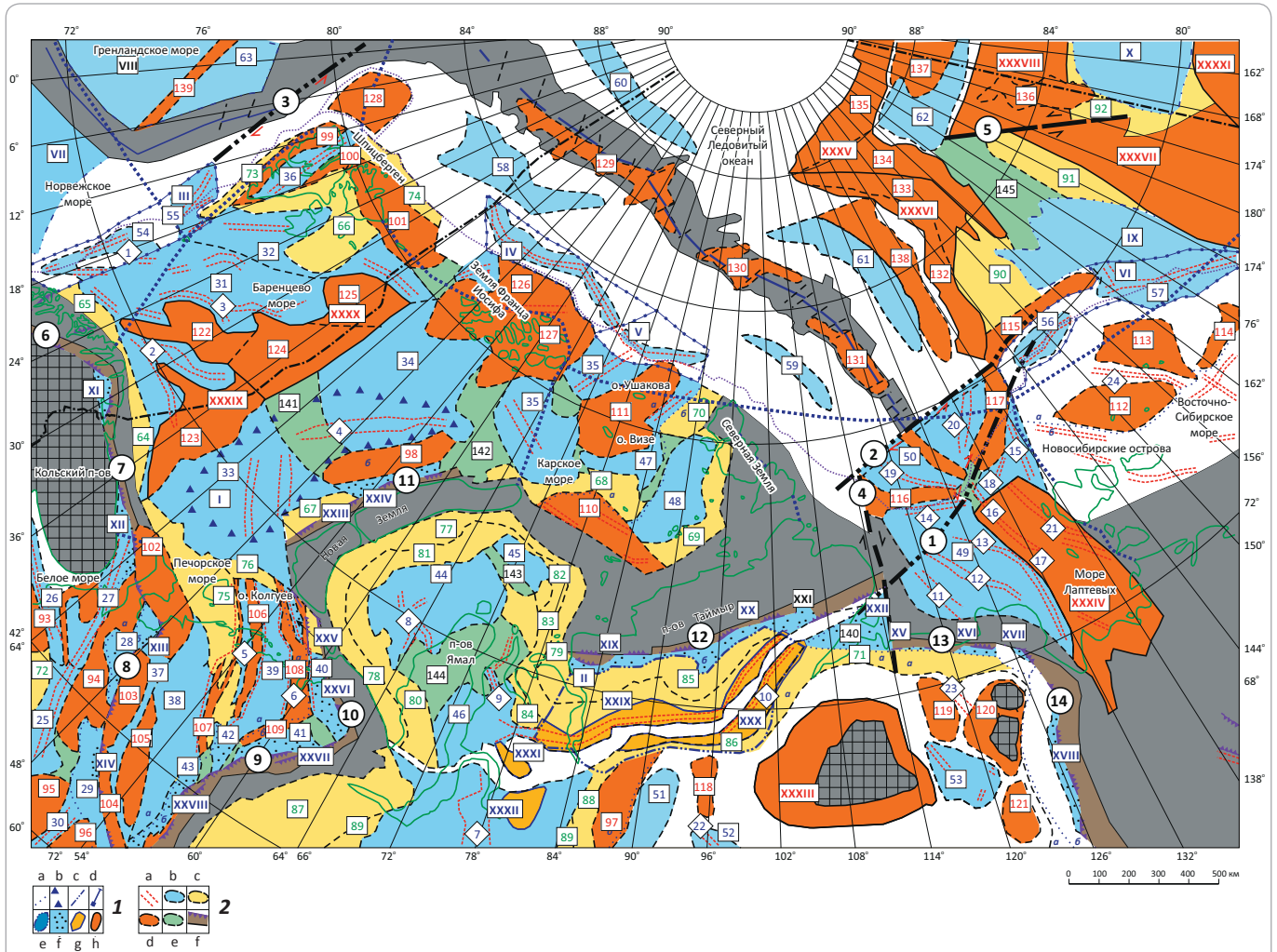
Fig. 2. Sedimentary cover structure within the Barents above-rift megadepression along the Veslemoisky graben – Timan-Pechora passive margin line (modified from [29])



Тектонические комплексы (1–4): 1 — дорифтовый (складчатые образования: а — доордовикские, деформированные в докембрийское время в результате столкновения Восточно-Европейского и Баренцевского палеоконтинентов (байкальская складчатость), б — среднедевонские, деформированные в среднем девоне в результате столкновения Восточно-Европейского и Северо-Американского палеоконтинентов, образование Евроамерики (каледонская складчатость) и в позднем девоне в результате столкновения палеоконтинентов Евроамерика и Арктида (свальбардская складчатость), 2 — рифтовый раннего этапа рифтогенеза (O–D₂) в пределах Тимано-Печорской рифтовой системы, 3а — рифтовый позднего этапа рифтогенеза (D₃–T₂) в пределах Баренцевского тафрогена, 3б — пассивно-окаинный, 3с — орогенный (в пределах Тимано-Печорского тафрогена), 4 — эпирифтовый (T₃–KZ) в пределах Баренцевского тафрогена; 5 — осадочно-вулканогенные толщи; 6 — соль; 7 — предполагаемые пластовые интрузии (по данным сейсморазведки); 8 — разломы: а — литосферные, б — внутрикоровые; 9 — линия несогласия

Tectonic complexes (1–4): 1 — pre-rift (folded formations: a — pre-Ordovician deformed in pre-Cambrian time as a result of East-European and Barents paleocontinents collision (Baikalian Orogeny), b — Mid Devonian deformed in Middle Devonian as a result of East-European and North-American paleocontinents collision, Euramerica formation (Caledonian Orogeny) and in the Later Devonian as a result of Euramerica and Arctica paleocontinents collision (Svalbard Orogeny), 2 — rift of early rifting stage (O–D₂) within the Timan-Pechora rift system, 3a — rift of late rifting stage (D₃–T₂) within the Barents taphrogene, 3b — passive-marginal, 3c — orogenic (within the Timan-Pechora taphrogene), 4 — epirift (T₃–KZ) within the Barents taphrogene; 5 — sedimentary-igneous sequences; 6 — salt; 7 — supposed intrusive sheets (according to seismic data); 8 — faults: a — lithospheric, b — infracrustal; 9 — unconformity line

Рис. 3. Крупные структуры осадочного чехла Западной Арктики и сопредельных регионов
 Fig. 3. Large structures in sedimentary cover of the Western Arctic and neighbouring regions



Структуры осадочного чехла (1, 2): 1 — I порядка: а — граница внутренних и внешних зон пассивных палеоокраин; б — палеорифтовые зоны: I — Восточно-Баренцевская; с — пассивные палеоокраины, перекрытые наложенными надрифтовыми прогибами: II — Северо-Сибирская; д — надрифтовые прогибы, перекрытые молодыми (мел-кайнозойскими) пассивными окраинами: III — Западно-Шпицбергенский, IV — Северо-Франц-Иосифовский, V — Северо-Ушаковский, VI — Вилькицкий; е — крупные прогибы океанических котловин: VII — Лофотенский, VIII — Южно-Гренландский, IX — Южно-Подводниковский, X — Западно-Канадский; ф — фрагменты предорогненных прогибов: XI — Предварангерский, XII — Предканинский, XIII — Предсеверотиманский, XIV — Предьюжнотиманский, XV — Западно-Лено-Анабарский, XVI — Восточно-Лено-Анабарский, XVII — Северо-Верхоянский, XVIII — Центрально-Верхоянский, XIX — Западно-Предтаймырский, XX — Центрально-Предтаймырский, XXI — Восточно-Предтаймырский, XXII — Хатангский, XXIII — Предьюжноновоземельский, XXIV — Предсевероноземельский, XXV — Предвайгачский, XXVI — Предпайхойский, XXVII — Предполярноуральский, XXVIII — Предсевероуральский; г — присдвиговые мегапрогибы: XXIX — Усть-Енисейский, XXX — Боганидско-Жданихинский и впадины: XXXI — Антипаютинская, XXXII — Большехетская; h — крупные поднятия, мегасводы, мегаторсты: XXXIII — Анабарский, XXXIV — Восточно-Лаптевский, XXXV — Восточно-Ломоносовское, XXXVI — Западно-Ломоносовское, XXXVII — Западно-Менделеевское, XXXVIII — Восточно-Менделеевское, XXXIX — Южно-Центрально-Баренцевское, XXXX — Северо-Центрально-Баренцевское, XXXXI — Чукотско-Нортриджское; 2 — II порядка: а — рифты: 1 — Тромсё, 2 — Нордкапско-Варангерский, 3 — Южно-Персейский, 4 — Восточно-Баренцевский, 5 — Печоро-Колвинский, 6 — Варандей-Адзвinsky, 7 — Уренгойско-Колтогорский, 8 — Южно-Карский, 9 — Гыданский, 10 — Енисей-Хатангский, 11 — Южно-Лаптевский, 12 — Усть-Ленский, 13 — Омолойский, 14 — Северо-Лаптевский, 15 — Анисинский, 16 — Центрально-Лаптевский, 17 — Северо-Омолойский, 18 — Толля, 19 — Западно-Предлаптевский, 20 — Восточно-Предлаптевский, 21 — Бельковско-Святоносский, 22 — Нижнекотуйский, 23 — Уджинский, 24 — Центрально-Делонговский; б — мегапрогибы, крупные прогибы, впадины: 25 — Пинежский, 26 — Кандалакшско-Керецкий, 27 — Приканинско-Лешуковский, 28 — Пешско-Сафоновский, 29 — Вычегодский, 30 — Кировско-Кажимский, 31 — Медвежинская, 32 — Ольгинская, 33 — Южно-Баренцевская, 34 — Северо-Баренцевская, 35 — Святой Анны, 36 — Центрально-Шпицбергенский, 37 — Центрально-Тиманский, 38 — Ижма-Печорская, 39 — Хорейверско-Печороморская, 40 — Коротаихинская, 41 — Косью-Роговская, 42 — Большешесынинская, 43 — Верхнепечорская, 44 — Южно-Карская, 45 — Свердловская, 46 — Гыданская, 47 — Центрально-Карская, 48 — Восточно-Карский, 49 — Центрально-Лаптевская система прогибов, 50 — Предлаптевоморская, 51 — Ламско-Хантайский, 52 — Верхнекочечумская, 53 — Суханская, 54 — Тромсё-Серветснагетский, 55 — Поморский, 56 — Западно-Вилькицкий, 57 — Восточно-Вилькицкий, 58 — Западно-Нансенский, 59 — Восточно-Нансенский, 60 — Западно-Амундсенский, 61 — Восточно-Амундсенский, 62 — Западно-Макаровский, 63 — Северо-Гренландский; с — моноклинали, ступени, террасы: 64 — Кольская, 65 — Скандинавская, 66 — Южно-Шпицбергенская, 67 — Западно-Новоземельская,

Усл. к рис. 3, окончание.

Legend for Fig. 3, end.

68 — Северо-Пороговая, 69 — Восточно-Карская, 70 — Западно-Североземельская, 71 — Анабарская, 72 — Северо-Двинская, 73 — Западно-Шпицбергенская, 74 — Франц-Виктория, 75 — Малоземельско-Колгуевская, 76 — Северо-Печороморская, 77 — Восточно-Новоземельская, 78 — Восточно-Пайхойская, 79 — Западно-Таймырская, 80 — Южно-Ямальская, 81 — Южно-Новоземельская, 82 — Восточно-Рогозинская, 83 — Оленья, 84 — Северо-Гыданская, 85 — Южно-Таймырская, 86 — Северо-Сибирская, 87 — Восточно-Полярно-Уральская, 88 — Приенисейская, 89 — Обская, 90 — Восточно-Ломоносовская, 91 — Западно-Менделеевская, 92 — Восточно-Менделеевская, 93 — крупные поднятия, своды, выступы, антеклизы, мегавалы, горсты, зоны поднятий: 93 — Архангельский, 94 — Мезенско-Вашкинский, 95 — Сысольский, 96 — Коми-Пермяцкий, 97 — Туруханская, 98 — Адмиралтейский, 99 — Западно-Шпицбергенская, 100 — Нью-Фрисланд, 101 — Северо-Восточной Земли, 102 — Канинско-Северо-Тиманский, 103 — Цилемско-Четласский (Центрально-Тиманский), 104 — Западно-Тиманский, 105 — Восточно-Тиманский, 106 — Колвинский, 107 — Печоро-Кожвинский, 108 — Варандей-Адзъвинский, 109 — Чернышева, 110 — Северный порог, 111 — Визе-Ушакова, 112 — Западно-Делонговский, 113 — Центрально-Делонговский, 114 — Восточно-Делонговская, 115 — Биллингсовская, 116 — Западно-Лаптевская, 117 — Северо-Восточно-Лаптевская, 118 — Путоранский, 119 — Уджинский, 120 — Оленекский, 121 — Мунский, 122 — Меркунус-Бьярмеландская, 123 — Федынская, 124 — Эльдхольмская, 125 — Персейская, 126 — Западно-Франца-Иосифовская, 127 — Восточно-Франца-Иосифовская, 128 — Ермак, 129 — Западно-Гаккелевская, 130 — Центрально-Гаккелевская, 131 — Восточно-Гаккелевская, 132 — Западно-Ломоносовская, 133 — Центрально-Ломоносовская, 134 — Восточно-Ломоносовская, 135 — Северо-Ломоносовская, 136 — Центрально-Менделеевская, 137 — Восточно-Макаровская, 138 — Восточно-Амундсенский, 139 — Центрально-Гренландский; e — крупные седловины, мегаседловины: 140 — Анабаро-Хатангская, 141 — Лудловская, 142 — Альбановская, 143 — Южно-Карско-Свердрупская, 144 — Южно-Карско-Гыданская, 145 — Макаровско-Подводниковская; f — зона аллохтонов.

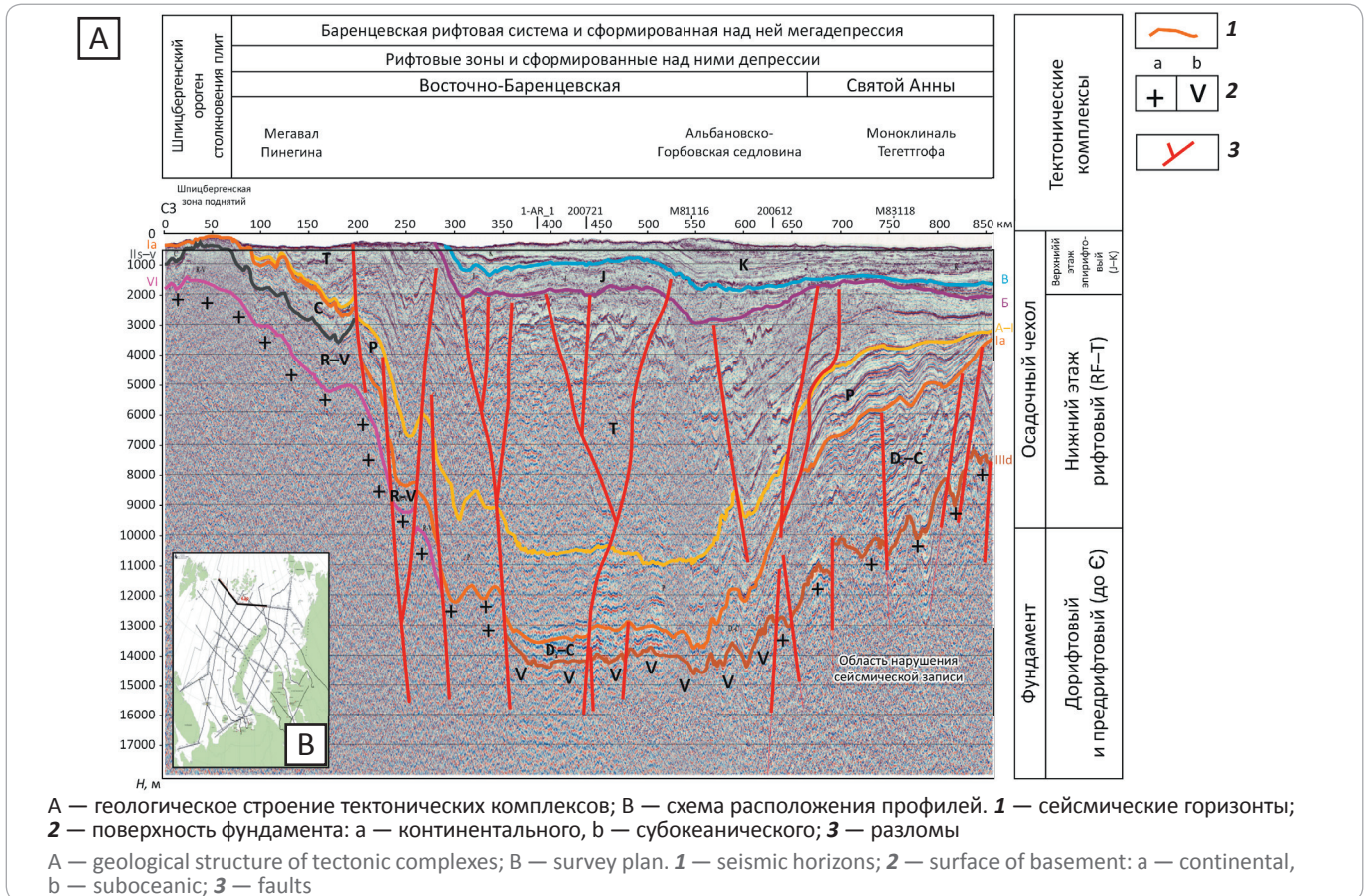
Остальные усл. обозначения см. на рис. 1

