

УДК 550.34.06.013.3(26); 550.8.011

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ШЕЛЬФА КАРСКОГО МОРЯ

Член-корреспондент РАН В. А. Конторович<sup>1,2,\*</sup>, академик РАН А. Э. Конторович<sup>1,2</sup>

Поступило 07.08.2019 г.

На шельфе Карского моря выделяются два осадочных бассейна, разделённых Северо-Сибирским порогом. Южная часть Карского моря в тектоническом плане охватывает Южно-Карскую региональную депрессию, которая является северным окончанием Западно-Сибирской геосинеклизы. В нефтегазональном отношении эта часть акватории выделена в составе Южно-Карской нефтегазональной области, в пределах которой наибольший интерес в отношении газонасности представляет апт-альб-сеноманский комплекс пород, а в отношении жидких углеводородов — неокомские и юрские отложения. Северная часть Карского моря представляет собой самостоятельную Северо-Карскую провинцию, на большей части которой перспективы нефтегазональности связаны с палеозойскими осадочными комплексами. Перспективные на нефть и газ объекты этого бассейна могут быть связаны с антиклинальными, неструктурными ловушками и рифогенными постройками.

*Ключевые слова:* Карское море, осадочный бассейн, нефтегазоперспективный объект, сейсмогеологический комплекс, залежь углеводородов.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524893272-276>

### ВВЕДЕНИЕ

По оценкам экспертов-геологов, специалистов нефтяной и газовой промышленности во второй половине XXI в. главные центры добычи углеводородов в России переместятся на шельфы арктических морей, где начальные ресурсы нефти, газа и конденсата составляют порядка 140 млрд т. Согласно выполненной в ИНГГ СО РАН количественной оценке, Карское море является одной из наиболее перспективных акваторий шельфа Российской Арктики и на его долю приходится порядка 25% всех ресурсов углеводородов Северных морей [1, 2].

Анализ геолого-геофизических материалов показал, что на шельфе Карского моря выделяются два самостоятельных осадочных бассейна, которые разделены Северо-Сибирским порогом — крупным эрозионно-тектоническим выступом архейско-протерозойского фундамента (рис. 1).

### ЮЖНО-КАРСКИЙ СУББАСЕЙН

Южно-Карский суббассейн является северным окончанием Западно-Сибирского осадочного мегабассейна. Геологическое строение этой части аква-

тории аналогично строению Ямальской и Гыданской нефтегазональных областей (НГО), расположенных на крайнем севере Западной Сибири [3].

На севере Западной Сибири и в южной части Карского моря в разрезе мезозойско-кайнозойских отложений выделено пять сейсмогеологических осадочных мегакомплексов: триас-юрский, неокомский (берриас-нижнеаптский), апт-альб-сеноманский, турон-маастрихтский и кайнозойский [4, 5].

Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол залегает на палеозойском основании. На большей части Западной Сибири палеозойские отложения претерпели процессы герцинской складчатости и раннетриасового рифтогенеза. В этих регионах дислоцированные и метаморфизованные палеозойские породы выполняют роль фундамента. На востоке Западно-Сибирского бассейна, на полуострове Гыданский и в Енисей-Хатангском региональном прогибе под мезозойско-кайнозойскими отложениями залегают неопротерозойско-палеозойские платформенные отложения, аналогичные, судя по сейсмогеологическим данным, комплексам Сибирской платформы. Анализ сейсмических материалов позволил выделить в южной части Карского моря два крупных погруженных массива, в пределах которых палеозой представлен слабодислоцированными платформенными отложениями (рис. 1).

