

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

¹Власенко С.С., ^{1,2}Судариков С.М.

¹Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

Впервые обосновано наличие гидрогеологической структуры нового типа – Баренцево-Карской шельфовой гидрогеологической области, которая не рассматривалась прежде при региональных гидрогеологических исследованиях шельфа Баренцева и Карского морей, с выделением двух артезианских бассейнов первого порядка: Южно-Карского бассейна семимаринного типа и Ямало-Гыданского бассейна субмаринного типа. Обоснование производилось на территории Южной части Карского моря и северной части Ямальского и Гыданского полуостровов в пределах Западно-Карской ступени, Обь-Енисейской ступени и Западно-Сибирской низменности. Выделенные артезианские бассейны отличаются по ряду особенностей строения от океанических бассейнов, выделявшихся ранее в работах 1970-х годов, посвященных гидрогеологическому изучению Арктики, как по особенностям геологического строения, так и по широкому распространению нефтегазоносных структур. Особую роль в сохранении и переформировании залежей углеводородов сыграли неотектонические процессы, поскольку на территории Западной Сибири все крупные зоны повышенной неотектонической напряженности сопоставимы с границами нефтегазоносных структур согласно актуальным данным по нефтегазогеологическому районированию Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Следовательно, результаты гидрогеологического изучения южной части Карского моря могут быть использованы для решения новых практических задач, главным образом для оценки региональных перспектив нефтегазоносности и поиска и разведки месторождений нефти и газа.

Ключевые слова: *гидрогеологические структуры, шельфовый артезианский бассейн, арктический шельф, неотектонический режим, залежи нефти и газа, перспективы нефтегазоносности.*

Введение. Несмотря на возрастающий интерес к минерально-сырьевому потенциалу шельфа арктических морей России и формированию новых представлений о геологическом строении этой обширной территории, гидрогеологическому обобщению результатов геолого-геофизических исследований в Арктике на рубеже веков практически не уделялось внимания [Бурлин, Ступакова, 2008; Каламкаров, 2003; Клецев, 2007; Леонов, 2001].

В различных работах, касающихся проблем гидрогеологии арктического шельфа, в частности в статьях Н.И. Толстихина [1967; 1969], рассматриваются преимущественно вопросы гидрогеологического районирования и общие теоретические вопросы развития субмаринных гидрогеологических структур. Советский сектор Арктики был разделен на ряд крупных гидрогеологических структур, в результате чего была принята схема гидрогеологического районирования [Неизвестнов и др., 1977], считавшаяся долгое время основной при гидрогеологических исследованиях современного Российского сектора Арктики. Однако определение перспектив нефтегазоносности территории и освоения месторождений без понимания особенностей её гидрогеологического строения и условий формирования невозможно. Так, в специфических условиях освоения морских месторождений при отсутствии полномасштабных гидродинамических исследований изучение взаимодействия добывающих и нагнетательных скважин возможно лишь с использованием косвенных данных [Роговчев и др., 2019]. Понимание гидрогеохимических и гидротермических особенностей субмаринных бассейнов нефтегазоаккумуляции необходимо и при анализе возможности заводнения скважин с применением морской воды, и разработке составов буферных и тампонажных жидкостей [Табатабаи Моради и др., 2020]. Особое место анализ перспектив формирования скоплений углеводородов в

гидрогеологических структурах арктического шельфа занимает в контексте разворачивающейся дискуссии о развитии водородной энергетики [Литвиненко и др., 2020].

Позднее возникло понимание того, что в пределах арктической акватории существуют обширные опущенные участки с повышенной мощностью отложений и поднятия, перспективные для поиска месторождений углеводородов. На основе тектонического и литолого-стратиграфического анализов были выявлены участки, которые предлагалось рассматривать как отдельные провинции, включающие эти осадочные бассейны. Некоторые из них являлись доказанными нефтегазоносными, другие рассматривались как весьма перспективные [Грамберг и др., 2000].

Таким образом, основной целью исследования, наряду с гидрогеологическим районированием, является определение факторов формирования и эволюции выделяемых субмаринных гидрогеологических структур, в пределах которых образуются значительные ресурсы нефти и газа, для последующего проектирования геологоразведочных работ на этих территориях.