Sedimentary cover structures (1, 2): 1 — 1st order: a — boundary of inner and outer zones of passive paleo-margins; b — paleorift zones: I — Vostochno-Barentsevsкая; c — passive paleo-margins overlapped by superimposed above-rift troughs: II — Severo-Sibirsкая; d — above-rift troughs overlapped by the young (Cretaceous-Cenozoic) passive margins: III — Zapadno-Shpitsbergenskii, IV — Severo-Frants-Iosifovskii, V — Severo-Ushakovskii, VI — Vil'kitskii; e — large troughs of oceanic basins: VII — Lofotenskii, VIII — Yuzhno-Grenlandskii, IX — Yuzhno-Podvodnikovskii, X — Zapadno-Kanadskii; f — fragments of pre-orogenic troughs: XI — Predvarangenskii, XII — Predkaninskii, XIII — Predseverotimanskii, XIV — Predyuzhnootimanskii, XV — Zapadno-Leno-Anabarskii, XVI — Vostochno-Leno-Anabarskii, XVII — Severo-Verkhoyanskii, XVIII — Tsentral'no-Verkhoyanskii, XIX — Zapadno-Predtaimyrskii, XX — Tsentral'no-Predtaimyrskii, XXI — Vostochno-Predtaimyrskii, XXII — Khatangskii, XXIII — Predyuzhnonovozemel'skii, XXIV — Predseveronovozemel'skii, XXV — Predvaigachskii, XXVI — Predpaikhoiskii, XXVII — Predpolyarnoural'skii, XXVIII — Predseveroural'skii; g — pull-apart mega-troughs: XXIX — Ust'-Eniseiskii, XXX — Boganidsko-Zhdanikhinskii and depressions: XXXI — Antipayutinskaya, XXXII — Bol'shekhetskaya; h — large uplifts, mega-anticlines, mega-horsts: XXXIII — Anabarskii, XXXIV — Vostochno-Laptevskii, XXXV — Vostochno-Lomonosovskoe, XXXVI — Zapadno-Lomonosovskoe, XXXVII — Zapadno-Mendeleevskoe, XXXVIII — Vostochno-Mendeleevskoe, XXXIX — Yuzhno-Tsentral'no-Barentsevskoe, XXXX — Severo-Tsentral'no-Barentsevskoe, XXXXI — Chukotsko-Nortridzhskoe; 2 — 2nd order: a — rifts: 1 — Tromse, 2 — Nordkapsko-Varangenskii, 3 — Yuzhno-Perseiskii, 4 — Vostochno-Barentsevskii, 5 — Pechoro-Kolviniskii, 6 — Varandei-Adz'vinskii, 7 — Urengoisko-Koltogorskii, 8 — Yuzhno-Karskii, 9 — Gydanskii, 10 — Enisei-Khatangskii, 11 — Yuzhno-Laptevskii, 12 — Ust'-Lenskii, 13 — Omoloiskii, 14 — Severo-Laptevskii, 15 — Anisinskii, 16 — Tsentral'no-Laptevskii, 17 — Severo-Omoloiskii, 18 — Tollya, 19 — Zapadno-Predlaptevskii, 20 — Vostochno-Predlaptevskii, 21 — Bel'kovsko-Svyatonosskii, 22 — Nizhnekotuiskii, 23 — Udzhinskii, 24 — Tsentral'no-Delongovskii; b — mega-troughs, large troughs: 25 — Pinezhskii, 26 — Kandalakshsko-Keretskii, 27 — Prikaninsko-Leshukonskii, 28 — Peshsko-Safonovskii, 29 — Vychevodskii, 30 — Kirovsko-Kazhimskii, 31 — Medvezhinskaya, 32 — Ol'ginskaya, 33 — Yuzhno-Barentsevskaya, 34 — Severo-Barentsevskaya, 35 — Svyatoi Anny, 36 — Tsentral'no-Shpitsbergenskii, 37 — Tsentral'no-Timanskii, 38 — Izhma-Pechorskaya, 39 — Khoreiversko-Pechoromorskaya, 40 — Korotaiikhinskaya, 41 — Kos'yu-Rogovskaya, 42 — Bol'shesyninskaya, 43 — Verkhnepechorskaya, 44 — Yuzhno-Karskaya, 45 — Sverdrupskaya, 46 — Gydanskaya, 47 — Tsentral'no-Karskaya, 48 — Vostochno-Karskii, 49 — Tsentral'no-Laptevskaya sistema progibov, 50 — Predlaptevomorskaya, 51 — Lamsko-Khantaiskii, 52 — Verkhnekochechumskaya, 53 — Sukhanskaya, 54 — Tromse-Servetsnagetskii, 55 — Pomorskii, 56 — Zapadno-Vil'kitskii, 57 — Vostochno-Vil'kitskii, 58 — Zapadno-Nansenskii, 59 — Vostochno-Nansenskii, 60 — Zapadno-Amundsenski, 61 — Vostochno-Amundsenski, 62 — Zapadno-Makarovskii, 63 — Severo-Grenlandskii; c — monoclines, flats: 64 — Kol'skaya, 65 — Skandinavskaya, 66 — Yuzhno-Shpitsbergenskaya, 67 — Zapadno-Novozemel'skaya, 68 — Severo-Porogovaya, 69 — Vostochno-Karskaya, 70 — Zapadno-Severozemel'skaya, 71 — Anabarskaya, 72 — Severo-Dvinskaya, 73 — Zapadno-Shpitsbergenskaya, 74 — Frants-Viktoriya, 75 — Malozemel'sko-Kolguevskaya, 76 — Severo-Pechoromorskaya, 77 — Vostochno-Novozemel'skaya, 78 — Vostochno-Paikhoiskaya, 79 — Zapadno-Taimyrskaya, 80 — Yuzhno-Yamal'skaya, 81 — Yuzhno-Novozemel'skaya, 82 — Vostochno-Rogozinskaya, 83 — Olen'ya, 84 — Severo-Gydanskaya, 85 — Yuzhno-Taimyrskaya, 86 — Severo-Sibirskaya, 87 — Vostochno-Polyarno-Ural'skaya, 88 — Prieniseiskaya, 89 — Obskaya, 90 — Vostochno-Lomonosovskaya, 91 — Zapadno-Mendelevskaya, 92 — Vostochno-Mendelevskaya; d — large highs, domes, uplifts, anteclises, mega-swells, horsts, uplift zones: 93 — Arkhangel'skii, 94 — Mezensko-Vashkinskii, 95 — Sysol'skii, 96 — Komi-Permyatskii, 97 — Turukhanskaya, 98 — Admiralteiskii, 99 — Zapadno-Shpitsbergenskaya, 100 — N'yu-Frisland, 101 — Severo-Vostochnoi Zemli, 102 — Kaninsko-Severo-Timanskii, 103 — Tsilemsko-Chetlaskii (Tsentral'no-Timanskii), 104 — Zapadno-Timanskii, 105 — Vostochno-Timanskii, 106 — Kolviniskii, 107 — Pechoro-Kozhviniskii, 108 — Varandei-Adz'vinskaya, 109 — Chernysheva, 110 — Severnyi porog, 111 — Vize-Ushakova, 112 — Zapadno-Delongovskii, 113 — Tsentral'no-Delongovskii, 114 — Vostochno-Delongovskaya, 115 — Billingsovskaya, 116 — Zapadno-Laptevskaya, 117 — Severo-Vostochno-Laptevskaya, 118 — Putoranskii, 119 — Udzhinskii, 120 — Olenekskii, 121 — Munsii, 122 — Merkunas-B'yarmelandskaya, 123 — Fedynskaya, 124 — El'dkhol'mskaya, 125 — Perseiskaya, 126 — Zapadno-Frantsa-Iosifovskaya, 127 — Vostochno-Frantsa-Iosifovskaya, 128 — Ermak, 129 — Zapadno-Gakkelevskaya, 130 — Tsentral'no-Gakkelevskaya, 131 — Vostochno-Gakkelevskaya, 132 — Zapadno-Lomonosovskaya, 133 — Tsentral'no-Lomonosovskaya, 134 — Vostochno-Lomonosovskaya, 135 — Severo-Lomonosovskaya, 136 — Tsentral'no-Mendelevskaya, 137 — Vostochno-Makarovskaya, 138 — Vostochno-Amundsenski, 139 — Tsentral'no-Grenlandskii; e — large saddles, mega-saddles: 140 — Anabaro-Khatangskaya, 141 — Ludlovskaya, 142 — Al'banovskaya, 143 — Yuzhno-Karsko-Sverdrupskaya, 144 — Yuzhno-Karsko-Gydanskaya, 145 — Makarovsko-Podvodnikovskaya; f — zone of allochthons.

For other legend items see Fig. 1

Рис. 4. Строение осадочного чехла Восточно-Баренцевской рифтовой зоны и сформированной над ней надрифтовой депрессии (сейсмическая основа по АО «Севморгео»)

Fig. 4. Architecture of sedimentary cover in the East Barents rift zone and above-rift depression (background is seismic data after Sevmorgeo Company)



последних обусловлена влиянием формирующихся пул-апарт-бассейнов, сдвигово-раздвиговые движения в которых в замедленном темпе продолжают и в периоды накопления надрифтового чехла.

Крупные тектонические структуры (впадины, поднятия, валы и др.) юрско-кайнозойского осадочного чехла на севере Западной Сибири формировались в несколько этапов: юрский, меловой, поздне-меловой и палеоген-неогеновый. Наибольший их рост отмечен в раннемеловое время. Размеры локальных структур (антиклинали, синклинали и др.) интенсивно увеличивались также и в кайнозойское время (Никишин А.М. и др., 2011).

В пределах Западно-Сибирской мегадепрессии выделяется четыре основных сектора рифтогенеза: западный (Ямальский), центральный (Уренгойский), восточный (Усть-Портовский) и юго-восточный (Худосейский), которые оказали решающее влияние на формирование поднятий и прогибов осадочного чехла [29, 30].

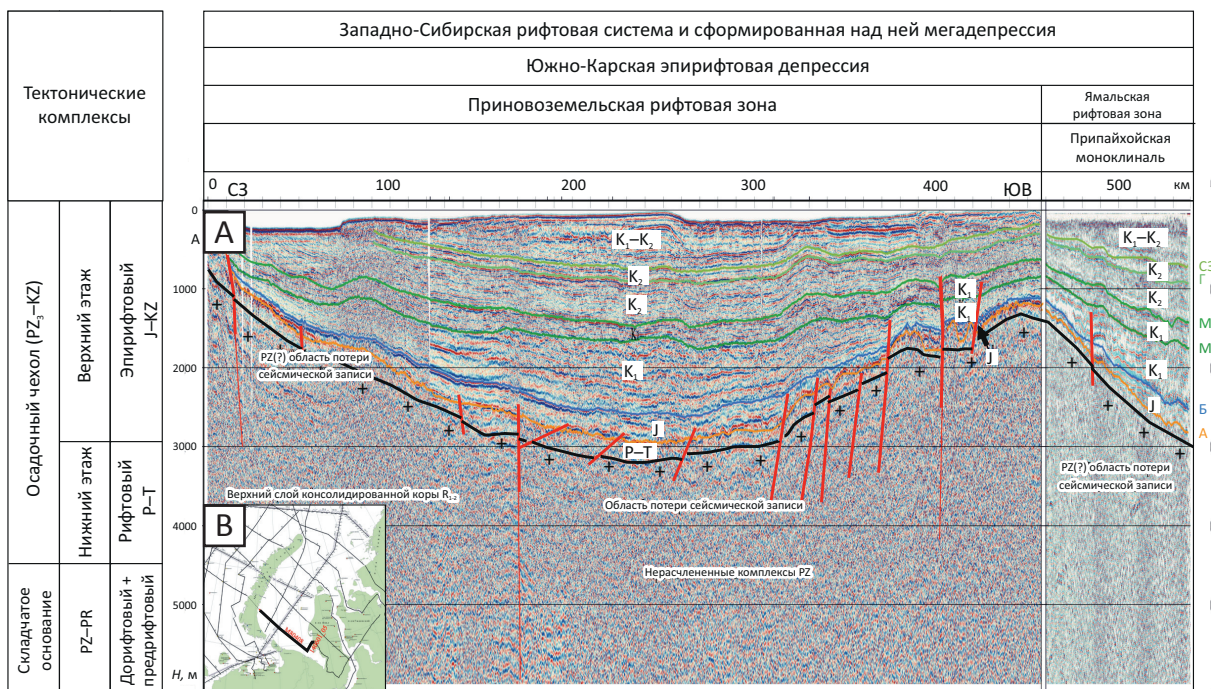
В пределах Южно-Карско-Гыданской надрифтовой депрессии выделяют ступени, например Восточно-Новоземельскую, Восточно-Пайхойскую, впадины, например Гыданскую, седловины, например

Южно-Карско-Гыданскую, и другие крупные структуры, а на территории Надым-Газовской депрессии — Антипаютинскую впадину и др. (см. рис. 3).

Арктическая (Евразийская) океаническая мегакотловина относится к крупнейшим мегаструктурам осадочного чехла (рис. 6) и включает океанические котловины Нансена, Амундсена, Макарова, Подводников. В район исследований входит небольшая часть Западно-Канадской котловины, относящейся к Амеразийской мегакотловине. Упомянутые океанические котловины отделяются друг от друга крупными континентальными массивами (палеомикроконтинентами) Ломоносова, Менделеева, а также океаническим хребтом Гаккеля. На юге океанические котловины обрамляются современными пассивными окраинами (Западно-Шпицбергенской, Северо-Шпицбергенской, Северо-Франц-Иосифовской, Северо-Ушаковской, Северо-Земельской). В последние годы с помощью сейсморазведки установлено, что разрез указанных структур состоит из трех тектонических комплексов: океанического фундамента, рифтового и эпирифтового. По данным ОАО «МАГЕ» и др. (Кириллова Т.А., 2014), рифтовый комплекс в пределах океанической котловины Амундсена представлен меловыми отложениями, мощность которых

Рис. 5. Строение осадочного чехла северной части Западно-Сибирской рифтовой системы и сформированной над ней надрифтовой мегадепрессии (сейсмическая основа по данным АО «Севморгео»)

Fig. 5. Architecture of sedimentary cover in the northern part of West Siberian rift system and megadepression formed above it (background is seismic data after Sevmorgeo Company)



A — геологическое строение тектонических комплексов, B — схема расположения профилей.

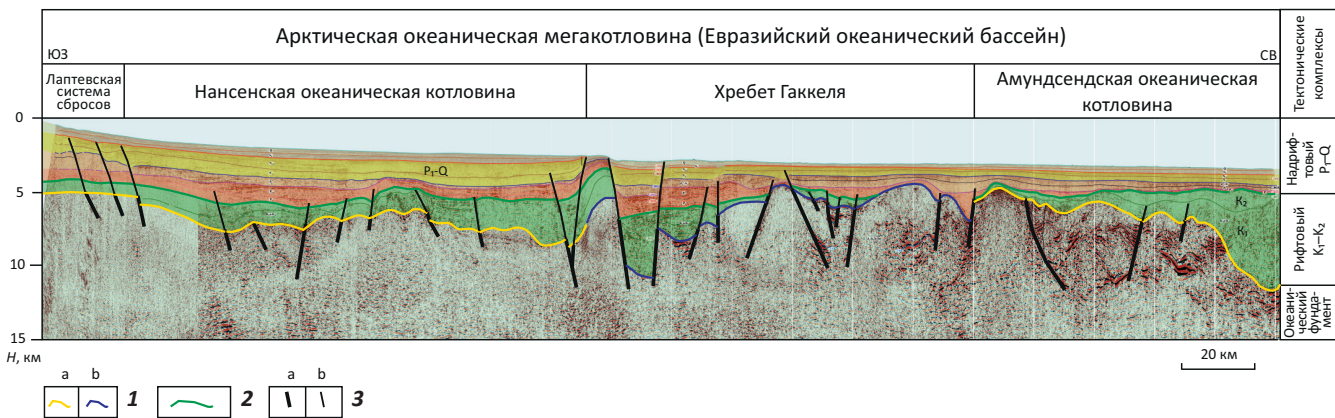
Усл. обозначения см. на рис. 4

A — geological structure of tectonic complexes, B — survey plan.

For Legend items see Fig. 4

Рис. 6. Строение осадочного чехла Арктической рифтовой системы и сформированной над ней океанической мегакотловины (Евразийский океанический бассейн) (сейсмическая основа ОАО «МАГЭ», 2014)

Fig. 6. Architecture of sedimentary cover within the Arctic rift system and oceanic megabasin formed above it (Eurasian oceanic basin) (background is seismic data after MAGE Company, 2014)



1 — поверхности: а — складчатого основания, б — океанического фундамента; **2** — раздел между рифтовым и эпирифтовым тектоническими комплексами; **3** — разломы: а — в фундаменте, б — в осадочном чехле

1 — surfaces: a — folded basement, b — oceanic basement; **2** — interface between rift and epirift tectonic complexes; **3** — faults: a — in basement, b — in sedimentary cover

достигает 7 км, а эпирифтового (палеоген – антропоген) — 3 км. Строение рифтового комплекса сложное. Толщи разбиты многочисленными сбросами, лишь малая часть которых проникает в кайнозойский чехол. Эпирифтовый комплекс с угловым несогласием залегает на рифтовом (рис. 7).