С позиций нефтегазогеологического районирования южная часть акватории Карского моря выделена в качестве одноимённой нефтегазональной об-

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения

Российской Академии наук, Новосибирск

<sup>2</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

\*E-mail: [KontorovichVA@ipgg.sbras.ru](mailto:KontorovichVA@ipgg.sbras.ru)

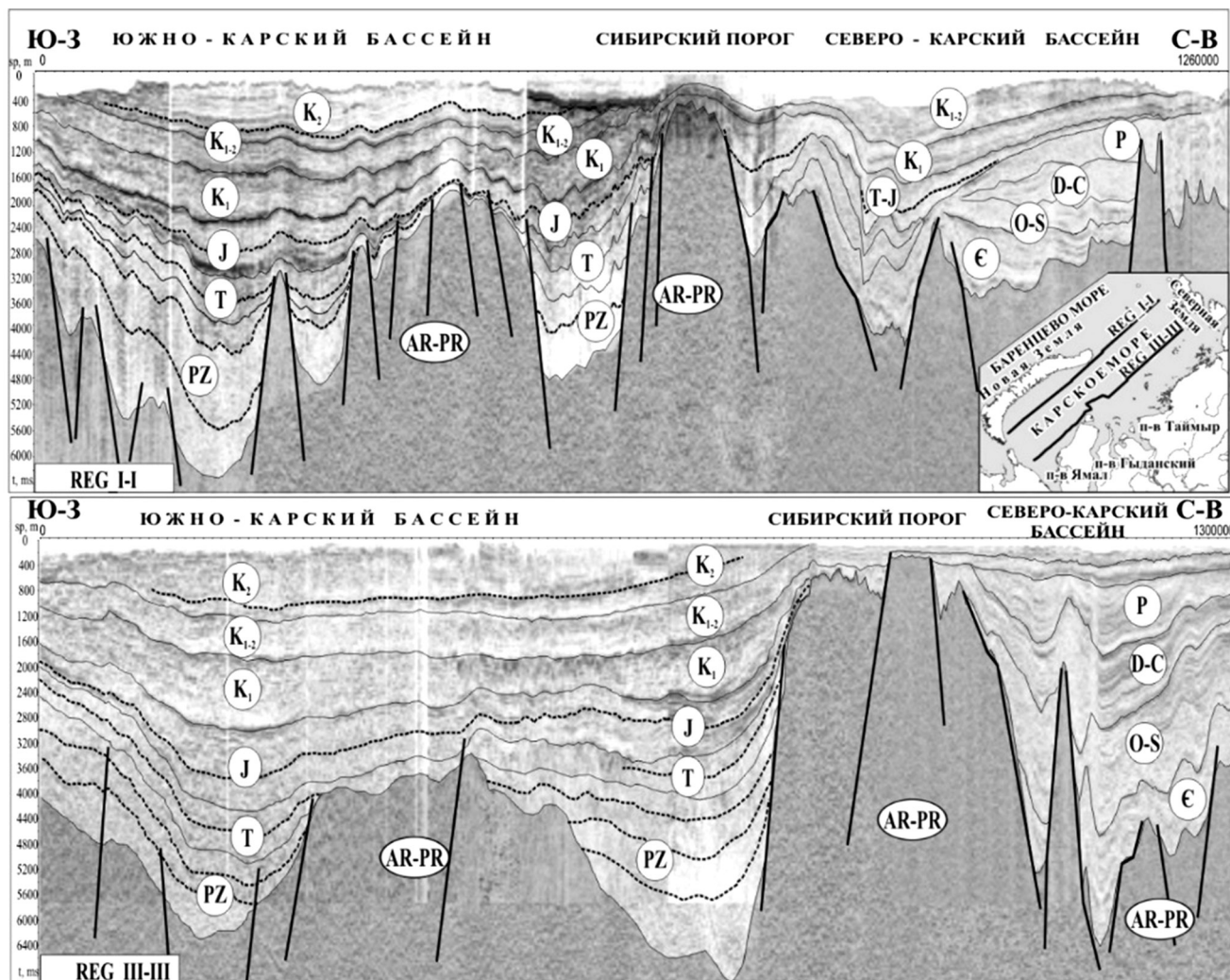


Рис. 1. Сейсмогеологические разрезы по профилям, проходящим по линии Южно-Карский бассейн — Сибирский порог — Северо-Карский бассейн.