Особенности методики исследования. В результате анализа накопленных в течение последних лет данных сейсмостратиграфических, палеотектонических, геохимических исследований удалось обосновать и провести на современном уровне гидрогеологическое районирование шельфовой области южной части Карского моря и выделить гидрогеологические структуры нового типа – шельфовые артезианские бассейны.

При определении границ новых артезианских бассейнов из ранее выделенного артезианского бассейна «Прикарский» [Неизвестнов и др., 1977] использовался главным образом картографический метод: построение и анализ карт и схем детального гидрогеологического и нефтегазогеологического районирования, тектонических, геоморфологических, палеогеографических, на основании актуальных данных по нефтегазогеологическому районированию Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, а также материалов инженерно-геокриологических исследований. В первую очередь анализировались ранние гидрогеологические карты: производилось уточнение границ, тип подземных вод, минерализация и т.д. На завершающей стадии исследования оценивались новейшие схемы нефтегазогеологического районирования территории арктического шельфа России для уточнения распределения месторождений нефти и газа и выделения шельфовых артезианских бассейнов по степени перспективности на углеводороды.

Кроме того, для реализации цели оказалось необходимым определение роли неотектонических процессов на переформирование и обособление отдельных бассейнов на шельфе и палеошельфе, связи высокоамплитудных смещений земной коры на новейшем этапе с переформированием или разрушением залежей углеводородов в областях значительных подвижек по новейшим разломам, определение перспектив нефтегазоносности артезианских бассейнов.

Гидрогеологическое районирование южной части Карского моря и строение Баренцево-Карского блока земной коры. В качестве главного объекта исследований выбрана Южная часть Карского моря, включающая в себя северную часть Западно-Сибирской артезианской области, занимающую обширное пространство Западно-Сибирской низменности, распространяясь на шельф Карского моря и острова Ямало-Гыданского мелководья. Исследуемый район находится в пределах Баренцево-Карского (Евразийского) блока, охватывающего одноименные моря, включая Норвежское и Печорское, западную часть моря Лаптевых, архипелаги и острова (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новая Земля и др.). На режим и особенности нефтегазоносности выделенных в пределах этого блока осадочных бассейнов существенное влияние оказывал рифтогенез [Леонов, 2001], поскольку вся территория Западно-Карской и Обь-Енисейской ступеней и севера Западно-Сибирской низменности

ограничена с востока и запада новейшими разломами, а в северной части ограничена как область с тектоническими движениями преимущественно слабых и умеренных погружений, резко сменяющаяся районами с режимами активных и слабых воздыманий, следовательно, все указанные территории представляют собой единую отрицательную структуру, что также подтверждалось материалами по исследованию нефтегазоносности Российской Арктики.

Карское море представляет окраинный тип морей, на дне которых наблюдается сложное сочетание различных типов гидрогеологических структур, и значительное место здесь занимают артезианские бассейны семимаринного типа, имеющие продолжение на суше и шельфе [Кирюхин, 2005].

В пределах Баренцево-Карской плиты выделена гидрогеологическая структура нового типа, не рассматривавшаяся ранее при региональных гидрогеологических построениях [Кирюхин, 2005; Неизвестнов и др., 1977; Толстихин, 1967] – Баренцево-Карская шельфовая гидрогеологическая область (ШГО). Важной особенностью строения Баренцево-Карской ШГО является наличие в её южной части Пайхой-Новоземельской складчатой области и примыкающему к ней Восточно-Новоземельскому желобу. Эти структуры являются естественными границами между близматериковыми артезианскими бассейнами Баренцева и Печорского морей с одной стороны и Карского – с другой (см. рисунок). В состав Баренцево-Карской ШГО входят субмаринные и семимаринные артезианские бассейны первого порядка.

Территорию Западно-Карской и Обь-Енисейской ступеней в пределах южной окраины Новой Земли составляет Южно-Карский артезианский бассейн. Северную часть Западно-Сибирской низменности можно отнести к самостоятельному Ямало-Гыданскому артезианскому бассейну, поскольку северную часть низменности составляет единый Ямало-Гыданский осадочный бассейн, в пределах которого находятся Ямальская и Гыданская нефтегазоносные области, рассмотренные ранее как области с одинаковыми условиями осадконакопления и выделенные на основании этого в отдельный единый Ямало-Гыданский осадочный бассейн [Вовк, 2010].