Восточно-Арктическая пассивная окраина состоит из южной (Восточно-Арктической) рифей-юрской континентальной палеоокраины Арктиды и северной (Северо-Новосибирской) мел-кайнозойской недеформированной палеоокраины Новосибирского палеомикроконтинента. Южная часть Восточно-Арктической пассивной палеоокраины была деформирована. Первая фаза деформаций приходится на границу триаса и юры, вторая — на поздний неокон. Столкновение произошло с Омолонским и другими террейнами, а позднее — с Нутесинской островной дугой [14]. Разрез Восточно-Арктической пассивной палеоокраины (мощность до 9 км на о-ве Котельный) состоит преимущественно из карбонатных мелководных пород (рифей-ранний карбон) и терригенных глубоководных отложений среднего карбона – юры. Деформация отмеченного разреза произошла после закрытия Южно-Анжуйского палеоокеана в доаптское время и образования одноименного шва столкновения [14]. В современном структурном плане рифей-юрские образования представлены складчатым основанием, поверхность которого картируется сейсморазведкой как акустический фундамент.

Северо-Новосибирская современная мел-кайнозойская пассивная окраина, в отличие от описанной палеоокраины Арктиды, сформировалась позже, в апте – плейстоцене. Она образовалась в северной части Новосибирского палеомикроконтинента в результате раскрытия океанической котловины Амундсена. Апт-кайнозойский разрез мощностью до 8,5 км состоит преимущественно из терригенных отложений (рис. 8).

Нижняя (апт-верхнемеловая) часть разреза накапливалась в рифтах, верхняя (кайнозойская) образует эпирифтовый комплекс. Рифтовый комплекс пород слабодеформирован, расчленен многочисленными разломами, в основном листрическими сбросами, а эпирифтовый залегает практически горизонтально. Однако в зонах развития горстов и выступов фундамента нижняя часть разреза ($P_1^1 - N_1^1$) также разбита разломами, а в верхней ($N_1 - Q$) разломы практически отсутствуют (данные ОАО «МАГЭ»).

В пределах Восточной Арктики расположены крупнейшие и крупные структуры осадочного чехла — Восточно-Арктическая пассивная палеоокраина, поднятие Де-Лонга, Северо-Новосибирская мел-кайнозойская пассивная окраина, Западно-Делонговское, Центральное-Делонговское и Восточно-Делонговское поднятия, Западно-Вилькицкий и Восточно-Вилькицкий прогибы (см. рис. 1, 3). Мощность отложений на поднятиях сокращается до 0–2 км, а в

прогибах увеличивается до 18 км. Южная часть прогибов осложнена региональными разломами северо-восточного простирания, которые смещены поперечными сдвигами.

К крупнейшим надпорядковым структурам осадочного чехла относятся также пассивные континентальные палеоокраины (Мезенская, Тимано-Печорская, Северо-Карская, Северо-Сибирская и др.), мел-кайнозойские пассивные окраины (Северо-Ушаковская, Северо-Шпицбергенская, Северо-Земельская и др.).

Фундамент *Мезенской континентальной палеоокраины* представлен метаморфизованными образованиями дорифейского возраста. Осадочный чехол состоит преимущественно из терригенных континентальных и прибрежно-морских пород рифея: рифтовый комплекс, толщина которого составляет 2,0–2,5 км во внутренней зоне пассивной окраины и 3–4 км — во внешней. Эпирифтовый (венд – мезозой) комплекс состоит в основном из терригенных отложений мощностью до 2 км.

В пределах Мезенской пассивной палеоокраины выделяются крупные прогибы, например Пинежский, Приканинско-Лешуконский и др., а также выступы, мегавалы, например Архангельский, Мезенско-Вашкинский и др. (см. рис. 3).

Волго-Уральская пассивная палеоокраина. В исследованный регион входит Кировско-Кажимский рифт, Сысольский и Коми-Пермяцкий выступы (см. рис. 3). Отложения палеозоя в пределах рифта залегают на архей-нижнепротерозойском фундаменте в южной части рифта, на рифейских отложениях — в средней и на вендских — в северной.

Тимано-Печорская пассивная континентальная палеоокраина — крупная структура, в которой выделяются ордовик-среднедевонские рифты, межрифтовые блоки, инверсионные валы, внутририфтовые поднятия, перекрытые пассивно-окраинными отложениями позднего девона – триаса (рис. 9). В Тимано-Печорской пассивной окраине произошел раскол континентальной земной коры и образование внутриконтинентальных рифтов на западе (Печоро-Колвинский) и окраинно-континентальных — на востоке (Варандей-Адзввинский) (см. рис. 8). Варандей-Адзввинский окраинно-континентальный рифт, в свою очередь, сменяется к востоку перикратонным погружением и океаническим режимом. Впоследствии край палеоконтинента был деформирован. В результате образовались предороганный прогиб и зона надвигов (см. рис. 9).

Тимано-Печорская пассивная континентальная палеоокраина формировалась в течение нескольких стадий. В дорифтовую стадию (архей – ранний – средний протерозой) был образован кристаллический фундамент. В рифее обозначился процесс раскола палеомегаконтинента Баренции. В позднем

Рис. 7. Строение Амундсенской рифтовой зоны и сформированной над ней океанической котловины (сейсмическая основа ОАО «МАГЭ», 2014)

Fig. 7. Architecture of the Amundsen rift zone and oceanic basin formed above it (background is seismic data after MAGE Company, 2014)

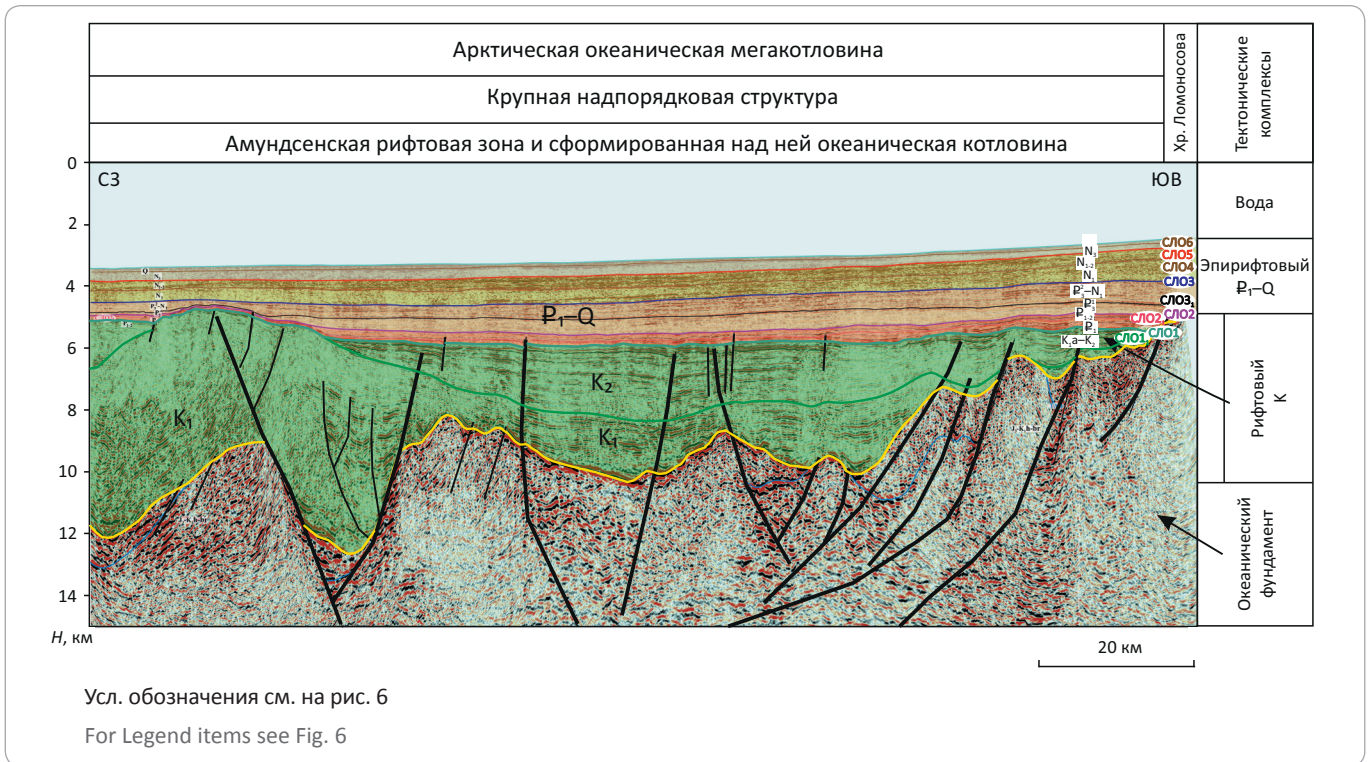


Рис. 8. Строение осадочного чехла по линии Амундсенская океаническая котловина — Новосибирский палеомикроконтинент (составлена на основе ([33], ОАО «МАГЭ», ПАО НК «Роснефть»))

Fig. 8. Architecture of sedimentary cover along the “Amundsen oceanic basin - Novosibirsk paleo-microcontinent” line (created on the basis of [33], MAGE, OC Rosneft)

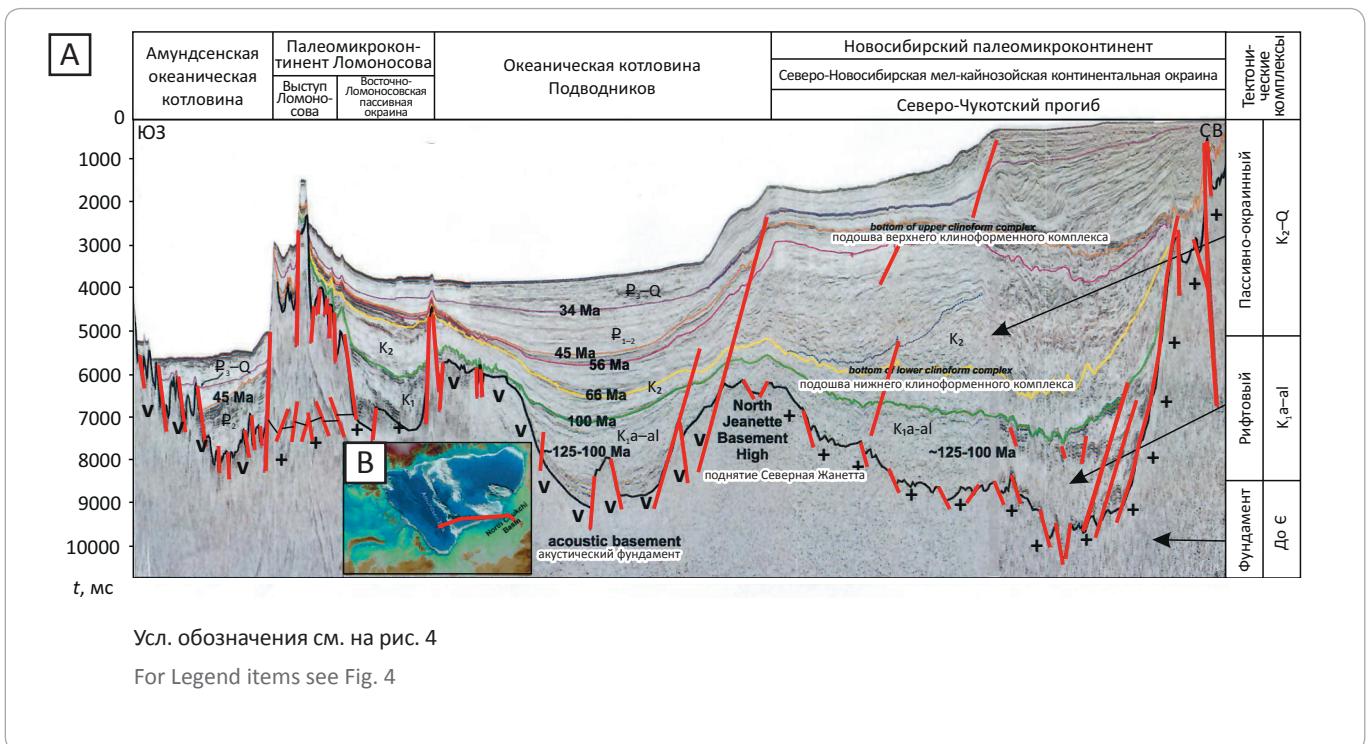
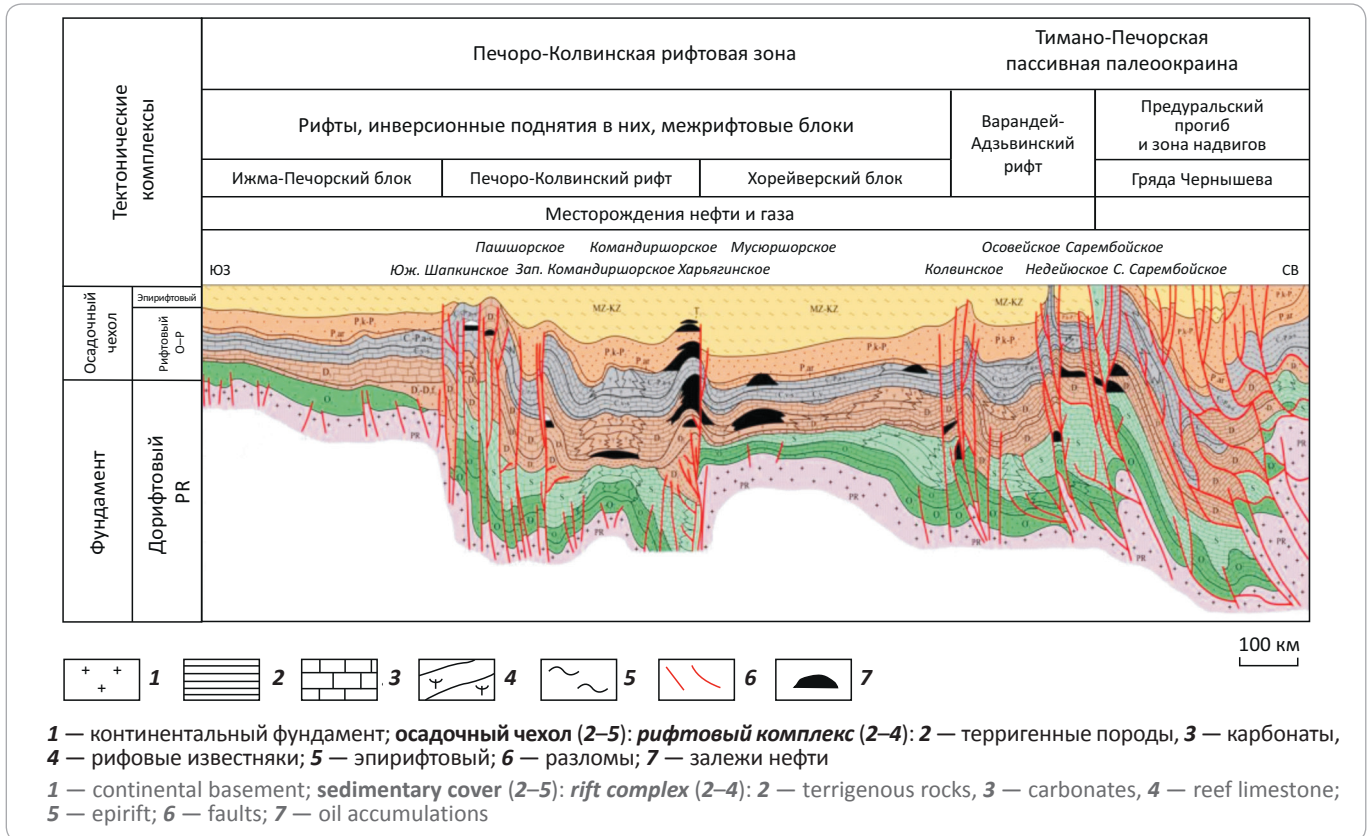


Рис. 9. Строение Печоро-Колвинской рифтовой зоны и Тимано-Печорской пассивной континентальной палеоокраины
Fig. 9. Architecture of Pechora-Kolvinsky rift zone and Timan-Pechora passive continental paleo-margin



рифее – венде континентальные блоки Баренции соединились и рифейские толщи в рифтах были деформированы, тогда как в межрифтовых блоках смятие рифейского разреза было слабым. Наиболее интенсивный рифтогенез проявился в ордовике – среднем девоне. В это время образовались основные рифты – Печоро-Колвинский и Варандей-Адзьвинский. В позднем девоне – раннем карбоне (турне) в Варандей-Адзьвинской зоне отмечается процесс формирования пассивной континентальной окраины, в Печоро-Колвинской – слабый рифтогенез, а в межрифтовых блоках (Ижма-Печорском, Хорейверском) – образование карбонатных платформ. В визей-пермское время проявляется инверсия, формируя инверсионные валы в рифтах и сводовые поднятия в пределах межрифтовых блоков. И наконец, в эпирифтовую стадию отмечается общее погружение, происходит эрозия приподнятых блоков ([25] и др.).