ласти (НГО), входящей в состав Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП).

В арктических регионах Западной Сибири и в Южно-Карской НГО первоочередным для освоения является апт-альб-сеноманский комплекс пород, с которым связаны уникальные газовые месторождения Надым-Пурской, Ямальской и Гыданской НГО. В Южно-Карской НГО, непосредственно в акватории, открыто три месторождения, на которых уникальные по запасам залежи газа установлены в апт-альб-сеноманском комплексе пород: Ленинградское, Русановское и Победа. Основные запасы Ленинградского и Русановского месторождений сконцентрированы в апт-альбских пластах, на месторождении Победа крупная газовая залежь локализована в сеноманском резервуаре.

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и, в частности, в южной части Карского моря наиболее перспективными в отношении жидких УВ

являются неокомские и верхнеюрские отложения. В Южно-Карской НГО залежь лёгкой нефти открыта в верхнеюрских песчаных пластах месторождения Победа. Небольшой приток нефти получен из готтеривских отложений на о. Белый.

Анализ геолого-геофизических материалов по северным районам Западной Сибири показал, что крупные газовые залежи апт-альб-сеноманского комплекса контролируются высокоамплитудными антиклинальными структурами и находят отражение в волновых сейсмических полях. На массивных сеноманских залежах на временных разрезах выделяются отражающие горизонты от газо-водяных контактов; апт-альбские пластовые залежи отображаются на временных разрезах резким увеличением амплитуд волновых полей — “яркими пятнами” [5].

По результатам выполненных исследований на территорию Южно-Карской НГО построены наборы сейсмогеологических разрезов, структурных



контур, карт изопохит и тектонических схем. В южной части акватории Карского моря выделены 35 антиклинальных структур — потенциальных ловушек для залежей УВ и серия сейсмических аномалий, характерных для газовых залежей; намечены зоны, перспективные для формирования структурно-литологических ловушек в неокомском комплексе пород [4, 5].

Согласно выполненной в ИНГГ СО РАН количественной оценке, ресурсы УВ Южно-Карской НГО составляют 39 млрд т, в том числе локализованных ресурсов, сконцентрированных в выявленных поднятиях, 13,5 млрд т [6].

### СЕВЕРО-КАРСКИЙ БАССЕЙН

Северо-Карский бассейн бурением не изучен и выделен в качестве Северо-Карской перспективной нефтегазоносной провинции (ПНГП). На большей части Северо-Карского бассейна на временных разрезах четко фиксируется эрозионная поверхность, разделяющая палеозойские и маломощные мезозойские отложения, с которой в этом регионе связан крупный перерыв в осадконакоплении (рис. 1). Анализ сейсмических материалов позволяет выделить в палеозое Северо-Карской ПНГП четыре-пять залегающих согласно сейсмогеологических комплексов, контролируемых энергетически выраженными отражающими горизонтами. В Арктическом секторе России палеозойские отложения повсеместно залегают на больших глубинах и скважинами практически не изучены; вследствие этого при стратификации сейсмогеологических комплексов, как правило, используют данные по островам [7].

Сводные разрезы палеозоя на архипелагах Новая Земля и Северная Земля и полуострове Таймыр включают полную последовательность палеозойских отложений от кембрия до перми. Мощность палеозойской осадочной толщи составляет 10–12 км. Учитывая, что в наиболее погруженных частях Северо-Карского бассейна оцененная по сейсмическим данным мощность палеозойских осадков достигает 13 000 м, можно полагать, что в этих зонах разрез представлен отложениями всех систем палеозоя. В этом предположении нижний сейсмокомплекс может быть условно датирован кембрием, а перекрывающие его сейсмокомплексы — соответственно ордовиком-силуrom, девонем-карбоном и пермью.

