2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки)

УДК 502.17(282.256.1.05)
DOI: 10.31660/0445-0108-2024-1-119-130

Оценка воздействия топливно-энергетического комплекса на экологическое состояние акватории Обской губы

Н. Л. Мамаева[1, 2]*, С. А. Петров[1]

[1]*Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень, Россия*
[2]*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия*
**mamaeva.natali2011@mail.ru*

Аннотация. Обеспечение экологической безопасности в Арктике, где сконцентрировано большинство крупных залежей углеводородов, является одной из главных проблем XXI века. При этом Обская губа является стратегическим важным районом, где осуществляются грандиозные энергоресурсные и транспортные проекты. Важным показателем экологической безопасности являются исследования атмосферных примесей на поверхности акватории крупного залива Карского моря, что на сегодняшний день является недостаточно изученным. Цель исследования — оценить влияние деятельности топливно-энергетического комплекса на экологическое состояние акватории Обской губы за 2016–2020 гг. с использованием геоинформационных систем. В исследованиях использовалась программа Earth, статистическая обработка результатов проводилась с помощью программного обеспечения «IBM SPSS Statistics 21». Установлено, что в зимний период года в отличие от летнего периода на поверхности акватории Обской губы имеется значительное повышение концентрации газообразных примесей и снижение взвешенных частиц, особенно над акваторией Обской губы на северной широте 68.80º — район интенсивной газодобычи. При этом в летний период содержание взвешенных частиц (PM1, PM2.5, PM10), а также концентрация CO на данной широте были выше по сравнению с более северной широтой. Таким образом, интенсивное развитие топливно-энергетического комплекса в данном регионе сопряжено с экологической составляющей (углеродным следом) на поверхности акватории Обской губы, что требует более глубокого изучения в рамках карбонового полигона.

Ключевые слова: экологическая безопасность, топливно-энергетический комплекс, акватория Обской губы, северные экосистемы, геоинформационное зондирование

Для цитирования: Мамаева, Н. Л. Оценка воздействия топливно-энергетического комплекса на экологическое состояние акватории Обской губы / Н. Л. Мамаева, С. А. Петров. – DOI 10.31660/0445-0108-2024-1-119-130 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 1. – С. 119–130.

Impact assessment of the fuel and energy complex on the ecological state of the Gulf of Ob waters

Natali L. Mamaeva[1, 2]*, Sergei A. Petrov[1]

[1]*Tyumen Scientific Center SB RAS, Tyumen, Russia*
[2]*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*
**mamaeva.natali2011@mail.ru*

Abstract. Ensuring environmental safety in the Arctic, where most large hydrocarbon deposits are concentrated, is one of the main problems of the 21st century. At the same time, the Gulf of Ob is a strategically important area where grandiose energy resource and transport projects are being implemented. An important indicator of environmental safety is the research of atmospheric impurities on the surface of the large bay of the Kara Sea, which has not been sufficiently studied to date. The purpose of the research is to assess the impact of the activities of the fuel and energy complex on the ecological state of the waters of the Gulf of Ob for 2016-2020 using geographic information systems. The Earth program was used in the research; statistical processing of the results was carried out using IBM SPSS Statistics 21 software. It has been established that in the winter period of the year, in contrast to the summer, on the surface of the water area of the Gulf of Ob there is a significant increase in the concentration of gaseous impurities and a decrease in suspended particles, especially over the water area of the Gulf of Ob at the northern latitude of 68.80º - an area of intensive gas production. Moreover, in the summer, the content of suspended particles (PM1, PM2.5, PM10), as well as the CO concentration at this latitude were higher compared to the more northern latitude. Thus, the intensive development of the fuel and energy complex in this region is associated with an environmental component (carbon footprint) on the surface of the Gulf of Ob, which requires a more in-depth research within the carbon polygon.