Северо-Карская пассивная континентальная палеоокраина Карского палеоконтинента включает крупные поднятия: Ушакова и Северного порога, прогибы: Восточно-Карский, Центрально-Карский, моноклинали – Северо-Пороговскую, Восточно-Карскую, Западно-Североземельскую (см. рис. 3). Поднятия ограничиваются грабенами и прогибами. Глубина подошвы осадочного чехла здесь увеличивается от 1 до 3 км, на поднятиях – до 12 км в пределах Вос-

точно-Карского прогиба. В разрезе осадочного чехла предполагается рифтовый (нижний) и надрифтовый (верхний) комплексы. Нижний, по данным сейсморазведки [20], представлен карбонатными, эвапоритовыми, терригенными породами палеозоя – от ордовика до перми. Его мощность до 10 км, при этом, вероятно, развиваются рифы, соляные купола, диапиры ([13, 20] и др.). Верхний (триас-меловой) комплекс мощностью более 2 км состоит из терригенных пород. Надрифтовый комплекс залегает на рифтовом горизонтально, с размывом. Мощность эпирифтового комплекса увеличивается с востока на запад от нескольких сот метров до 6 км.

К крупнейшим надпорядковым структурам *Сибирской платформы* относятся Курейская, Суханская надрифтовые депрессии, Анабарский, Оленекский выступы, Туруханская, Анабаро-Ленская пассивные континентальные палеоокраины и Предверхоанский предороженный прогиб (см. рис. 3).

Лаптевская рифтовая система и сформированная над ней *надрифтовая депрессия* являются крупнейшими надпорядковыми структурами осадочного чехла ([15, 18] и др.). Они включают Центрально-Лаптевскую и Предлаптевоморскую рифтовые зоны, прогибы и Восточно-Лаптевский мегагорст (см. рис. 1, 3). Указанные крупные структуры, в свою очередь, состоят из рифтов – Северо-Лаптевского,

Западно-Предлаптевского, Восточно-Предлаптевского, Южно-Лаптевского, Усть-Ленского и др., впадин — Предлаптевоморской, Центрально-Лаптевской, горстов — Западно-Лаптевского, Северо-Восточно-Лаптевского и др. Депрессию пересекают Хатангско-Ломоносовский и Северо-Земельско-Ломоносовский трансформные разломы. Указанные глубинные разломы способствовали раздроблению Новосибирского палеомикроконтинента, осколком которого в современной структуре является Лаптевский континентальный блок.

Относительно стратиграфического объема осадочного чехла на шельфе моря Лаптевых существует две точки зрения. Некоторые исследователи (Кравченко К.Н., 1998; Ким Б.И., 2017, и др.) полагают, что западная и центральная части шельфа моря Лаптевых — это продолжение Сибирской платформы с мощным рифей-палеозой-мезозойским осадочным чехлом. Другая точка зрения сводится к тому, что осадочный чехол сформирован в апт-кайнозойское время на гетерогенном доаптском складчатом основании (Богданов Н.А., Хаин В.Е. и др., 1998; Драчев С.С., 2000; Малышев Н.А., 2010, и др.). Представители ПАО «НК «Роснефть» (Мылышев Н.А. и др., 2010; Вержбицкий В.Е., 2014, и др.) полагают, что осадочный разрез мощностью до 15 км сложен верхнепалеозой-мезозойским (перикратонным) складчатым основанием, апт-раннемеловым (рифтовым) и среднемиоцен-четвертичным (эпирифтовым) тектоническими комплексами.

Возможна компромиссная точка зрения: доаптский мезозойский и палеозойский разрезы западной и центральной частей моря Лаптевых представлены переходным предрифтовым слабдеформированным неметаморфизованным комплексом на рифейском складчатом основании [29].

В пределах Лаптевской надрифтовой депрессии выявлен ряд небольших и средних по размерам поднятий, которые могут представлять интерес для поиска залежей УВ. Все они характеризуются наличием многочисленных разломов.

Енисей-Хатангский прогиб является крупнейшей надпорядковой структурой ([2, 3] и др.) (см. рис. 1). В нем выделены крупные присдвиговые прогибы — Усть-Енисейский и Боганидско-Жданихинский (см. рис. 3), включающие, в свою очередь, средние и небольшие по размерам структуры. В разрезе осадочного чехла обособляются два этажа. Нижний этаж сложен осадочно-вулканогенными породами верхнего палеозоя — триаса. Этот терригенный комплекс пород слабдеформирован, нарушен разломами и накапливался в рифтах. Его мощность достигает 6 км. Верхний этаж, юрско-кайнозойский, сложен пологозалегающими терригенными породами мощностью до 7 км. Общая мощность осадочного чехла здесь достигает 20–25 км. Фундамент, скорее всего, субокеанический, характерный для пул-апарт-бассейнов.

Средние и небольшие структуры осадочного чехла являются осложнением крупных и входят в их состав. Расположение средних (площадь 320–8000 км²) и небольших (от 13 до 320 км²) структур отображено на рис. 10. На нем показаны контуры структур III–V и некоторых структур VI порядков. Именно с этой категорией структур связано большинство месторождений нефти и газа, например Ямбургское и Уренгойское (площадь 5200 и 6500 км² соответственно), Русановское (160 км²), Надымское (66 км²), Обское (38 км²). Расположение выявленных месторождений углеводородов и закартированных локальных объектов показано в работах [29] и др.

Морфология средних и небольших по размерам структур весьма разнообразна. Среди положительных структур здесь выделены *валы, поднятия, зоны поднятий* (209 структур), *своды, купола, куполовидные поднятия* (113), *горсты, выступы, складчато-блоковые поднятия* (34), *окраинно-шельфовые поднятия* (4), *структурные мысы* (29). Всего насчитывается 389 средних и небольших по размерам положительных структур осадочного чехла.

Отрицательные структуры представлены *прогибами* (106), *депрессиями, мульдами* (41), *грабенами* (44), *окраинно-шельфовыми прогибами* (16). Всего отрицательных структур в пределах рассматриваемого региона — 207, т. е. преобладают положительные структуры III–VI порядков.

Структуры промежуточной группы представлены *моноклиналями* (4), *ступенями* (8), *седловинами* (31), *валообразными седловинами* (5), *поперечными поднятиями* (2), *ложбинами* (4), т. е. число структур промежуточной морфологии (54) незначительно. Помимо описанных типов структур III–VI порядков, присутствуют сотни мелких структур VII–VIII порядков, не показанных на картах из-за очень мелкого размера. Геологическая характеристика средних и небольших по размерам структур приведена в работах ([16] и др.) и в справочнике «Нефтяные и газовые месторождения России» (2010).

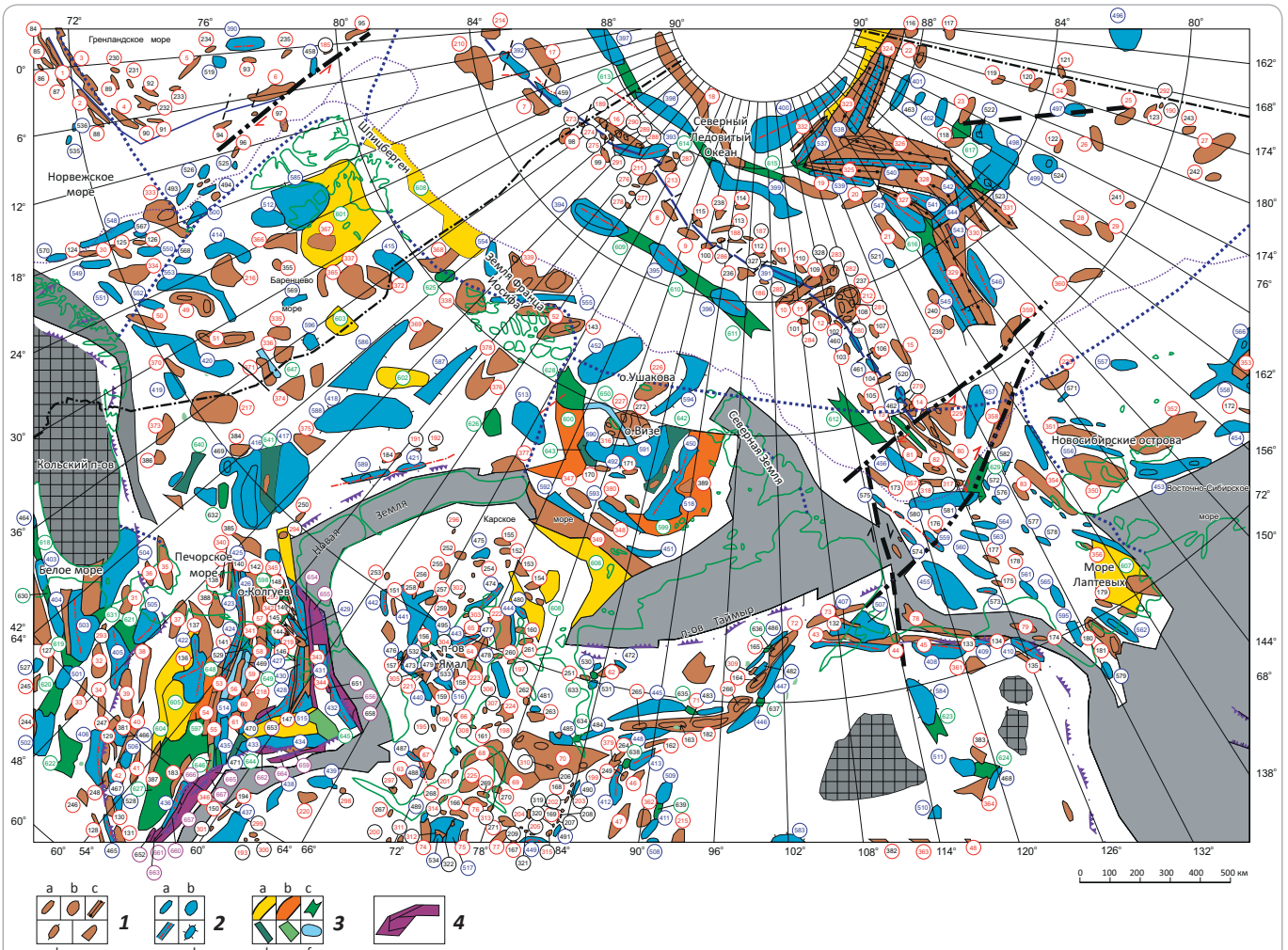
Структуры IV–VIII порядков часто выделяются под общим названием «локальные структуры». В эту группу попадают как крупные структуры площадью в несколько тысяч квадратных километров, так и мелкие — площадью несколько квадратных километров. Поэтому широко используемый термин «локальные структуры» не полностью раскрывает характеристику поискового объекта. В этой связи рекомендуем применять термин «локальная структура» с добавлением ее размера, т. е. порядка. Например, Ленинградская локальная структура IV порядка или Обская локальная структура VI порядка.

В пределах Западно-Сибирской мегадепрессии преобладают структуры V (32 %) и VI (37 %) порядков, в недрах которых выявлено 28 % начальных извлекаемых запасов УВ, а в структурах IV порядка (9 %) сохранился 49 % запасов категорий А + В + С₁.

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 10. Размещение средних и небольших по размерам структур осадочного чехла (III–VI порядков) Западной Арктики и сопредельных регионов

Fig. 10. Location map of medium and small structures within sedimentary cover (III–VI order) in Western Arctic Region and neighbouring regions



Структуры осадочного чехла III (жирные цифры в жирных контурах), **IV** (тонкие цифры в жирных контурах), **V** (жирные цифры в тонких контурах) и **VI** (тонкие цифры в тонких контурах) **порядков (1–3): 1 — положительные** (III — красные цифры в красных кружках, IV — черные цифры в красных, V — красные цифры в черных, VI — черные цифры в черных кружках): а — валы, зоны поднятий, поднятия (номера на карте 1–209) (с удлинением > 2); б — своды, купола, куполовидные поднятия (210–322) (с удлинением < 2); с — горсты, выступы, структурные зоны, складчато-блоковые поднятия (323–356); д — окраинно-шельфовые поднятия (357–360); е — структурные мысы (носы) (361–389); **2 — отрицательные** (III порядка — синие цифры в синих кружках, IV порядка — черные в синих, V порядка — синие цифры в черных кружках): а — прогибы (390–495); б — депрессии, мульды (496–536); с — грабены (537–580); д — окраинно-шельфовые прогибы (581–596); **3 — промежуточные** (III порядка — зеленые цифры в зеленых кружках, IV порядка — черные цифры в зеленых кружках): а — ступени, пологие (< 2°) борта и склоны (601–608); б — моноклинали, крутые (> 2°) борта и склоны (597–600); с — седловины (609–639); д — валобразные седловины (640–644); е — поперечные поднятия (645–646); ф — ложбины (647–650); **4 — фрагменты складчато-надвиговых областей** (III порядка — фиолетовые цифры в фиолетовых кружках, четвертого порядка — черные цифры в фиолетовых кружках): антиклинальные зоны (651–653), складчато-надвиговые зоны (654–658), складчато-чешуйчатые зоны (659–661), складчато-покровные зоны (662–664), тектонические пластины (665–667).

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1, 3

Sedimentary cover structures of IIIrd (bold numbers in bold contour), **IVth** (thin numbers in bold contour), **Vth** (bold numbers in thin contour) and **VIth** order (thin numbers in thin contour) **order (1–3): 1 — positive** (III — red numbers in red, IV — black numbers in red, V — red numbers in black, VI — black numbers in black circles): а — swells, zones of highs, highs (## 30 to 209 on the map) (with elongation > 2); б — arches, domes, anticlines (210–322) (with elongation < 2); с — horsts, uplifts, structural zones, folded-block highs (323–356); д — marginal-shelf highs (357–360); е — structural noses (caples) (361–389); **2 — negative** (III — blue numbers in blue, IV — black numbers in blue, V — blue numbers in black circles): а — troughs (390–495); б — depressions, downfolds (496–536); с — grabens (537–580); д — marginal-shelf troughs (581–596); **3 — intermediate** (III — green numbers in green, IV — black numbers in green circles): а — flats, gentle (< 2°) shoulders and slopes (601–608); б — monoclines, steep (> 2°) shoulders and slopes (597–600); с — saddles (609–639); д — ridge-like saddles (640–644); е — transverse uplifts (645–646); ф — cloughs (647–650); **4 — fragments of fold-and-thrust zones** (III — purple numbers in purple, IV — black numbers in purple circles): anticlinal zones (651–653), fold-and-thrust zones (654–658), folded-sliced zones (659–661), thin-skinned folded zones (662–664), fault slices (665–667).

For other legend items see Fig. 1, 3

В классификации авторов статьи по размерам выделены четыре разновидности локальных структур — V–VIII порядков. В то же время в хорошо разведанных регионах мира структуры и приуроченные к ним месторождения подразделяются на десять порядков: мегагиганты, супергиганты, гиганты, крупнейшие, крупные, средние, мелкие, очень мелкие, крошечные, незначительные ([33] и др.). Учитывая, что в пределах России большинство открытий в последние годы связано с небольшими и мелкими по размерам структурами, деление структур на разные порядки является необходимым. Применение классификации будет способствовать увеличению достоверности прогноза нефтегазоносности и оценки ресурсов УВ.

Сравнивая карты размещения крупных, средних и небольших структур осадочного чехла (рис. 1, 3, 10), можно сделать вывод, что крупнейшие мегапорядковые структуры контролируют расположение крупных, а последние, в свою очередь, влияют на размещение средних и небольших структур. В пределах надрифтовых мегадепрессий небольшие и средние структуры имеют преимущественно изометричную форму, а в пассивных окраинах — чаще вытянутую во внешней зоне и изометричную — во внутренней.

Нефтегазоносность структур осадочного чехла

Промышленная нефтегазоносность выявлена в пределах крупнейших рифтовых систем и образовавшихся над ними эпирифтовых мегадепрессий (Баренцевской, Западно-Сибирской) и пассивных континентальных палеоокраин (Тимано-Печорской). Размещение выявленных месторождений в пределах рассматриваемого региона показано в работе [31], а стратиграфическая приуроченность залежей к тектоническим комплексам — в табл. 2.

Известно, что палеорифты различаются по условиям образования, осадконакоплению, морфологии и другим особенностям. Существует три основных модели образования рифтов — симметричного рифта (McKenzie D., 1978), связанного с чистым срывом (сдвигом), асимметричного рифта (Wernicke B., 1981), связанного с простым срывом (сдвигом), и модель двух срывов — в коре и верхней мантии, приводящих к утонению литосферы, поднятию кровли мантии и образованию глубоководных бассейнов. Последняя модель опубликована в журнале «Nature» (Lavie and Manatchal, 2006, вып. 16).

В зависимости от степени расхождения в рифтовых зонах выделяют узкораскрытые зоны и широкооткрытые рифты. Последние относятся к межконтинентальным рифтам, так как разделяют палеоконтиненты. Рифты по условиям образования подразделяются на две большие группы: сводово-вулканические и щелевые. Последовательность накопления осадочных толщ, магматизм в их пределах значительно различаются. Для первых характер-

ны вулканизм, накопление грубообломочных континентальных толщ в дорифтовую и раннерифтовую стадии развития, для вторых — сдвигообразование, слабый вулканизм и преобладание тонкозернистых морских толщ, что влияет на углеводородный потенциал рифтовых систем.