Территория Южно-Карского артезианского бассейна включает участки Западно-Карской перспективной нефтегазоносной области (ПНГО) и западную часть Северо-Ямальской ПНГО в составе Западно-Сибирской ступени, а также восточную часть Северо-Ямальской ПНГО и территорию Восточно-Карской ПНГО в составе Обь-Енисейской ступени. Указанные Западно-Карская и Северо-Ямальская перспективные нефтегазоносные области входят в состав Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

При этом Ямало-Гыданский артезианский бассейн является семимаринным, а Южно-Карский – субмаринным, как погруженная часть Восточно-Новоземельского желоба. Ямало-Гыданский артезианский бассейн является перспективным участком для поисков месторождений нефти, газа и газоконденсата, в то время как Южно-Карский – для поисков месторождений газа. Сменяющиеся тектонические условия в южной части Карского моря на территории Западно-Карской ступени позволяют наметить здесь, в депрессионной части, высокоперспективные зоны для аккумуляции в основном газовых месторождений (см. рисунок).

Влияние неотектонического режима на характер распределения залежей нефти и газа в пределах исследуемых артезианских бассейнов. Выделенные бассейны шельфа отличаются по ряду особенностей строения от выделявшихся ранее в работах Н.И. Толстихина и В.А. Кирюхина океанических бассейнов, в том числе по широкому распространению нефтегазоносных структур. На формирование и сохранность последних существенное влияние оказали неотектонические процессы.