Keywords: environmental safety, fuel and energy complex, the Gulf of Ob water area, northern ecosystems, geoinformation sensing

For citation: Mamaeva, N. L., & Petrov, S. A. (2024). Impact assessment of the fuel and energy complex on the ecological state of the Gulf of Ob waters. Oil and Gas Studies, (1), pp. 119-130. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-1-119-130

Введение

В настоящее время на основные источники энергии (нефть и газ), доступные для промышленного и бытового использования в энергетике, приходится около 70 % всех видов используемых ресурсов [1]. В Арктической зоне Российской Федерации сконцентрировано большинство крупных залежей углеводородов, из них около 90 % на шельфе и 53 % на суше еще до сих пор не разведаны [2]. В этом плане Ямало-Карская мегапровинция, расположенная в южной части акватории Карского моря, является наиболее перспективной [3, 4].

По мнению В. Ю. Чанцева с соавторами (2018), Обская губа является стратегически важным районом Арктики, где осуществляются грандиозные энергоресурсные и транспортные проекты [5], бурятся скважины, ведутся научные изыскания, строятся терминалы, порты, трубопроводы и др. [6]. Вышеперечисленные виды хозяйственной деятельности нефтегазового комплекса в этом регионе, в свою очередь, формируют неблагоприятный имидж в отношении экологического состояния акватории Обской губы, где находятся крупные месторождения[1]: Каменномысское-море (запасы составляют 535 млрд м^3), Северо-Каменномысское и Семаковское [7], а также одно из перспективных газоконденсатных месторождений — Чугорьяхинское [8] (рис. 1).

[1] Нефтяники.РФ — отраслевой ресурс нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/jamalo_neneckij_ao/kamennomysskoe_more/7-1-0-1362.

Рис. 1. ***Основные месторождения углеводородного сырья в Ямало-Ненецком автономном округе [9]***

Так, при изучении фонового содержания и исследования пространственного распределения тяжелых металлов в водах Обской губы на начальном этапе освоения новых месторождений углеводородов установлено, что распределение металлов в Обской губе достаточно контрастно: в придонном слое содержание железа, никеля и меди резко снижается, что говорит об их подвижности в условиях смены солености на контакте с водами Карского моря. Что касается кадмия в иловых водах, то на контакте с морскими водами он не накапливается, это является следствием его перехода в растворенную форму при повышении солености вод [10].

Проведенные исследования И. А. Немировской и З. Ю. Реджеповой (2018) говорят о том, что наблюдается резкое снижение концентраций антропогенных углеводородов при смешении речных вод с морскими. Несмотря на низкие температуры, трансформация антропогенных углеводородов происходит настолько быстро, что в воде и донных осадках в основ-

ном доминируют природные соединения [11]. Важным показателем экологической безопасности Обской губы являются исследования газообразных выбросов и содержания взвешенных частиц на поверхности акватории крупного залива Карского моря, что на сегодняшний день является недостаточно изученным. В связи с вышеизложенным, оценка антропогенных характеристик над акваторией Обской губы Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) представляет интерес как с научной точки зрения для улучшения понимания проблемы экологической безопасности в Арктике, так и с практической точки зрения в связи с тем, что этот регион рассматривается как один из основных источников углеводородного сырья в будущем [12].

Цель исследования — оценить влияние деятельности топливно-энергетического комплекса на экологическое состояние акватории Обской губы ЯНАО за 2016–2020 гг. с использованием геоинформационных систем.

Материалы и методы

Данные по химическим примесям в районе Обской губы ЯНАО за 2016–2020 гг. получены с использованием геоинформационной системы «Earth: глобальная карта ветров, погодных условий и морских течений»[2]. В зимний и летний периоды года были рассмотрены карбоновые выбросы (CO, CO_2) и SO_2 в основном от продуктов неполного сгорания углеродного топлива. Для оценки ослабления солнечной радиации аэрозолем была рассмотрена аэрозольная оптическая толщина (экстинкция сульфатами), которая является важным климатическим параметром, определяющим состояние атмосферы [13, 14]. Для оценки загрязнения атмосферного воздуха проводилось исследование концентрации взвешенных частиц в зависимости от их размера — ультрадисперсные до 1 мкм (PM1), мельчайшие до 2,5 мкм (PM2.5) и более крупные до 10 мкм (PM10).