Анализ временных сейсмических разрезов позволяет сделать вывод о том, что в центральной части бассейна под эрозионную поверхность, перекрытую мезозоем, выходят наиболее молодые пермские отложения, а по направлению к бортовым частям возраст выходящих под эрозионную поверхность пород последовательно возрастает, вероятно, от ордовика до перми. Базальный кембрийский комплекс развит только в контрастных депрессионных зонах, под эрозионную поверхность не выходит, а выклинивается на выступы фундамента (рис. 2).

На северо-западе Северо-Карский бассейн граничит с Баренцевоморским бассейном, в котором нефтегазоносность связана с триас-юрскими отложениями (Штокмановское, Муромцевское месторождения и др.). Сопоставление сейсмических материалов по Северо-Карской и Баренцевоморской провинциям позволяет сделать вывод о том, что северо-западная часть Карского моря является про-

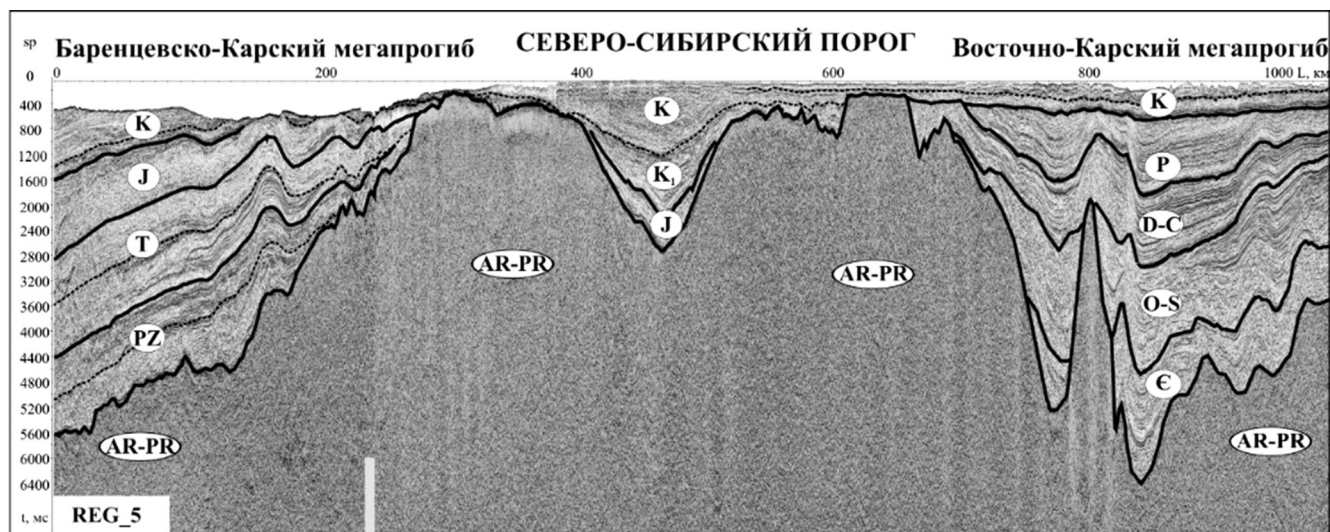


Рис. 2. Сейсмогеологическая характеристика Северо-Карского бассейна.

должением Баренцевоморского осадочного бассейна. В этой зоне на временных разрезах выделяются палеозойский, триасовый, юрский и меловой осадочные сейсмокомплексы, которые хорошо коррелируются с Баренцевоморским разрезом (рис. 2). В южном и юго-восточном направлениях мезозойские сейсмогеологические комплексы регионально воздымаются, мощности их резко сокращаются, и они выклиниваются на эрозионную поверхность кровли палеозоя.

Авторами была выполнена совместная интерпретация материалов сейсморазведки по Южно-Карскому и Северо-Карскому осадочным бассейнам и построены наборы сейсмогеологических разрезов, структурных карт, тектонических схем и карт толщин осадочных комплексов на всю акваторию Карского моря.