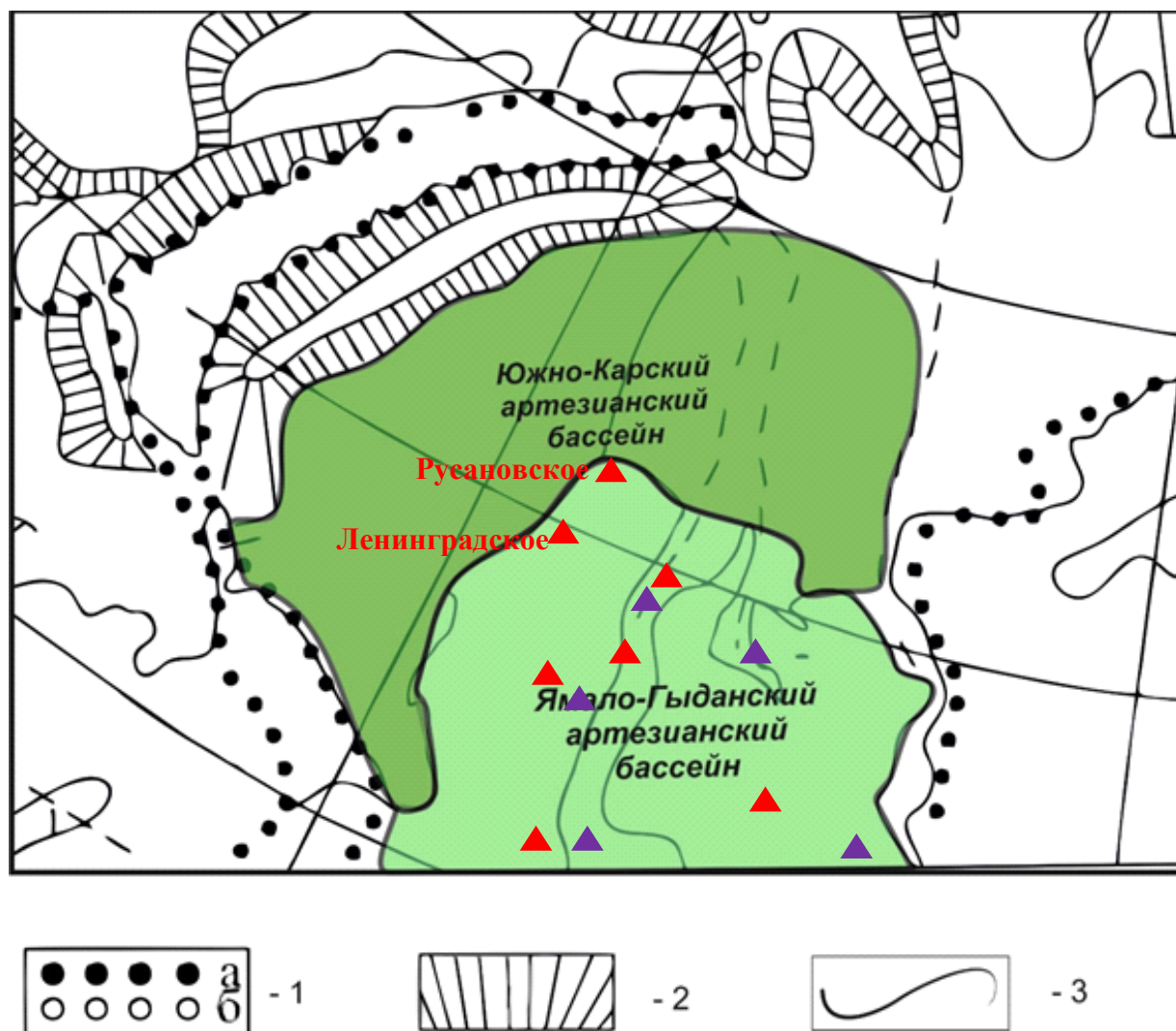


Рис. 1. Артезианские бассейны Южной части Карского моря

Цифрами обозначены:

- 1 – границы депрессий (а - морфологически выраженные, б - условные);
- 2 – склоны шельфовых желобов и впадин;
- 3 – границы орографических элементов;
- ▲ – Крупные и уникальные месторождения газа;
- ▲ – Крупные и уникальные месторождения нефти, газа и конденсата;

В качестве одного из критериев определения перспектив нефтегазоносности артезианских бассейнов шельфа Северного Ледовитого океана и прилегающей суши рассматривается неотектонический режим материковой окраины.

На новейшем этапе происходило переформирование и обособление отдельных газоносных бассейнов в пределах гидрогеологических областей на шельфе и палеошельфе. Высокоамплитудные смещения земной коры привели к приросту амплитуд газоносных структур в одних районах зоны перехода и к переформированию или разрушению залежей углеводородов в областях значительных подвижек по новейшим разломам. В Западной Сибири все крупные зоны повышенной неотектонической напряженности сопоставимы с границами нефтегазоносных областей, что справедливо, видимо, и для Баренцево-Карской плиты.

Неотектонический режим Баренцево-Карской плиты в целом благоприятствовал сохранению и переформированию залежей углеводородов и приросту амплитуд нефтегазоносных структур. Не исключено, что значительная часть углеводородов в недрах плиты сформирована именно в кайнозойскую эпоху.

Заключение. По результатам исследований выделена гидрогеологическая структура нового типа, не рассматривавшаяся ранее при региональных гидрогеологических построениях – Баренцево-Карская шельфовая гидрогеологическая область, являющаяся особым нефтегазоносным бассейном, слабо связанным с материковым обрамлением. В её пределах выделены субмаринный Южно-Карский и семимаринный Ямало-Гыданский артезианские бассейны первого порядка, высокоперспективные на нефть и газ. Вкладом в развитие мировой базы знаний нефтегазовой отрасли также можно считать обоснование особой роли неотектонических движений, повлиявших на вертикальную и латеральную миграцию углеводородов в бассейнах области и изменивших пластовые давления и состав нефтей в залежах.

Полученные данные по степени сохранности залежей углеводородов позволяют наметить основные площади для постановки геолого-оценочных и поисковых работ на шельфе, применить комплексный подход при проектировании геологоразведочных работ на участках, перспективных на углеводородное сырье.

ЛИТЕРАТУРА

Бурлин Ю.К., Ступакова А.В. Геологические предпосылки перспектив нефтегазоносности шельфа российского сектора Северного Ледовитого океана // Геология нефти и газа. 2008. № 4. С. 13-23.

Вовк В.С. Прогноз крупных месторождений нефти и газа в Баренцево-Карском регионе России. Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук, М., 2010. 50 с.