Вышеперечисленные показатели регистрировали по трем точкам в районе Обской губы по вертикальной зональности. Средняя область (68.80º N 73.40º E) — район интенсивной газодобычи в акватории и прибрежной части Обской губы, где находятся крупные месторождения: Каменномысскоеморе, Северо-Каменномысское, Семаковское и одно из перспективных — Чугорьяхинское. Также были взяты южная (66.95º N 72.50º E) и северная (72.40º N 73.50º E) области менее активной добычи углеводородов. В северной области сосредоточены только месторождения нефтегазового комплекса в прибрежной части, а в южной — в основном транспортные проекты, прокладываются кабели и трубопроводы, ведется интенсивное строительство новых терминалов и других хозяйственных сооружений.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы «IBM SPSS Statistics 21» с нахождением среднего арифметического значения, среднего квадратического отклонения. Проводили сравнение достоверности различий или сходства между статистическими характеристиками, рассчитывали стандартную ошибку средней арифметической величины. Были

[2] Earth: глобальная карта ветров, погодных условий и морских течений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://earth.nullschool.net/ru/.

построены линии тренда и найдены величины достоверности аппроксимации (R^2) с применением программы Excel.

Результаты

Как видно из рисунка 1, основная деятельность топливно-энергетического комплекса в акватории Обской губы сосредоточена на северной широте 68.80º. Экологическое состояние акватории Обской губы за 2016–2020 гг. по атмосферным примесям в различных районах исследования в зависимости от географических координат и сезона года представлено в таблице 1.

Таблица 1

Содержание атмосферных примесей в южном, среднем и северном районе Обской губы в различные сезоны года

Показатель	Географические координаты		
	66.95º N 72.50º E	68.80º N 73.40º E	72.40º N 73.50º E
Зимний период года			
Концентрация CO, ppbv	159,44 ± 2,73***	159,02 ± 2,82***	157,93 ± 2,90***
Концентрация CO_2, ppmv	426,31 ± 1,28***	425,71 ± 1,27***	424,30 ± 1,32***
Концентрация SO_2, мг/м^3	0,85 ± 0,16**	0,77 ± 0,17**	1,77 ± 0,70*
Пыль, т	0,02 ± 0,003*	0,02 ± 0,002*	0,01 ± 0,001**
PM1, мг/м^3	2,30 ± 1,23*	0,23 ± 0,09** #	0,03 ± 0,03***
PM2.5, мг/м^3	2,90 ± 1,43*	0,40 ± 0,12**	0,60 ± 0,23***
PM10, мг/м^3	4,40 ± 2,02*	0,93 ± 0,40**	1,17 ± 0,44***
Экстинкция сульфатами, т	0,06± 0,01	0,07 ± 0,01*	0,07 ± 0,01***
Летний период года			
Концентрация CO, ppbv	103,13 ± 2,03	100,69 ± 2,45#	93,58 ± 1,99
Концентрация CO_2, ppmv	408,71 ± 1,80	409,80 ± 1,67	412,13 ± 1,67^^
Концентрация SO_2, мг/м^3	0,24 ± 0,12	0,15 ± 0,10	0,06 ± 0,04
Пыль, т	0,03 ± 0,003	0,02 ± 0,002	0,02 ± 0,002
PM1, мг/м^3	7,94 ± 1,62	8,20± 2,60#	1,54 ± 0,30^^
PM2.5, мг/м^3	9,86 ± 1,97	9,60 ± 3,00#	2,49± 0,37^^
PM10, мг/м^3	14,63 ± 2,83	13,77 ± 4,23#	4,26 ± 0,59^^
Экстинкция сульфатами, т	0,04 ± 0,006	0,04 ± 0,005	0,03 ± 0,004^

Примечание. — достоверность различий между летним и зимним периодами года (*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001); # — достоверность различий между географическими координатами 68.80° N 73.40° E и 72.40° N 73.50° E (#p < 0,05); ^ — достоверность различий между географическими координатами 72.40° N 73.50° E и 66.95° N 72.50° E (^p < 0,05; ^^p < 0,01).*

В зимний период года в отличие от летнего периода имеется значительное повышение концентрации газообразных примесей (угарного газа, углекислого газа и диоксида серы) на поверхности в южном, среднем и северном районах Обской губы. При этом наблюдается значительное сниже-

ние ультрадисперсных, мельчайших и более крупных взвешенных частиц в рассматриваемых районах. Выявленная особенность сезонных колебаний концентраций загрязняющих веществ определяется целым рядом факторов, это не только технологические параметры процессов, но и физико-географические, эколого-климатические и другие условия.