Анализ структурных карт по кровлям палеозоя и фундамента показал, что в Южно-Карской региональной депрессии эти поверхности в значительной мере подобны (рис. 3). В западной части выделяется крупная депрессионная зона — Южно-Карская мегасинеклиза, на востоке — крупная вытянутая в широтном направлении полузамкнутая положительная структура — Северный мегавыступ, осложнённый более мелкими замкнутыми поднятиями. В Северо-Карском бассейне структурные планы кровли палеозоя и фундамента различаются кардинально. В этой части акватории в рельефе кровли палеозоя выделяется погружающаяся в северо-западном направлении моноклираль, практически не осложнённая положительными и отрицательными структурами. Структурные планы внутripалеозойских комплексов и рельеф кровли фундамента, напротив, сильно расчленены, и здесь выделяется серия крупных положительных и отрицательных структур, осложнённых более мелкими поднятиями и впадинами (рис. 3).

Анализ карт толщин палеозойских и мезозойских отложений показал, что в Южно-Карском и Северо-Карском осадочных бассейнах, площади которых составляют 410 тыс. и 335 тыс. км<sup>2</sup>, объём осадочного выполнения достигает, соответственно, 2300 тыс. и 1550 тыс. км<sup>3</sup>. При этом палеозойские платформенные образования в Южно-Карской НГО составляют 23% осадков, в Северо-Карской ПНГП — 71%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ геолого-геофизических материалов по Карскому морю показал, что Южно-Карский и Северо-Карский осадочные бассейны обладают высокими перспективами нефтегазоносности.

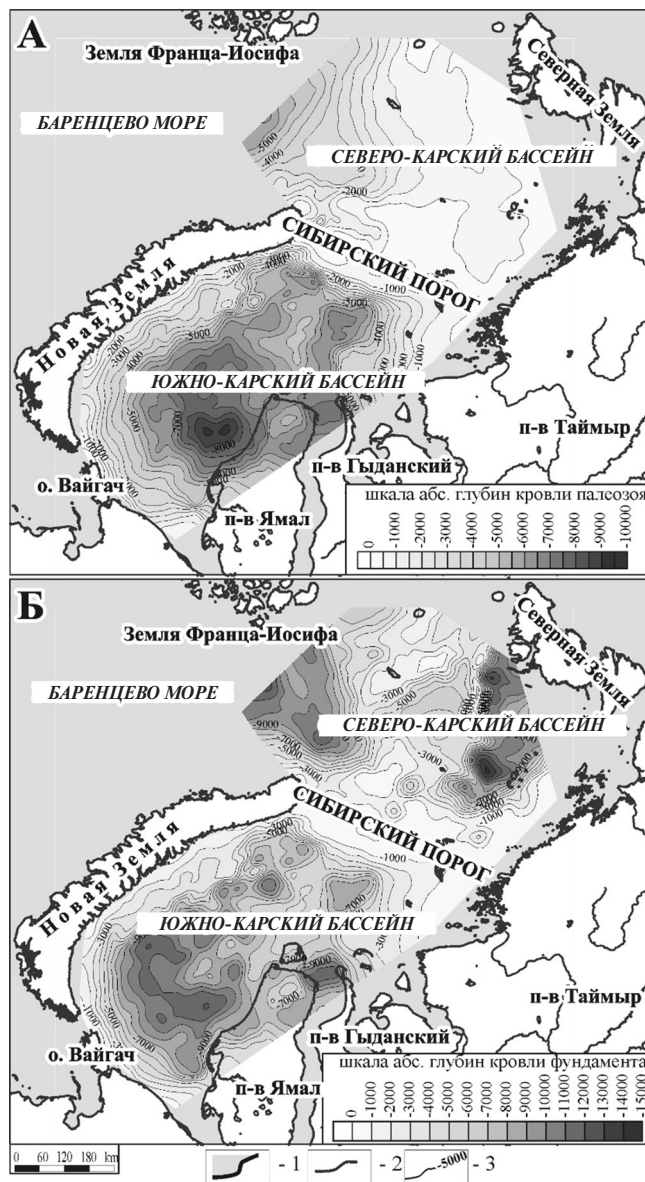


Рис. 3. Структурные карты по кровлям палеозоя (А) и фундамента (Б). 1 — береговая линия; 2 — реки; 3 — изогипсы.