Баренцевская мегадепрессия формировалась над сводово-вулканическими рифтами, Западно-Сибирская — над межконтинентальной рифтовой системой, что обусловило громадную площадь ее надрифтовой части и высокий УВ-потенциал.

В акваториях мегакотловин нефтегазоносность не установлена. Однако ряд исследователей (Калинко М.К., 1988; Клещев К.А. и др., 2003; Лазуркин Д.В., 2005, 2011; Хаин В.Е. и др., 2004; Конторович А.Э. и др., 2010; Полякова И.Д. и др., 2017, [13, 17, 31] и др.) допускают возможность нефтегазонакопления в осадочном чехле котловин. Осадочный чехол здесь представлен местами меловыми, в основном кайнозойскими, породами мощностью до 8 км (см. рис. 6, 7). В центральных частях океанических котловин накапливались глубоководные осадки, а на периферии — терригенные толщи конусов выноса, местами — мергелисто-глинистые толщи, благоприятные для нефтегазообразования.

Предполагается (Полякова И.Д. и др., 2017), что у подножия континентального склона за счет тонких осадков дистальных турбидитов возникли очаги генерации, а у крутых ступеней склона широко развиты песчаные тела — резервуары для УВ. Вероятная оценка начальных извлекаемых ресурсов углеводородов Восточно-Сибирского и Чукотского морей России, по данным А.Э. Конторовича и др., составляет 6 млрд т нефти и 5 трлн м³ газа [17].

Среди крупнейших надпорядковых структур нефтегазоносность установлена в разрезе Тимано-Печорской пассивной континентальной палеоокраины (см. рис. 1, табл. 2). Формирование палеоокраины в рифей-кайнозойский этап показано в работе [31].

Нефтегазоносность выявлена по всему разрезу осадочного чехла — от ордовикских до мезозойских отложений, отдельные нефтегазопроявления отмечены также в трещиноватой коре выветривания фундамента. Максимальные глубины, на которых находятся нефтегазопроявления, составляют 5–6 км, что дает основание ожидать промышленные скопления на больших глубинах.

Наибольшее число залежей и разведанных запасов сосредоточено в среднедевон-нижнефранском терригенном комплексе, который отличается высокими коллекторскими свойствами и перекрывается устойчивой крышкой кыновско-саргаевских глин и глинистых известняков.

Почти все плитотектонические структуры (рифты, межрифтовые блоки, пассивная континентальная палеоокраина) благоприятны для формирования



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Табл. 2. Распределение залежей и проявлений нефти, газа, газоконденсата, битумов в пределах Западной Арктики и прилегающих регионов

Tab. 2. Distribution of oil, gas, gas condensate, and bitumen deposits and shows in the Western Arctic Region and neighbouring regions

Крупнейшие и крупные структуры		Баренцевская мегадепрессия					Западно-Сибирская мегадепрессия					Тимано-Печорская пассивная окраина	
Тектонические комплексы и их возраст		Дорифтовый (до E), предрифтовый (RF), рифтовый (O-D ₂ ; D ₃ -C ₁ ; P-T ₂), эпирифтовый (T ₃ -K)					Дорифтовый (до E), предрифтовый (PZ), рифтовый (PZ ₃ -T), эпирифтовый (J-KZ)					Дорифтовый (до E), предрифтовый (RF), рифтовый (O-D ₂), пассивно-окаинный (D ₃ -C ₁), эпирифтовый (T-KZ)	
Рифтовые зоны		Западно-Баренцевская	Центрально-Баренцевская	Восточно-Баренцевская	Святой Анны	Северо-Карская	Предново-земельская	Ямальская	Уренгойская	Енисей-Хатангская	Худосейская	Печоро-Колвинская	Варандей-Адзьявинская
Возраст (система)	Индекс												
Неогеновая	N												
Палеогеновая	P												
Меловая	K ₂					Г	КНГ	КНГ	К	КН			
	K ₁					Г	ГКН	ГКН	КГ	ГН			
Юрская	J ₃	Н		Г				НКГ	КГ				
	J ₂	К		Г			НГ	НКГ	КГ	ГН			
	J ₁						НГ						
Триасовая	T ₃												
	T ₂	К	К	К			Н			Н	Г	Н	
	T ₁										ГК	Н	
Пермская	P ₂								НГ		НГ	Н	
	P ₁										НГ	Н	
Каменно-угольная	C ₃										НГ	Н	
	C ₂										НГ	Н	
	C ₁											Н	
Девонская	D ₃										НГ	Н	
	D ₂						РZ ПГ ПН				НГ	Н	
	D ₁										НГ	Н	
Силурийская	S ₂										Н	Н	
	S ₁										Г	Н	
Ордовикская	O ₃												
	O ₂												
	O ₁												
Кембрийская	Є												
РЄ	Венд	V											
	Рифей	RF											

Залежи: Н — нефти, Г — газа, К — газоконденсата; проявления: ПН — нефти, ПГ — газа, БЖ — битумов (жидких), БТ — битумов (твердых).

Табл. 2, окончание

Tab. 2, end.

Тиманский ороген	Новоземельский ороген	Мезенская пассивная окраина	Таймыро-Северо-Земельский ороген	Арктическая мегакотловина и прилегающие регионы (залежи, проявления газа, нефти, битумов)									
				Район, структура				Район, структура					
Восточно-Тиманский мегавал	О-в Новая Земля	Вычегодский прогиб, Северо-Кельтменский вал	О-в Пионер	Нордвикский район (скважины)	Хатангский залив (скважина)	Лено-Анабарское междуречье (скважины, обнажения)	Оленекское поднятие	О-в Бельковский	О-в Котельный	О-в Врангеля	Ключинско-Мечингемская впадина	Вал Барроу	Прогиб Колвилл
							ПГ					Н Г	БЖ Г Г К
				БТ		БТ	БТ					Г Н	Г Н
				ПН ПГ		БТ	БТ		БТ	БТ		Г Н	ПГ Н БЖ
		ПН		БТ ПГ	ПН	БТ ПГ	БТ		БТ	БТ		ПН	БЖ
		ПН							БТ	БТ		Н Г	
Н Г				БТ				БТ	БТ	БТ	ПН БТ		
Н Г								БТ	БТ	БТ			
	БЖ ПН		БЖ ПН	БТ				БТ	БТ	БТ			
										БТ			
										БТ		БТ	
						БТ	ПН БТ						
						БТ	ПН БТ				БТ		
Г							БТ						

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

углеводород. Основной генерирующей толщей для верхнепалеозойского разреза являются терригенные породы верхнего девона (доманика).

Перспективы нефтегазоносности связаны с выявлением зон нефтегазонакопления в малоизученных районах внешней зоны пассивной окраины Восточно-Европейского палеоконтинента и предорогенного прогиба, трансформированных столкновением плит, где широко развиты надвиги, вдвиги, линейные, вытянутые структуры, антиформы. В первую очередь это Коротайхинский и Предуральский предорогенные прогибы.

Структуры III и IV (средние по размерам), V и VI порядков (небольшие) формируют основной УВ-потенциал. По морфологии структуры III порядка представлены крупными валами, сводами, выступами, а структуры IV–VI порядков связаны с брахиантиклиналями, куполовидными поднятиями. Площади структур III порядка изменяются в наиболее изученной Западно-Сибирской мегадепрессии от 6500 км² (Уренгойское месторождение) до 1900 км² (Самотлорское). Со структурами III порядка, помимо упомянутых, соотносятся здесь Ямбургское (5200 км²), Харампурское (3000 км²), Медвежье (2000 км²), Красноленинское (2700 км²), Приобское (2100 км²) месторождения. К структурам IV порядка (320–1600 км²) относится 80 месторождений, в том числе Ленинградское (800 км²), Победа (480 км²), Губкинское (610 км²). Доли структур III и IV порядков — 10 % общего числа, а их извлекаемые запасы категорий A + B + C₁ + C₂ — 71 %. Структуры V (64–300 км²) и VI (13–64 км²) порядков, в пределах которых обнаружены месторождения, являются преобладающими (70 % числа, 41 % площади, 28 % запасов месторождений).

На месторождения, приуроченные к структурам III порядка, приходится около 1 % общего числа месторождений в рассматриваемом регионе. Эти месторождения содержат 23 % извлекаемых запасов категорий A + B + C₁ + C₂. Месторождения, соответствующие по площади структурам IV–VIII порядков, составляют 98,5 % их общего числа. В них сконцентрировано около 77 % запасов региона. На долю запасов мелких (2,5–13 км²) и мельчайших (0,5–2,5 км²) по площади структур приходится 0,5 % региона. Таким образом, основные запасы сконцентрированы в структурах III–VI порядков.

Анализ извлекаемых запасов УВ показывает, что к структурам III порядка приурочены уникальные, IV — крупные и уникальные, V — крупные и средние, VI — средние и мелкие, VII — мелкие и очень мелкие, VIII — очень мелкие месторождения. Но и такие структуры важны для нефтяной геологии.

Так, размеры открываемых в последние десятилетия в верхнепермских отложениях залежей сверхвязких нефтей Республики Татарстан колеблются от 0,4 × 0,8 до 2,0 × 7,5 км, а их запасы, бла-

годаря большой эффективной мощности песчаных гряд (10–30 м), достигают первых миллионов тонн.

Описанные структуры от крупнейших по размерам до небольших включают залежи УВ в различных тектонических комплексах осадочного чехла. На месторождениях углеводородов Баренцевской и Западно-Сибирской мегадепрессий основные залежи УВ приурочены к эпирифтовому, а в пределах Тимано-Печорской пассивной окраины — к рифтовому комплексу. В акваториях Арктической мегакотловины и прилегающих районах пока обнаружены главным образом проявления нефти, газа и битумов (см. табл. 2).

Перспективы нефтегазоносности различных тектонических комплексов в разрезе осадочного чехла приведены в табл. 3. Отложения предрифтового, рифтового и эпирифтового комплексов перспективны в разной степени. Наиболее перспективны отложения эпирифтового комплекса, перспективны — рифтового, в меньшей степени — породы предрифтового комплекса, представленного образованием складчатого основания.

Резюмируя сказанное, следует обратить внимание на следующее.

Разрез осадочного чехла рассматриваемого региона состоит из двух этажей: нижнего — слабдеформированного, сложенного осадочно-вулканогенными породами, и верхнего — пологозалегающего, представленного осадочными отложениями.

Площадь распространения отложений верхнего этажа значительно превышает таковую нижнего. Мощность осадочного чехла изменяется от десятков метров (на поднятиях) до 20 км (во впадинах). Возраст разреза осадочного чехла колеблется в диапазоне от кайнозойского (океанические котловины) до рифейского (древние платформы).

Структуры осадочного чехла в пределах региона различаются: а) по размерам; б) по условиям образования. Учитывая это, разработана классификация структур Западной Арктики и сопредельных регионов (см. табл. 1).

По размерам структуры подразделяются на крупнейшие (площадь 5000–200 тыс. км²), крупные (200–8 тыс. км²), средние (8–0,32 тыс. км²), небольшие (0,32–0,013 тыс. км²) и мелкие (0,013–0,0005 тыс. км²). Крупнейшие структуры, в свою очередь, делятся на мегапорядковые и надпорядковые. К мегапорядковым относятся Баренцевская и Западно-Сибирская надрифтовые депрессии, Арктическая и Норвежско-Гренландская океанические мегакотловины (см. табл. 1).

Образование мегапорядковых структур обусловлено континентальными рифтовыми системами, выше которых сформировались надрифтовые мегадепрессии. Океанические рифтовые системы способствовали формированию океанических мегакотловин.

Площадь надпорядковых структур составляет 200–1000 тыс. км². Эти структуры образованы за счет рифтовых зон, пассивных континентальных окраин, предороганных прогибов, крупнейших зон поднятий и др. (см. табл. 1).

Крупные структуры подразделяются на структуры I и II порядков. Площадь структур I порядка 40–200 тыс. км², а II — 8–40 тыс. км². Структуры I порядка сформировались за счет внешних или внутренних зон пассивных окраин, окраино-шельфовых прогибов, отдельных секторов предороганных прогибов. Крупные структуры II порядка связаны с образованием крупных рифтов, моноклиналей, сводов, выступов, валов и зон поднятий. Средние (III и IV порядков) и небольшие (V–VI порядков) по размерам структуры являются, как правило, частью крупных, они возникли благодаря проявлению тектонических процессов (прогибание, воздымание, инверсия, рифто- и орогенез, надвиго-, сбросо- и сдвигообразование). Крупнейшие и крупные структуры формируют осадочные бассейны, средние — суббассейны, зоны нефтегазонакопления.

Большинство месторождений нефти и газа приурочено к небольшим по размерам структурам осадочного чехла. В редких случаях они встречаются в структурах среднего размера. Например, в пределах Медвежинского, Уренгойского и Ямбургского валов расположены уникальные Медвежье, Уренгойское и Ямбургское нефтегазоконденсатные месторождения Западно-Сибирской надрифтовой мегадепрессии.

На Вуктыльской тектонической пластине открыто уникальное одноименное нефтегазоконденсатное месторождение Тимано-Печорской пассивной палеоокраины. Уникальное Ленинградское, крупное Гыданское месторождения связаны со средними структурами IV порядка. Средние по запасам месторождения углеводородов: Надымское, Ладертойское, Среднеямальское открыты в пределах структур V порядка. К мелким локальным поднятиям VI порядка, таким как Южно-Тагульское, Северо-Сузунское и др., приурочены отдельные залежи крупных месторождений либо средние и мелкие по запасам месторождения УВ. Мельчайшие структуры контролируют мелкие и очень мелкие месторождения.

Уникальные месторождения по начальным извлекаемым запасам категорий А + В + С₁ + С₂ по классификации 2013 г.* приурочены к структурам III и IV порядков, крупные — IV и V, средние — V и VI, мелкие — VI и VII порядков, а очень мелкие — VIII порядка. Усредненные площади структур: уникальных месторождений — 900 км², крупных — 200 км², средних — 70 км², мелких — 30 км², очень мелких — 10 км².

По морфологии выделены положительные (поднятия, валы, выступы, своды), отрицательные (впа-

дины, прогибы), переходные (моноклинали, ступени, террасы, седловины) структуры.

Подавляющая часть месторождений приурочена к крупным и средним по размерам положительным, отрицательным (с инверсионными локальными поднятиями) структурам и седловинам, реже встречаются месторождения в пределах моноклиналей и ступеней. Среди зон поднятий наиболее перспективны Северный порог, Визе-Ушакова, Федынского и Адмиралтейское, среди седловин — Альбановская и Анабаро-Хатангская.

Среди крупных структур доказана промышленная преимущественно газоносность *внешней* (обнаружено около 20 месторождений) и нефтеносность *внутренней* (около 200 месторождений) зон Тимано-Печорской пассивной палеоокраины. В пределах Восточно-Баренцевской палеорифтовой зоны выявлено четыре газовых и газоконденсатных месторождения, в том числе уникальное Штокмановское.

В недрах Западно-Сибирской надрифтовой мегадепрессии открыты сотни месторождений, в том числе крупных и уникальных. Значительная часть акваторий мегадепрессий является перспективной на поиски углеводородов. Например, высоки перспективы нефтеносности Приновоземельской моноклинали, где закартировано более 30 структур IV–VI порядков и открыто месторождение Победа, приуроченное к средней по размерам структуре IV порядка.

Весьма перспективны пассивные континентальные окраины, в первую очередь Кольско-Канинская. Здесь выявлены ловушки антиклинального и неантиклинального типов, в том числе рифовые. Помимо антиклинальных структур (Владимирская, Восточная и др.), в отложениях перми, карбона, верхнего девона по данным сейсморазведки выделяются высокоперспективные верхнепермские, верхнедевонские рифовые постройки, средне-верхнекаменноугольные органогенные постройки, структурно-стратиграфические ловушки в руслодельтовых отложениях нижнего и среднего триаса, предполагаются структурно-тектонические ловушки в зонах выклинивания нижнего девона. Это позволяет считать ловушки Кольско-Канинской моноклинали первоочередным направлением поисков крупных месторождений нефти и газа.

В Западно-Шпицбергенской (Норвегия) уже обнаружены десятки газовых и газоконденсатных месторождений. Хорошими перспективами обладает крупный и глубокий (> 20 км осадочных пород) прогиб Вилькицкого Северо-Новосибирской пассивной палеоокраины.

Определенные перспективы связаны с *фрагментами предороганных прогибов*, прежде всего с Предсевероуральским (Вуктыльское и другие место-

* Градация месторождений, млн т нефти/млрд м³ газа: уникальные — более 300, крупные — от 30 до 300, средние — от 5 до 30, мелкие — от 1 до 5, очень мелкие — менее 1.