При рассмотрении содержания атмосферных примесей по вертикальной зональности было выявлено, что в средней области, где и сосредоточены основные отрасли топливно-энергетического комплекса, в зимний период года имеется существенное превышение взвешенных частиц с размерами PM1 (0,23 ± 0,09 и 0,03 ± 0,03 мг/м^3 при $p < 0,05$) по сравнению с северной областью.

В летний период года наблюдаются статистически значимые различия между разными размерами взвешенных частиц (PM1, PM2.5, PM10), а также концентрацией CO в средней области по сравнению с северной (100,69 ± 2,45 и 93,58 ± 1,99 ppbv) областью Обской губы (при $p < 0,05$). При сравнении южной области со средней существенных различий по анализируемым примесям нами обнаружено не было, как в летний, так и в зимний период года.

При сравнительном анализе содержания атмосферных примесей в северной и южной областях установлены следующие статистически значимые различия. Так, если в зимний период года по рассматриваемым показателям явных различий не было, то в летний период года в северном районе имеется значительное повышение концентрации углекислого газа (412,13 ± 1,67 и 408,71 ± 1,80 ppmv соответственно при $p < 0,01$), а также снижение взвешенных частиц различного размера (PM1, PM2.5, PM10) и экстинкции сульфатами (0,04 ± 0,006 т и 0,03 ± 0,004 т соответственно при $p < 0,05$).

Учитывая, что основным маркером интенсивности хозяйственной деятельности являются выбросы парниковых газов (наличие углеродного следа), нами была проанализирована тенденция изменения концентрации CO и CO_2 в зимний и летний периоды года с 2016 по 2020 гг. на поверхности акватории Обской губы в различные сезоны года в районе интенсивной газодобычи на северной широте 68.80º (рис. 2).

Установлено, что в средней области Обской губы как в зимний ($y = 5,1889x + 410,14$ при $R^2 = 0,9342$), так и в летний ($y = 4,7444x + 395,57$ при $R^2 = 0,8839$) периоды года наблюдается увеличение концентрации углекислого газа с высокой величиной достоверности аппроксимации. Что касается концентрации угарного газа, то в зимний период года наблюдается незначительное снижение ($y = –3,5333x + 169,62$ при $R^2 = 0,7023$), а в летний период концентрация оксида углерода остается практически постоянной ($y = 1,2889x + 96,822$ при $R^2 = 0,088$).