Грамберг И.С., Супруненко О.И., Вискунова К.Г. и др. Нефтегазоносность Арктического супербассейна // Разведка и охрана недр. 2000. № 12. С. 24-30.

Каламкаров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран: Нефтегазоносные провинции и области России и зарубеж. стран : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Геология нефти и газа» направления «Приклад. геология». Москва: Нефть и газ, 2003. 555 с.

Кирюхин В.А. Региональная гидрогеология: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» направления подготовки дипломированных специалистов «Прикладная геология». Санкт-Петербург: РИЦ Санкт-Петербургского гос. горного института, СПб.: «Наука». 2005. 343 с.

Клецев К.А. Основные направления поисков нефти и газа в России // Геология нефти и газа. 2007. № 2. С. 18-23.

Леонов Ю.Г. Континентальный рифтогенез: современные представления, проблемы, решения // Геотектоника. 2001. №2. С. 3-16.

Литвиненко В.С., Цветков П.С., Двойников М.В., Буслаев Г.В. Барьеры реализации водородных инициатив в контексте устойчивого развития глобальной энергетики // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 428-438. doi:10.31897/PMI.2020.4.5.

Неизвестнов Я.В., Бро Е.Г., Гинсбург Г.Д., Иванова Г.А., Иванов В.Н., Касаткин А.Д., Постнов И.С., Соловьев В.А. Типизация морских артезианских бассейнов Арктики по комплексу гидрогеологических показателей нефтегазоносности. Ленинград: Северное морское научно-производственное геолого-геофизическое объединение «СЕВМОРГЕО», Научно-исследовательский институт геологии Арктики, Том I. 1977.

Рогачев М.К., Мухаметшин В.В., Кулешова Л.С. Повышение эффективности использования ресурсной базы жидких углеводородов в юрских отложениях Западной Сибири // Записки Горного Института. 2019. Т. 240. С. 711. doi:10.31897/pmi.2019.6.711.

Табатабаи Моради С.Ш., Николаев Н.И., Николаева Т.Н. Разработка составов буферных жидкостей и тампонажных растворов для крепления скважин в условиях высоких температур // Записки Горного института. 2020. Т. 242. С. 174-178. doi:10.31897/PMI.2020.2.174.

Толстихин Н.И. Пояс артезианских бассейнов Арктики // Мерзлотно-гидротермические и гидрогеологические исследования на Востоке СССР. Москва: Наука, 1967.

Толстихин Н.И. О поясах артезианских бассейнов Земли // Докл. ВГО, 1969. Вып. 14. С.6-9.

HYDROGEOLOGICAL STRUCTURES AND OIL AND GAS POTENTIAL OF THE SOUTHERN PART OF THE KARA SEA

¹Vlasenko S.S., ^{1,2}Sudarikov S.M.

¹Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

²VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

For the first time, the existence of a new type of hydrogeological structure – the Barents-Kara shelf hydrogeological area, which was not previously considered in regional hydrogeological studies of the Barents and Kara seas shelf, with the allocation of two first-order artesian basins: the South Kara basin of the semimarine type and the Yamalo-Gydan basin of the submarine type. The study was carried out on the territory of the southern part of the Kara sea and the Northern part of the Yamal and Gydan peninsulas within the West Kara stage, the Ob-Yenisei stage, and the West Siberian lowland. The selected artesian basins differ in a number of structural features from the oceanic basins that were distinguished earlier in the works of the 1970s devoted to the hydrogeological study of the Arctic, both in terms of their geological structure and the wide distribution of oil and gas-bearing structures. Neotectonic processes played a special role in the preservation and re-formation of hydrocarbon deposits, since all major zones of increased neotectonic tension in Western Siberia are comparable to the boundaries of oil and gas-bearing structures according to current data on the oil and gas-geological zoning of the West Siberian oil and gas province. Consequently, the results of hydrogeological studies of the southern part of the Kara sea can be used to solve new practical problems, mainly to assess regional prospects for oil and gas potential and search and exploration of oil and gas fields.

Keywords: hydrogeological structures, artesian shelf basin, arctic shelf, neotectonic mode, oil and gas deposits, oil and gas potential.