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Табл. 3. Перспективы нефтегазоносности тектонических комплексов крупнейших и крупных структур Западной Арктики и сопредельных регионов

Tab. 3. Petroleum potential of tectonic complexes of the largest and large structures in Western Arctic Region and neighbouring regions

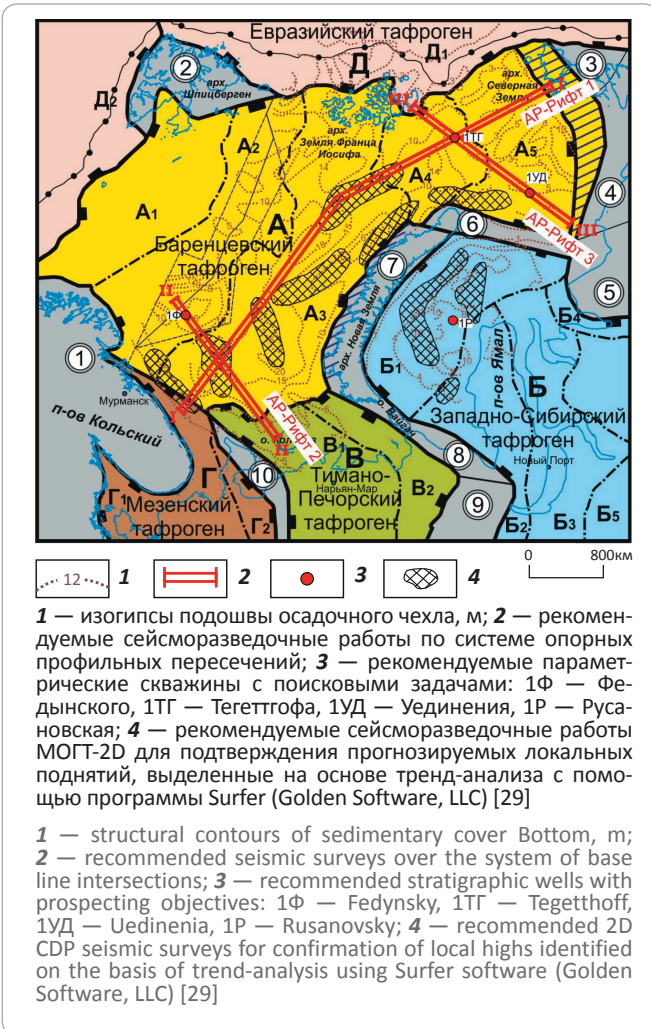
Крупнейшие структуры: мегапорядковые, надпорядковые				Норвежско-Гренландская океаническая мегакотловина		Арктическая океаническая мегакотловина										Современные пассивные континентальные окраины в пределах Северного Ледовитого океана												
Возраст тектонических комплексов				Тектонические комплексы	Норвежская котловина	Гренландская котловина	Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы		Тектонические комплексы					
ЭОН (эоно-тема)	ЭРА (эратема)	ПЕРИОД (система)	Индекс				Нансена ОК	Амундсена ОК	Подводников ОК	Макарова ОК	Западно-Канадская ОК	Тектонические комплексы	Хребет Ломоносова	Хребет Менделеева	Североземельская	Северо-Ушakovская	Северо-Франца-Иосифовская	Северо-Шлиббергская	Западно-Шлиббергская	Северо-Новосибирская	Прогиб Вилькицкого	Центрально-Делонгосское поднятие	Северо-Чукотская РЗ	Предлаптевская РЗ				
Фанерозой	Кайнозой	Квартер	Q	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х				
		Неоген	N ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х			
			N ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
			P ₃	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	
		Палеоген	P ₂	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	ПН	
			P ₁	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	
	Р		П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П		
	Мезозой	Мел	K ₂	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	И	ПК	П	И	ПН	П	ПН			
			K ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Р	Х	Х	Р	ПК	П	П	П		
		Юра	J ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			J ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			J ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
		Триас	T ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			T ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			T ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
		Пермь	P ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			P ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			P ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			C ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			Карбон	C ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
				C ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
		Девон	D ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			D ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
			D ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
		Силур	S ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
	S ₁		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
	Ордовик	O ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		O ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		O ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
	Кембрий	Є ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		Є ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		Є ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		V ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
	Протерозой	Рифей	V ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
			R ₃	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
			R ₂	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		R ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		PR ₁	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		
		Архей	AR	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х		

Примечание. Перспективные комплексы: ПК — на поиски крупных и средних по запасам месторождений газа и нефти, ПН — на поиски небольших по запасам месторождений газа и нефти; Х — малоперспективные и бесперспективные тектонические комплексы; перспективы нефтегазоносности тектонических комплексов: П — потенциально нефтегазоносные по общегеологическим критериям, но недостаточно изученные, Г — возможно нефтегазоносные по общегеологическим критериям, ? — с невыясненными перспективами нефтегазоносности; тектонические комплексы фундамента: К — континентальный кристаллический, О — океанический, СОК — субокеанический, СК — субконтинентальный, СО — складчатое основание, ПР — предрифтовый, Р — рифтовый, ПО — пассивноокраинный, И — инверсионный, ЭР — эпирифтовый; структуры: РЗ — рифтовая зона, ЗП — зона поднятий.

TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 11. Рекомендации по направлениям геолого-разведочных работ регионального и поисково-оценочного (стадии выявления объектов поискового бурения) этапов на шельфах Баренцева и Карского морей [29]

Fig. 11. Recommendations on the directions of exploration and prospecting activities of regional and appraisal (identification of exploratory drilling targets) stages on the Barents and Kara sea shelves [29]



рождения), Предполяруральским (4 месторождения) и Предпайхойским, слабоизученным, где месторождения пока не выявлены. Среди *присдвиговых мегапрогибов* более перспективен Усть-Енисейский (Пайяхское нефтяное и Байкаловское нефтегазоконденсатное месторождения). Среди присдвиговых впадин перспективна Большехетская (Пякяхинское нефтегазоконденсатное и Южно-Мессояхское, Северо-Хальмерпаютинское и Хальмерпаютинское газоконденсатные месторождения).

Перспективны крупные поднятия Центрально-Баренцевской зоны, где уже доказана промышленная газоносность. Перспективны также рифты, прогибы и впадины, например Нордкапско-Варангерский, Восточно-Баренцевский, Печоро-Колвинский, Варандей-Адзввинский, Уренгойско-

Колтолгорский, Южно-Карский, Гыданский и Енисей-Хатангский, Кировско-Кажимский (выявлено 1 месторождение), Севертнагенский (10 прогибы, впадины — Южно-Баренцевская (3 месторождения), Ижма-Печорская и Хорейверско-Печороморская (десять нефтяных месторождений), Косью-Роговская (5 месторождений), Большесынинская (4 месторождения), Верхнепечорская (9 месторождений), Южно-Карская (3 месторождения), Гыданская (47 месторождений)).

Перспективы нефтегазоносности связаны также с крупными моноклиналиями и ступенями, на которых уже открыты месторождения: Скандинавской, Малоземельско-Колгуевской, Южно-Ямальской, Приновоземельской, Северо-Гыданской, Южно-Таймырской. Определенными перспективами для поисков месторождений УВ обладают доюрские отложения Приенисейской моноклинали.

Среди крупных поднятий, сводов, мегавалов, зон поднятий перспективны те, где уже открыты месторождения: Восточно-Тиманский, Колвинский, Печоро-Кожвинский мегавалы, Варандей-Адзввинская, Меркунус-Бьярмеландская зоны, а также Адмиралтейский вал, где бурением первой скважины пока не выявлены залежи из-за осложнений при бурении (аномально высокое пластовое давление).

Весьма перспективны крупные седловины, мегаседловины — на трех из шести уже обнаружены месторождения: на Южно-Карско-Гыданской, Лудловской (два месторождения и две зоны нефтегазонакопления), Анабаро-Хатангской (нефтепроявления). В первую очередь нужно исследовать Хатангскую, Альбановскую, Южно-Карско-Свердрупскую седловины. Их перспективы связаны со структурами IV и V порядков.

Проведенные исследования показали, что для более полной характеристики структур осадочного чехла целесообразно составлять не одну, а несколько карт — отдельно для крупнейших, крупных, средних и небольших структур. Карты разного ранга, отображая строение осадочного чехла, позволят геологам-нефтяникам лучше понимать друг друга при выделении разнопорядковых структур и оценке их углеводородного потенциала.

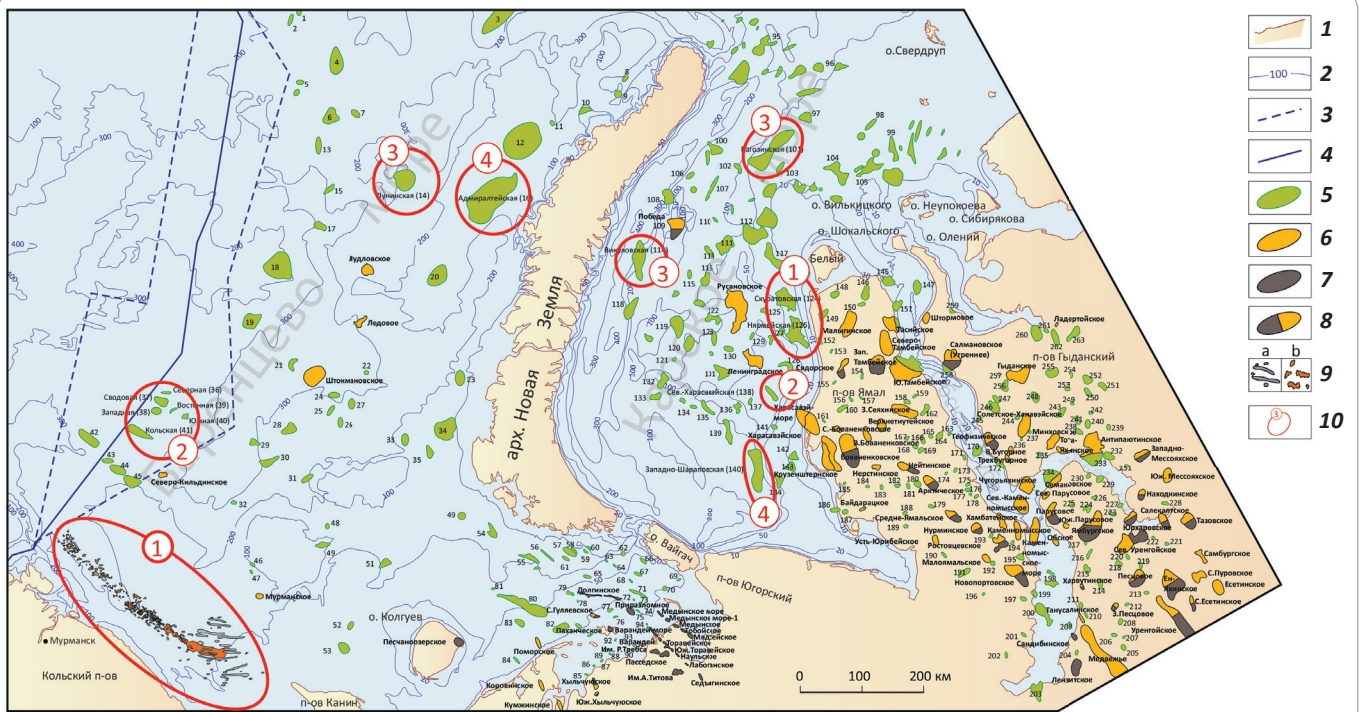
Рекомендации

Учитывая размеры структур, литолого-палеогеографическую обстановку их образования, другие благоприятные условия для нефтегазообразования ([12, 15, 16, 20, 25, 26, 30, 34] и др.), для освоения перспективных ресурсов Западной Арктики в ближайшей перспективе необходимо провести региональные и поисково-оценочные работы.

Региональный этап. Для уточнения закономерностей геологического строения, оценки перспектив нефтегазоносности предлагается: 1) выполнение сейсморазведочных работ по системе опорных про-

Рис. 12. Рекомендации по направлениям геолого-разведочных работ поисково-оценочного этапа (стадии подготовки объектов к поисковому бурению и стадии поиска, оценки месторождений) на шельфах Баренцева и Карского морей [29]

Fig. 12. Recommendations on the directions of exploration and prospecting activities of prospecting and appraisal stage (objects preparation to exploratory drilling and next E&P stage) on the Barents and Kara sea shelves [29]



1 — береговая линия; **2** — изобаты, м; **3** — граница зоны спорных с Норвегией экономических интересов (до 2011 г.); **4** — линия разграничения морских пространств России и Норвегии (после 2011 г.); **5** — нефтегазоперспективные объекты; **месторождения (6–8):** **6** — газовые и газоконденсатные, **7** — нефтяные, **8** — нефтегазовые и нефтегазоконденсатные; **9** — контуры органогенных построек в пределах Кольско-Канинской моноклинали: **a** — каменноугольно-нижнепермских, **b** — верхнепермских; **10** — нефтегазоперспективные объекты (антиклинальные структуры IV–VII порядков, органогенные, рифовые постройки) и очередность их освоения в ближней перспективе (цифры соответствуют последовательности опоскования).

Локальные структуры (IV–VIII порядков): 1 — Северная-1, 2 — Северная (север Баренцева моря), 3 — Орловская, 4 — Белая, 5 — Крайняя, 6 — Средняя, 7 — Персеевская, 8 — Иностранцева, 9 — Бледная, 10 — Панкратьевская, 11 — Литке, 12 — Пахтусовская, 13 — Вернадского, 14 — Луницкая, 15 — Шатского, 16 — Адмиралтейская, 17 — Медвежья, 18 — Ферсмановская, 19 — Демидовская, 20 — Крестовая, 21 — Северная-Штокмановская, 22 — Бритвинская, 23 — Митюшихинская, 24 — Северо-Туломская, 25 — Туломская, 26 — Южно-Туломская, 27 — Безымянная, 28 — Териберская, 29 — Терская, 30 — Северо-Надеждинская, 31 — Арктическая, 32 — Надеждинская, 33 — Бортовая, 34 — Дмитриевская, 35 — Гусиноземельская, 36 — Северная, 37 — Сводовая, 38 — Западная, 39 — Восточная, 40 — Южная, 41 — Кольская, 42 — Октябрьская, 43 — Варяжская, 44 — Курчатовская, 45 — Рыбачинская, 46 — Северо-Мурманская, 47 — Лопарская, 48 — Андреевская, 49 — Ахматовская, 50 — Западно-Новоземельская, 51 — Куренцовская, 52 — Восточно-Коргинская, 53 — Коргинская, 54 — Междушарская, 55 — Папанинская, 56 — Саханинская, 57 — Западно-Покровская, 58 — Покровская, 59 — Восточно-Покровская, 60 — Мерцающая, 61 — Селзневская, 62 — Зверобойная, 63 — Пиритовая, 64 — Михайловская, 65 — Восточно-Рахмановская, 66 — Прокофьевская, 67 — Моржовая, 68 — Логиновская, 69 — Вайгачская, 70 — Матвеевская, 71 — Западно-Матвеевская, 72 — Западно-Полярная, 73 — Полярная, 74 — Стасовская, 75 — Восточно-Приразломная, 76 — Восточно-Гуляевская, 77 — Алексеевская, 78 — Западно-Гуляевская, 79 — Большегуляевская, 80 — Русская, 81 — Северо-Русская, 82 — Южно-Русская, 83 — Северо-Поморская, 84 — Колоколморская, 85 — Дресвянская, 86 — Константиновская, 87 — Каменная, 88 — Окинская, 89 — Шевелевская, 90 — Бизековская, 91 — Мадачагская, 92 — Соболья, 93 — Баровая, 94 — Варандей-море-3, 95 — Леверская, 96 — Лошкинская, 97 — Монская, 98 — Западно-Свердрупская, 99 — Быррангская, 100 — Розевская, 101 — Рагозинская, 102 — Западно-Рагозинская, 103 — Флиссингская, 104 — Анабарская, 105 — Вилькицкого, 106 — Дальняя, 107 — Нансена, 108 — Власьевская, 109 — Университетская (нефтегазовое месторождение Победа), 110 — Эдварда, 111 — Матусевича, 112 — Кропоткина, 113 — Неупокоева, 114 — Викуловская, 115 — Восточно-Викуловская, 116 — Западно-Русановская, 117 — Рождественская, 118 — Татаринская, 119 — Галльская, 120 — Воронинская-1, 121 — Воронинская-2, 122 — Северная (Карское море), 123 — Лутковская, 124 — Скуратовская, 125 — Западно-Скуратовская, 126 — Нярмейская, 127 — Спортивная, 128 — Морская, 129 — Северо-Ленинградская, 130 — Невская, 131 — Петровская, 132 — Мининская-1, 133 — Мининская-2, 134 — Северо-Обручевская, 135 — Обручевская, 136 — Западно-Акваринская, 137 — Акваринская, 138 — Северо-Харасавэйская, 139 — Амдерминская, 140 — Западно-Шараповская, 141 — Северо-Шараповская, 142 — Южно-Харасавэйская, 143 — Шкиперская, 144 — Шараповская, 145 — Преображенская, 146 — Тыпертояхская, 147 — Корпачевская, 148 — Западно-Нярмейская, 149 — Западно-Мальгинская, 150 — Северо-Мальгинская, 151 — Восточно-Тамбейская, 152 — Тарминская, 153 — Леоновская, 154 — Хариусная, 155 — Западно-Сядорская, 156 — Хороводная, 157 — Хребетная, 158 — Венуйская, 159 — Фирновая, 160 — Восточно-Харасавэйская, 161 — Харатская, 162 — Северо-Сеяхинская, 163 — Восточно-Сеяхинская, 164 — Сеяхинская, 165 — Турманская, 166 — Ниливская, 167 — Седская, 168 — Хобская, 169 — Южно-Ниливская, 170 — Геофизическая, 171 — Западно-Геофизическая, 172 — Бухаринская, 173 — Южно-Сеяхинская, 174 — Восточно-Арктическая, 175 — Яптикалинская, 176 — Тюпсалинская, 177 — Западно-Тюпсалинская, 178 — Южно-Тюпсалинская, 179 — Западно-Арктическая, 180 — Юрахатинская, 181 — Ясавэйская, 182 — Западно-Ясавэйская,



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Усл. обозначения к рис. 12, продолжение.