Нефтегазоносность Южно-Карской НГО доказана открытием месторождений Ленинградского, Русановского и Победа. В этой части акватории выделено 35 поднятий — потенциальных ловушек для залежей УВ, развит неокомский клиноформный комплекс, с которым в Западной Сибири связано более 80% нефтяных залежей, и доказана нефтегазоносность верхней юры.

С сейсмостратиграфических и структурно-тектонических позиций Северо-Карский бассейн также является перспективным в отношении нефтегазоносности. Здесь в отложениях различных осадочных комплексов выделяются антиклинальные, структурно-тектонические, структурно-стратиграфиче-



ские, структурно-литологические, тектонически-экранированные ловушки. По результатам сейсмofациального анализа в бассейне выделены рифовые постройки и соляные купола [8].

**Источники финансирования.** Работа выполнена в рамках проектов НИР ИНГГ СО РАН (IX.131.1.4./0331–2016–0040) при финансовой поддержке РФФИ (Ресурсы Арктики, проект 18–05–70105).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Конторович А.Э., Эпов М.И., Бурштейн Л.М., Каминский В.Д., Курчиков А.Р., Малышев Н.А., Прищепина О.М., Сафронов 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.
2. *Конторович А.Э.* Пути освоения ресурсов нефти и газа российского сектора Арктики // Вестник РАН. 2015. Т. 85. № 5/6. С. 420–430.
3. *Супруненко О.И., Устрицкий В.И., Зуйков О.Н.* Геолого-геофизическое районирование севера Баренцево-Карского шельфа по данным сейсморазведки // Геология нефти и газа. 2009. № 4. С. 17–25.
4. *Конторович В.А., Аюнова Д.В., Губин И.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Конторович А.Э., Малышев Н.А., Скворцов М.Б., Соловьев М.В., Сурикова Е.С.* История тектонического развития арктических территорий и акваторий Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 3/4. С. 423–444.
5. *Конторович В.А.* Нефтегазоносность Карского моря // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2018. № 11. С. 34–43.
6. *Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б.* Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование) // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1179–1226.
7. *Ступакова А.В., Долгунов К.А., Мартиросян В.Н., Васильева Е.А., Сапожников Б.Г.* Структура и нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа и прилегающих территорий // Геология нефти и газа. 2011. № 6. С. 99–115.
8. *Долгунов К.А., Мартиросян 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.

## GEOLOGICAL STRUCTURE AND PETROLEUM POTENTIAL OF THE KARA SEA SHELF

Corresponding Member of the RAS V. A. Kontorovich<sup>1,2</sup>, Academician of the RAS A. E. Kontorovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation*

Received August 7, 2019

On the Kara Sea shelf, there are two sedimentary basins separated by the North-Siberian sill. Tectonically the southern part of the Kara Sea covers the South Kara regional depression, which is the northern end of the West Siberian geosyncline. This part of the water area is identified as part of the South Kara oil and gas region, within which the Aptian-Albian-Senomanian sedimentary complex is of greatest interest in terms of gas content, in terms of liquid hydrocarbons — Neocomian and Jurassic deposits. The northern part of the Kara Sea is an independent North Kara province, for the most part of which the prospects of petroleum potential are associated with Paleozoic sedimentary complexes. Oil and gas perspective objects of this basin may be associated with anticlinal, non-structural traps and reef structures.

*Key words:* Kara Sea, sedimentary basin, oil and gas perspective object, seismic complex, hydrocarbon reservoirs.