Legend for fig. 12, cont.

183 — Лытинская, 184 — Муртинская, 185 — Остромысовская, 186 — Прибрежная, 187 — Западно-Байдарацкая, 188 — Юреяхинская, 189 — Южно-Ямбутинская, 190 — Салобатская, 191 — Восходная, 192 — Ямальская, 193 — Южно-Нурминская, 194 — Юрседайская, 195 — Восточно-Новопортковская, 196 — Западно-Яротинская, 197 — Южно-Ямальская, 198 — Южно-Обская, 199 — Паютовская, 200 — Елисеевская, 201 — Сюняйсалинская, 202 — Ярсалинская, 203 — Шугинская, 204 — Дельтовая, 205 — Хабияхская, 206 — Падинская, 207 — Восточно-Медвежья, 208 — Малохотинская, 209 — Северо-Сандибинская, 210 — Северо-Ныдинская, 211 — Седаяхинская, 212 — Южно-Песцовая, 213 — Верхне-Арка-Табьяхинская, 214 — Восточно-Харвутинская, 215 — Северо-Харвутинская, 216 — Южно-Ямбургская, 217 — Хосырейская, 218 — Санская, 219 — Пиричейская, 220 — Балтийская, 221 — Западно-Тазовская, 222 — Ламтаямская, 223 — Восточно-Ямбургская, 224 — Анерьяхинская, 225 — Лымбарская, 226 — Северо-Анерьяхинская, 227 — Северо-Юрхаровская, 228 — Перекатная, 229 — Няхартинская, 230 — Северо-Няхартинская, 231 — Влажная, 232 — Угловая, 233 — Антипаютинская, 234 — Адерпаютинская, 235 — Восточно-Минховская, 236 — Южно-Советская, 237 — Сахаровская, 238 — Ялитинская, 239 — Кустарниковая, 240 — Приречная, 241 — Глубинная, 242 — Толовайская, 243 — Сопочная, 244 — Торамойская, 245 — Новолунная, 246 — Быстрицкинская, 247 — Вангутинская, 248 — Южно-Гыданская, 249 — Овражная, 250 — Северо-Ялаяхская, 251 — Беговая, 252 — Северо-Танамская, 253 — Ягельная, 254 — Восточно-Яртояхинская, 255 — Яртояхинская, 256 — Мерсуйхская, 257 — Западно-Гыданская, 258 — Салмановская (Утренняя), 259 — Южно-Явайская, 260 — Северо-Гыданская, 261 — Садрская, 262 — Нявуяхская, 263 — Западно-Сопатинская; 264 — Кольско-Канинская зона органогенных построек, антиклинальных структур.

Очередность освоения нефтегазоперспективных объектов в ближней перспективе. Баренцево море: 1 — органогенные постройки и структуры Кольско-Канинской моноклинали, 2 — свод Федынского (структура Кольская), 3, 4 — нефтегазоперспективные структуры: 3 — Лунинская, 4 — Адмиралтейская; **Карское море:** 1–4 — нефтегазоперспективные структуры: 1 — Нярмейская и Скуратовская, 2 — Северо-Харасавэйская, 3 — Рагозинская и Видуловская, 4 — Западно-Шарাপовская

1 — shoreline; 2 — isobaths, m; 3 — maritime Grey Zone boundary (before 2011); 4 — maritime delimitation line between Russian Federation and the Kingdom of Norway (after 2011); 5 — oil and gas prospects; fields (6–8): 6 — gas and gas condensate, 7 — oil, 8 — oil and gas, and oil and gas condensate; 9 — contours of organogenic buildups within the Kola-Kanin monocline: a — Carboniferous - Lower Permian, b — Upper Permian; 10 — oil and gas prospects (anticline structures of IV–VII order, organogenic, reef buildups) and priority of their development in near future (numbers refer to the prospecting sequence).

Local structures (IV–VIII orders): 1 — Severnaya-1, 2 — Severnaya (sever Barentseva morya), 3 — Orlovskaya, 4 — Belaya, 5 — Krainyaya, 6 — Srednyaya, 7 — Perseevskaya, 8 — Inostrantseva, 9 — Blednaya, 10 — Pankrat'evskaya, 11 — Litke, 12 — Pakhtusovskaya, 13 — Vernadskogo, 14 — Luninskaya, 15 — Shatskogo, 16 — Admiralteiskaya, 17 — Medvezh'ya, 18 — Fersmanovskaya, 19 — Demidovskaya, 20 — Krestovaya, 21 — Severo-Shtokmanovskaya, 22 — Britvinskaya, 23 — Mityushikhinskaya, 24 — Severo-Tulomskaya, 25 — Tulomskaya, 26 — Yuzhno-Tulomskaya, 27 — Bezymyannaya, 28 — Teriberskaya, 29 — Terskaya, 30 — Severo-Nadezhdinskaya, 31 — Arkticheskaya, 32 — Nadezhdinskaya, 33 — Bortovaya, 34 — Dmitrievskaya, 35 — Gusinozemel'skaya, 36 — Severnaya, 37 — Svodovaya, 38 — Zapadnaya, 39 — Vostochnaya, 40 — Yuzhnaya, 41 — Kol'skaya, 42 — Oktyabr'skaya, 43 — Varyazhskaya, 44 — Kurchatovskaya, 45 — Rybachinskaya, 46 — Severo-Murmanskaya, 47 — Loparskaya, 48 — Andreevskaya, 49 — Akhmatovskaya, 50 — Zapadno-Novozemel'skaya, 51 — Kurentsovskaya, 52 — Vostochno-Korginskaya, 53 — Korginskaya, 54 — Mezhdusharskaya, 55 — Papaninskaya, 56 — Sakhaninskaya, 57 — Zapadno-Pokrovskaya, 58 — Pokrovskaya, 59 — Vostochno-Pokrovskaya, 60 — Mertsayushchaya, 61 — Seleznevskaya, 62 — Zveroboinaya, 63 — Piritovaya, 64 — Mikhailovskaya, 65 — Vostochno-Rakhmanovskaya, 66 — Prokof'evskaya, 67 — Morzhovaya, 68 — Loginovskaya, 69 — Vaigachskaya, 70 — Matveevskaya, 71 — Zapadno-Matveevskaya, 72 — Zapadno-Polyarnaya, 73 — Polyarnaya, 74 — Stasovskaya, 75 — Vostochno-Prirazlomnaya, 76 — Vostochno-Gulyaevskaya, 77 — Alekseevskaya, 78 — Zapadno-Gulyaevskaya, 79 — Bol'shegulyaevskaya, 80 — Russkaya, 81 — Severo-Russkaya, 82 — Yuzhno-Russkaya, 83 — Severo-Pomorskaya, 84 — Kolokolmorskaya, 85 — Dresvyanskaya, 86 — Konstantinovskaya, 87 — Kamenskaya, 88 — Okinskaya, 89 — Shevelevskaya, 90 — Bizekovskaya, 91 — Madachagskaya, 92 — Sobol'ya, 93 — Barovaya, 94 — Varandei-more-3, 95 — Leverskaya, 96 — Loshkinskaya, 97 — Monskaya, 98 — Zapadno-Sverdrupskaya, 99 — Byrrangskaya, 100 — Rozevskaya, 101 — Ragozinskaya, 102 — Zapadno-Ragozinskaya, 103 — Flissingskaya, 104 — Anabarskaya, 105 — Vil'kitskogo, 106 — Dal'nyaya, 107 — Nansena, 108 — Vlas'evskaya, 109 — Universitetskaya (neftegazovoe mestorozhdenie Pobeda), 110 — Edvarda, 111 — Matusevicha, 112 — Kropotkina, 113 — Neupokoeva, 114 — Vikulovskaya, 115 — Vostochno-Vikulovskaya, 116 — Zapadno-Rusanovskaya, 117 — Rozhdestvenskaya, 118 — Tatarinovskaya, 119 — Gallskaya, 120 — Voroninskaya-1, 121 — Voroninskaya-2, 122 — Severnaya (Karskoe more), 123 — Lutkovskaya, 124 — Skuratovskaya, 125 — Zapadno-Skuratovskaya, 126 — Nyarmeiskaya, 127 — Sportivnaya, 128 — Morskaya, 129 — Severo-Leningradskaya, 130 — Nevskaya, 131 — Petrovskaya, 132 — Mininskaya-1, 133 — Mininskaya-2, 134 — Severo-Obruchevskaya, 135 — Obruchevskaya, 136 — Zapadno-Akvamarinovskaya, 137 — Akvamarinovskaya, 138 — Severo-Kharasaveiskaya, 139 — Amderminskaya, 140 — Zapadno-Sharapovskaya, 141 — Severo-Sharapovskaya, 142 — Yuzhno-Kharasaveiskaya, 143 — Shkiperskaya, 144 — Sharapovskaya, 145 — Preobrazhenskaya, 146 — Tyupertoyakhskaya, 147 — Korpachevskaya, 148 — Zapadno-Nyarmeiskaya, 149 — Zapadno-Malyginskaya, 150 — Severo-Malyginskaya, 151 — Vostochno-Tambeiskaya, 152 — Tarminskaya, 153 — Leonovskaya, 154 — Khariuskaya, 155 — Zapadno-Syadorskaya, 156 — Khorovodnaya, 157 — Khrebetnaya, 158 — Venuiskaya, 159 — Firnovaya, 160 — Vostochno-Kharasaveiskaya, 161 — Kharatskaya, 162 — Severo-Seyakhinskaya, 163 — Vostochno-Seyakhinskaya, 164 — Seyakhinskaya, 165 — Turmanskaya, 166 — Nilivoiskaya, 167 — Sedskaya, 168 — Khobskaya, 169 — Yuzhno-Nilivoiskaya, 170 — Geofizicheskaya, 171 — Zapadno-Geofizicheskaya, 172 — Bukharinskaya, 173 — Yuzhno-Seyakhinskaya, 174 — Vostochno-Arkticheskaya, 175 — Yaptiksalinskaya, 176 — Tyupsalinskaya, 177 — Zapadno-Tyupsalinskaya, 178 — Yuzhno-Tyupsalinskaya, 179 — Zapadno-Arkticheskaya, 180 — Yurakhatinskaya, 181 — Yasaveiskaya, 182 — Zapadno-Yasaveiskaya, 183 — Lytinskaya, 184 — Murtinskaya, 185 — Ostromysovskaya, 186 — Pribrezhnaya, 187 — Zapadno-Baidaratskaya, 188 — Yureyakhinskaya, 189 — Yuzhno-Yambutinskaya, 190 — Salobatskaya, 191 — Voskhodnaya, 192 — Yamal'skaya, 193 — Yuzhno-Nurminskaya, 194 — Yursedaiskaya, 195 — Vostochno-Novoportovskaya, 196 — Zapadno-Yarotinskaya, 197 — Yuzhno-Yamal'skaya, 198 — Yuzhno-Obская, 199 — Payutovskaya, 200 — Eliseevskaya, 201 — Syunyaisalinskaya, 202 — Yarsalinskaya, 203 — Shuginskaya, 204 — Del'tovaya, 205 — Khabiyakhskaya, 206 — Padinskaya, 207 — Vostochno-Medvezh'ya, 208 — Malokhotinskaya, 209 — Severo-Sandibinskaya, 210 — Severo-Nydinginskaya, 211 — Sedayakhinskaya, 212 — Yuzhno-Pestsovaya, 213 — Verkhne-Arka-Tab'yakhinskaya, 214 — Vostochno-Kharvutinskaya, 215 — Severo-Kharvutinskaya, 216 — Yuzhno-Yamburgskaya, 217 — Khosyreiskaya, 218 — Sanskaya, 219 — Piricheiskaya, 220 — Baltiiskaya, 221 — Zapadno-Tazovskaya, 222 — Lamtayamskaya, 223 — Vostochno-Yamburgskaya, 224 — Aner'yakhinskaya, 225 — Lymbarskaya, 226 — Severo-Aner'yakhinskaya, 227 — Severo-Yurkharovskaya, 228 — Perekatnaya, 229 — Nyakhartinskaya, 230 — Severo-Nyakhartinskaya, 231 — Vlazhnaya, 232 — Ugllovaya, 233 — Antipayutinskaya, 234 — Aderpayutinskaya, 235 — Vostochno-Minkhovskaya, 236 — Yuzhno-Soletskaya, 237 — Sakharovskaya, 238 — Yalitinskaya, 239 — Kustarnikovaya, 240 — Prirechnaya, 241 — Glubinnaya, 242 — Tolovaiskaya, 243 — Sopochnaya, 244 — Toramyuiskaya, 245 — Novolunnaya, 246 — Bystritskinskaya, 247 — Vangutinskaya, 248 — Yuzhno-Gydanskaya, 249 — Ovrazhnaya, 250 — Severo-Yalayakhskaya, 251 — Begovaya, 252 — Severo-Tanamskaya, 253 — Yagel'naya, 254 — Vostochno-Yartoyakhinskaya, 255 — Yartoyakhinskaya, 256 — Mersuyakhskaya, 257 — Zapadno-Gydanskaya, 258 — Salmanovskaya (Utrennyaya),

Legend for fig. 12, end.

259 — Yuzhno-Yavayskaya, 260 — Severo-Gydanskaya, 261 — Sadrskaya, 262 — Nyavuyakhskaya, 263 — Zapadno-Sopatinskaya; 264 — Kola-Kanin zone of organic buildups, anticlinal structures.

Sequence of oil and gas prospects development in near future. Barents Sea: 1 — organogenic buildups and structures of Kola-Kanin monocline, 2 — Fedynsky swell (Kola structure), 3, 4 — oil and gas promising structures: 3 — Luninskaya, 4 — Admiralteiskaya; **Kara Sea:** 1–4 — oil and gas promising structures: 1 — Nyarmeiskaya i Skuratovskaya, 2 — Severo-Kharasaveiskaya, 3 — Ragozinskaya i Vikulovskaya, 4 — Zapadno-Sharapovskaya

фильных пересечений в продольном (АР — Рифт I–I) и поперечном (АР — Рифт II–II, АР — Рифт III–III) направлениях (рис. 11); 2) бурение параметрических скважин в пределах: Русановского месторождения (1Р), на своде Федынского (1Ф), прогиба Уединения (1УД), в зоне развития рифов на моноклинали Тагеттгоффа (1ТГ). Помимо параметрических задач, бурение параметрических скважин должно способствовать решению поисково-оценочных и разведочных задач.

На **поисково-оценочном этапе** предлагается: 1) проведение сейсморазведки МОГТ-2D на локальных поднятиях, прогнозируемых по результатам тренд-анализа и градиентного анализа с целью их подтверждения [29]; 2) проведение поисково-оценочных работ на наиболее перспективных объектах Баренцева и Карского морей, включая подготовку объектов к поисковому бурению, выбор точек заложения поисково-оценочных скважин и поисково-оценочное бурение.

Очередность освоения наиболее перспективных объектов

Баренцево море: 1 — структуры (Владимирская, Восточная), рифовые и органогенные постройки Кольско-Канинской моноклинали; 2 — свод Федынского; 3, 4 — перспективные структуры: 3 — Лунинская, 4 — Адмиралтейская.

Карское море: 1–4 — перспективные структуры: 1 — Нярмейская и Скуратовская, 2 — Северо-Харасавэйская, 3 — Рогозинская и Викуловская, 4 — Западно-Шараповская (рис. 12).

Разработанная классификация структур осадочного чехла (от крупнейших до мелких) будет полезна при определении ранга, порядка выделенной тектонической единицы и учтена при построении структурных, тектонических карт, оценке ресурсов УВ Арктики и других нефтегазоносных регионов. Авторы надеются, что изложенные рекомендации по проведению геолого-разведочных работ будут способствовать открытию крупных месторождений нефти и газа.

Литература

1. Астафьев Д.А., Шеин В.А. Тектоническое строение и перспективы нефтегазоносности северной части Западно-Сибирского тафрогена и его обрамления // Геология нефти и газа. — 2010. — № 3. — С. 19–29.
2. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В., Бордуков С.И., Луговая О.В., Чикишев А.А., Яковашина Б.Г. Тектоника, тектоностратиграфия и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. — 2016. — Т. 50. — № 2. — С. 23–42. DOI: 10.7868/S0016853X16020028.
3. Балдин В.А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности верхнеюрско-неокомских отложений западной части Енисей-Хатангского прогиба : автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. — М. : Изд-во ВНИГНИ, 2001. — 225 с.
4. Басов В.А., Василенко Л.В., Вискунова К.Г. и др. Эволюция обстановок осадконакопления Баренцево-Северо-Карского палеобассейна в фанерозое // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2009. — Т. 4. — № 1. — С. 1–3.
5. Тектоническая карта морей Карского и Лаптевых и севера Сибири: Объяснительная записка // Н.А. Богданов, В.Е. Хаин, О.М. Розен. — 1:2 500 000. — М. : Изд-во Института литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 1998.
6. Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Тучкова М.И. Современная структура и этапы тектонической эволюции острова Врангеля (Российская Восточная Арктика) // Геотектоника. — 2015. — Т. 49. — № 3. — С. 3–36.
7. Виноградов В.А., Гусев Е.А., Лопатин В.Е. Возраст и структура осадочного чехла Восточно-Арктического шельфа России // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. — СПб. : ВНИИОкеангеология, 2004. — Вып. 5. — С. 202–2012.
8. Винокуров И.Ю., Беляева И.В., Егоров А.С. и др. Глубинная модель и особенности Баренцево-Карского региона // Геология полярных областей Земли. Материалы XLII Тектонического совещания. — 2009. — Т. 1. — С. 102–106.
9. Гаврилов В.П., Федоровский Ю.Ф., Тронов Ю.А. и др. Геодинамика и нефтегазоносность Арктики / Под ред. В.П. Гаврилова. — М. : Недра, 1993. — 322 с.
10. Государственная геологическая карта РФ (новая серия). Лист Т-37-40 — Земля Франца-Иосифа (южные острова): Объяснительная записка / Ред. Б.Г. Лопатин. — 1:1 000 000. — СПб. : Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2004. — 170 с.
11. Государственная геологическая карта РФ (новая серия). Лист Т-41-44 — мыс Желания: Объяснительная записка / Ред. Б.Г. Лопатин. — 1:1 000 000. — СПб. : Изд-во Картфабрика ВСЕГЕИ, 2004. — 170 с.
12. Грамберг И.И., Супруненко О.И., Вискунова К.В. и др. Нефтегазоносность Арктического супербассейна // Разведка и охрана недр. — 2000. — № 12. — С. 24–30.
13. Долгунов К.А., Мартыросян В.Н., Васильева Е.А., Сапожников Б.Г. Структурно-тектонические особенности строения и перспективы нефтегазоносности северной части Баренцево-Карского региона // Геология нефти и газа. — 2011. — № 6. — С. 70–83.
14. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. — М. : Недра, 1990. — 34 с.
15. Ким Б.И., Евдокимова Н.К., Харитоновна Л.Я., Иванова Н.М., Полищук Л.А. Осадочный чехол шельфа моря Лаптевых и его нефтегазоносный потенциал // Геология нефти и газа. — 2011. — № 6. — С. 116–131.
16. Клещев К.А., Шеин В.С. Геодинамическая эволюция и перспективы нефтегазоносности Арктики. — М. : Изд-во ВНИГНИ, 2008. — 103 с.



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

17. Конторович А.Э., Эпов М.И., Бурштейн Л.М., Каминский В.Д., Курчиков А.Р., Малышев Н.А., Прищеп О.М., Сафонов А.Ф., Ступакова А.В., Супруненко О.И. Геология, ресурсы углеводородов шельфов арктических морей России и перспективы их освоения // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 1. – С. 7–17.
18. Малышев Н.А., Обметко В.В., Бородулин А.А. Оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Восточной Арктики // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2010. – С. 20–28.
19. Малышев 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 // ДАН. – 2012. – Т. 445. – № 1. – С. 791–795.
20. Мартиросян В.Н., Васильева В.А., Устрицкий В.И., Супруненко О.И., Винокуров И.Ю. Север Карского моря – высокоперспективная на нефть область Арктического шельфа России // Геология нефти и газа. – 2011. – № 6. – С. 59–70.
21. Нефть и газ Арктики : мат-лы Международной научно-практической конференции (27–29 июня 2006 г.) / Под ред. В.П. Гаврилова. – М. : Интергеоcontact Наука, 2007. – 351 с.
22. Пронкин А.П., Савченко В.И., Хлебников П.А., Эрнст В.А., Филипцов Ю.А., Афанасенков А.П., Ефимов А.С., Ступакова А.В., Бордунов С.И., Суслова А.А., Сауткин Р.С., Глухова Т.А., Перетолчин К.А. Новые данные о геологическом строении и возможной нефтегазоносности зон сочленения Западно-Сибирской и Сибирской платформ со складчатым Таймыром // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 30–44.
23. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Серия Таймырско-Североземельская. Лист S-48 – оз. Таймыр (восточная часть): Объяснительная записка / В.Ф. Проскурнин, А.В. Гавриш, В.В. Межубовский, В.Р. Трофимов, В.Н. Егоров и др. – 1:1 000 000. – СПб. : Изд-во Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 253 с. + 5 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», МУП «ПРГЭ», ОАО «МАГЭ»).
24. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Серия Таймырско-Североземельская. Лист S-49 – Хатангский залив: Объяснительная записка / В.Ф. Проскурнин, А.В. Гавриш, В.В. Межубовский, В.Р. Трофимов. – 1:1 000 000. – СПб. : Изд-во Картфабрика ВСЕГЕИ, 2013. – 275 с. + 12 вкл.
25. Ступакова А.В. Структура и нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа и прилегающих территорий // Геология нефти и газа. – 2011. – № 6. – С. 99–115.
26. Супруненко О.И., Устрицкий В.И., Зуйкова О.И., Павлов С.П., Винокуров И.Ю. Геолого-геофизическое районирование севера Баренцево-Карского шельфа по данным сейсморазведки // Геология нефти и газа. – 2009. – № 4. – С. 17–25.
27. Хаин В.Е., Филатова И.Н., Полякова И.Д. Тектоника, геодинамика и перспективы нефтегазоносности восточно-арктических морей и их континентального обрамления // Труды геологического института. – М. : Наука, 2009. – Вып. 601. – 227 с.
28. Шеин В.А. Перспективы нефтегазоносности Западной Арктики и рекомендации по проведению геолого-разведочных работ на нефть и газ // Геология нефти и газа. – 2014. – № 4. – С. 15–31.
29. Шеин В.А. Перспективы нефтегазоносности палеорифтовых систем Западной Арктики. – М. : Изд-во Геоинформ, 2018. – 280 с.
30. Шеин В.С., Шеин В.А. Тектоническое строение и перспективы нефтегазоносности Баренцево-Карского региона // Геология нефти и газа. – 2011. – № 2. – С. 34–55.
31. Шеин В.С., Алференок А.В., Каламкаров С.Л., Книппер А.А., Шеин В.А. Плитотектоническое и нефтегазогеологическое районирование Западной Арктики и сопредельных регионов // Геология нефти и газа. – 2017. – № 2. – С. 3–26.
32. Шеин В.С., Алференок А.В., Каламкаров С.Л., Книппер А.А., Шеин В.А. Тектоническое строение и нефтегазоносность фундамента Западной Арктики и сопредельных регионов // Геология нефти и газа. – 2017. – № 6. – С. 5–29.
33. Шеин В.С. Геология и нефтегазоносность России. – М. : Изд-во ВНИГНИ, 2012. – 848 с.
34. Борисов А.В., Винниковский В.С., Тыныгин И.А., Федоровский Ю.Ф. Шельф Баренцева и Карского морей — новая крупная сырьевая база России (особенности строения, основные направления дальнейших работ) // Геология нефти и газа. – 1995. – № 1. – С. 4–8.
35. Шипилов Э.В., Тарасов Г.А. Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1998. – 306 с.
36. *Arctic Geology and Petroleum Potential* / Под ред. Т.О. Vorren, Е. Bergsager, Ø.А. Dahl-Stamnes, Е. Holter, В. Johansen, Е. Lie, Т.В. Lund. – Амстердам : Elsevier, 1993. – 751 с.
37. Nikishin A.M., Petrov E.I., Malyshev N.A., Ershova V.P. Rift system of the Russian Eastern Arctic shelf and Arctic deep water basins: link between geological history and geodynamics // *Geodynamics & Tectonophysics*. – 2017. – Т. 8, вып. 1. – С. 11–43.
38. James D. Lowell. *Structural Styles in Petroleum Exploration*. – Талса, Оклахома : Oil and Gas Consultants International, 1985. – P. 2–79.

References

1. Astafiev D.A., Shein V.A. Tectonic structure and oil and gas potential of the Northern part of West Siberian taphrogen and its framework. *Oil and gas geology*. 2010;(3):19–29.
2. Afanasenkov A.P., Nikishin A.M., Unger A.V., Bordunov S.I., Lugovaya O.V., Chikishev A.A., Yakovishina B.G. The tectonics and stages of the geological history of the Yenisei-Khatanga Basin and the conjugate Taimyr Orogen Geotectonics. 2016;50(2):161–178. DOI: 10.7868/S0016853X16020028.
3. Baldin V.A. Geological structure and petroleum potential of Upper Jurassic – Neocomian formations in the western part of the Yenisei-Khatanga Depression: avtoref. dis. kand. geol.-min. nauk. Moscow: Izd-vo VNIGNI; 2001. 225 p.
4. Basov V.A., Vasilenko L.V., Viskunova K.G. et al. Evolution of sedimentary environments of the Barents-North Kara palaeobasins in the Phanerozoic. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2009;4(1):1–3.
5. *Tectonic map of Kara and Laptev seas and north of Siberia: Explanatory note*. In: N.A. Bogdanov, V.E. Khain, O.M. Rozen, eds. 1:2 500 000. Moscow: Izd-vo Instituta litosfery okrainnykh i vnutrennykh morei RAN; 1998.
6. Verzhbitsky V.E., Sokolov S.D., Tuchkova M.I. Present-day structure and stages of tectonic evolution of Wrangel Island, Russian eastern Arctic Region. *Geotectonics*. 2015;49(3):165–192.
7. Vinogradov V.A., Gusev E.A., Lopatin V.E. Age and structure of sedimentary cover in the Russian East-Arctic shelf. *Geologo-geofizicheskie kharakteristiki litosfery Arkticheskogo regiona*. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya; 2004. Issue 5. pp. 202–2012.
8. Vinkurov I.Yu., Belyaeva I.V., Egorov A.S. et al. Depth model and features of the Barents-Kara region. *Geologiya polyarnykh oblastei Zemli. Materialy XLII Tektonicheskogo soveshchaniya*. 2009. Vol. 1. pp. 102–106.

9. Gavrillov V.P., Fedorovskii Yu.F., Tronov Yu.A. et al. Geodynamics and hydrocarbon potential of Arctic Region. In: V.P. Gavrillov, ed. Moscow: Nedra; 1993. 322 p.
10. State geological map of Russian Federation of scale (new series). Sheet T-37-40 – Franz Josef Land (southern islands): Explanatory note. In: B.G. Lopatin, ed. 1:1 000 000. St. Petersburg: Izd-vo kartfabriki VSEGEI; 2004. 170 p.
11. State geological map of Russian Federation (new series). Sheet T-41-44 – Cape Zhelaniya: Explanatory note. In: B.G. Lopatin, ed. 1:1 000 000. St. Petersburg: Izd-vo Kartfabrika VSEGEI; 2004. 170 p.
12. Gramberg I.I., Suprunenko O.I., Viskunova K.V. et al. Hydrocarbon potential of the Arctic superbasin. *Razvedka i okhrana nedr.* 2000;(12):24–30.
13. Dolgunov K.A., Martirosyan V.N., Vasilieva E.A., Sapozhnikov B.G. Structural and tectonic peculiarities of structure and prospects of oil and gas potential of the northern part of Barents-Kara region. *Oil and gas geology.* 2011;(6):70–83.
14. Zonenshain L.P., Kuz'min M.I., Natapov L.M. Lithosphere plate tectonics: USSR territory. Book 2. Moscow: Nedra; 1990. 334 p.
15. Kim B.I., Evdokimova N.K., Kharitonova L.Ya., Ivanova N.M., Polischuk L.A. Sedimentary cover of the Laptev Sea Shelf and its oil and gas potential. *Oil and gas geology.* 2011;(6):116–131.
16. Kleshchev K.A., Shein V.S. Geodynamic evolution and oil and gas bearing prospects in the Arctic. Moscow: Izdatelstvo VNIGNI; 2008. 103 p.
17. Kontorovich A.E., Epov M.I., Burshtein L.M., Kurchikov A.R., Kaminskii V.D., Suprunenko O.I., Malyshev N.A., Prischepa O.M., Safronov A.F., Stupakova A.V. Geology and hydrocarbon resources of the continental shelf in Russian Arctic seas and the prospects of their development. *Russian Geology and Geophysics.* 2010;51(1):3–11.
18. Malyshev N.A., Obmetko V.V., Borodulin A.A. Assessment of petroleum potential of sedimentary basins in the Eastern Arctic regions. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik OAO «NK «Rosneft'».* 2010. pp. 20–28.
19. Malyshev N.A., Nikishin V.A., Nikishin A.M., Obmetko V.V., Martirosyan V.N., Kleshchina L.N., Reidik Yu.V. New model of geological structure and formation history of the North Kara sedimentary basin. *DAN.* 2012;445(1):791–795.
20. Martirosyan V.N., Vasilieva E.A., Ustritsky V.I., Suprunenko O.I., Vinokurov I.Yu. The North of Kara Sea — highly promising area for oil and gas of the Arctic shelf of Russia. *Oil and gas geology.* 2011;(6):59–70.
21. Arctic oil and gas. In: V.P. Gavrillov, ed. *Mat-ly Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (27–29 June, 2006).* Moscow: Intergeokontakt Nauka; 2007. 351 p.
22. Pronkin A.P., Savchenko V.I., Khlebnikov P.A., Ernst V.A., Filiptsov Yu.A., Afanasenkov A.P., Efimov A.S., Stupakova A.V., Bordunov S.I., Suslova A.A., Sautkin R.S., Glukhova T.A., Peretolchin K.A. New data about geological structure and possible oil and gas potential of the West-Siberian and Siberian platform jointing zone with folded Taimyr. *Oil and gas geology.* 2012;(1):30–44.
23. State geological map of Russian Federation (third generation). Taimyr-Severozemelsky series. Sheet S-48 – Taimyr Lake (eastern part): Explanatory note. In: V.F. Proskurnin, A.V. Gavrish, V.V. Mezhubovskii, V.R. Trofimov, V.N. Egorov et al., eds. 1:1 000 000. St. Petersburg: Izd-vo Kartfabrika VSEGEI; 2009. 253 p.
24. State geological map of Russian Federation (third generation). Taimyr-Severozemelsky series. Sheet S-49 – Khatanga Bay: Explanatory note. In: V.F. Proskurnin, A.V. Gavrish, V.V. Mezhubovskii, V.R. Trofimov, eds. 1:1 000 000. St. Petersburg: Izd-vo Kartfabrika VSEGEI; 2013. 275 p.
25. Stupakova A.V. Structure and petroleum potential of the Barents-Kara shelf and adjacent territories. *Oil and gas geology.* 2011;(6):99–115.
26. Suprunenko O.I., Ustritsky V.I., Zuiikova O.N., Pavlov S.P., Roslov Yu.V., Vinokurov I.Yu. Geologic-geophysical zoning of northern Barents-Cara shelf by seismic prospecting data. *Oil and gas geology.* 2009;(4):17–25.
27. Khain V.E., Filatova I.N., Polyakova I.D. Tectonics, geodynamics and oil and gas potential of the East Arctic seas and their continental framing. *Trudy geologicheskogo instituta.* Issue 601. Moscow: Nauka; 2009. 227 p.
28. Shein V.A. Oil and gas potential prospects of the Western Arctic and recommendations on oil and gas exploration work. *Oil and gas geology.* 2014;(4):15–31.
29. Shein V.A. Petroleum potential of paleorift systems in Western Siberia. Moscow: Izd-vo Geoinform; 2018. 280 p.
30. Shein V.S., Shein V.A. Tectonic structure and oil and gas potential prospects of the Barents-Cara region. *Oil and gas geology.* 2011;(2):34–55.
31. Shein V.S., Alferenok A.V., Kalamkarov S.L., Knipper A.A., Shein V.A. Zoning of the Western Arctic and adjacent regions based on plate tectonics and oil and gas geology criteria. *Geologiya nefi i gaza.* 2017;(2):3–26.
32. Shein V.S., Alferenok A.V., Kalamkarov S.L., Knipper A.A., Shein V.A. Tectonic structure and oil and gas potential of Western Arctic basement and adjacent regions. *Geologiya nefi i gaza.* 2017;(6):5–29.
33. Shein V.S. Geology and petroleum potential of Russia. Moscow: Izd-vo VNIGNI; 2012. 848 p.
34. Borisov A.V., Vinnikovskii V.S., Tynygin I.A., Fedorovskii Yu.F. Shelf of Barents and Kara seas is a new Russian major raw material base (structural features, main directions for further work). *Geologiya nefi i gaza.* 1995;(1):4–8.
35. Shipilov E.V., Tarasov G.A. Regional geology of oil-and-gas sedimentary basins in the Western Arctic sea shelf of Russia. Apatity: Izd-vo KNTS RAN; 1998. 306 p.
36. Arctic Geology and Petroleum Potential. In: Proceedings of the Norwegian Petroleum Society Conference (15–17 August, 1990, Tromsø, Norway). T.O. Vorren, E. Bergsager, Ø.A. Dahl-Stamnes, E. Holter, B. Johansen, E. Lie, T.B. Lund, eds. Amsterdam: Elsevier; 1993. 751 p.
37. Nikishin A.M., Petrov E.I., Malyshev N.A., Ershova V.P. Rift system of the Russian Eastern Arctic shelf and Arctic deep water basins: link between geological history and geodynamics. *Geodynamics & Tectonophysics.* 2017;8(1):11–43.
38. James D. Lowell. Structural Styles in Petroleum Exploration. Tulsa, Oklahoma: Oil and Gas Consultants International; 1985. pp. 2–79.