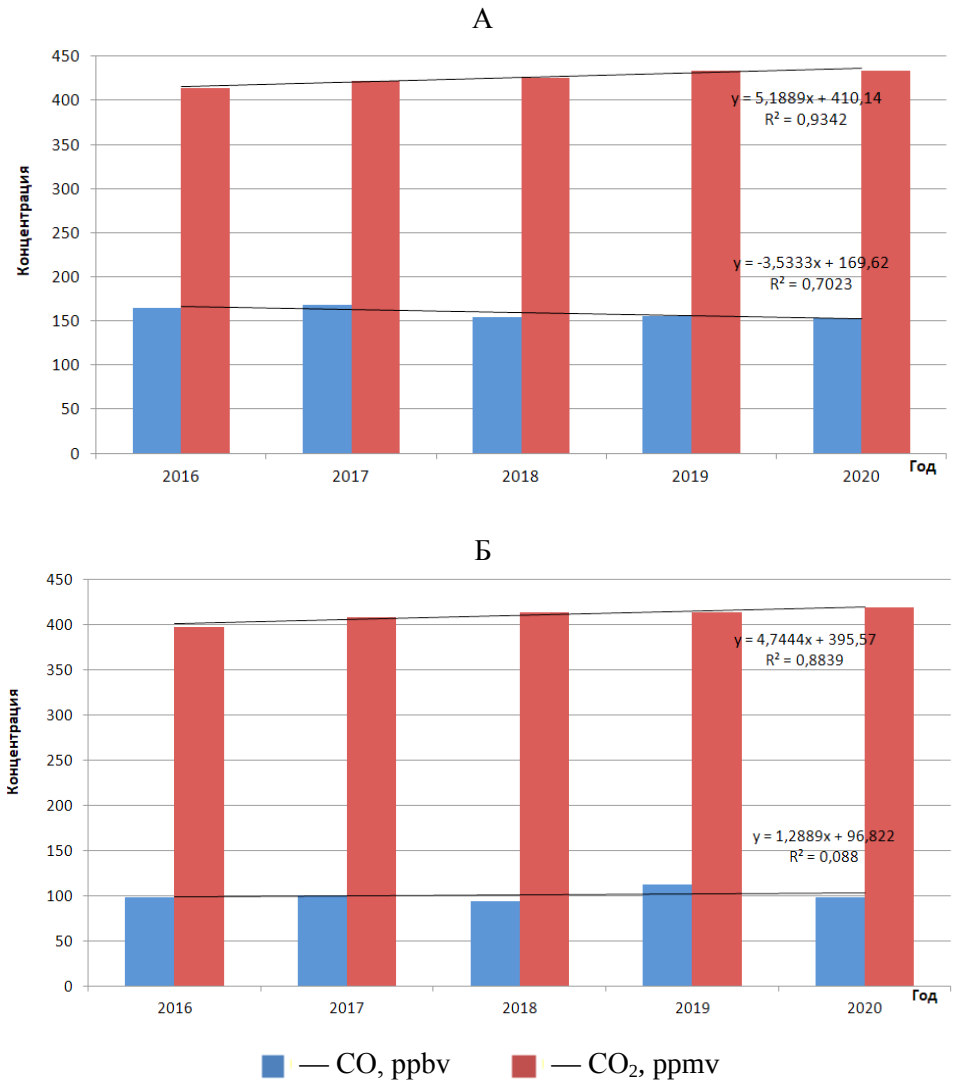

Рис. 2. ***Концентрации CO и CO_2 в зимний (А) и летний (Б) периоды за 2016–2020 гг. в средней области Обской губы***

Таким образом, можно констатировать, что идет интенсивное освоение и развитие топливно-энергетического комплекса в данном регионе.

Обсуждение

Одним из наиболее перспективных к освоению газоносных регионов Арктического шельфа является акватория Обской губы [7]. Этот водоем, исторически занимавший важное место в освоении ресурсов Западной Арктики, становится очагом инновационного развития морского природопользования, что, в свою очередь, может способствовать нарушению экологического равновесия экосистем. Это уникальный водоем, которому

присущи как общие (низкие температуры, сильные ветры, аномалии геофизических полей Земли, недостаточная инсоляция, тяжелые подвижные льды, длительное восстановление нарушенных экосистем, ионизация атмосферы и др.), характерные для Арктической зоны РФ, так и специфические территориальные факторы (мелководность акватории, большая изменчивость рельефа дна, узость Морского канала, высокий уровень загрязнения акватории и прибрежной зоны) [10, 11].

Выявленные сезонные колебания концентрации газообразных загрязняющих веществ свидетельствуют об их связи не только с повышенной эксплуатацией энергетических объектов, но и с погодными функциональными особенностями в акватории Обской губы. Увеличение концентраций газообразных примесей в холодный период года можно объяснить тем, что они в воздухе сохраняются гораздо дольше и не так свободно рассеиваются в зимний период года, когда воздушное пространство более плотное по сравнению с теплым воздухом, что нельзя сказать о взвешенных частицах (пыли)[3].

При изучении влияния деятельности топливно-энергетического комплекса на экологическое состояние акватории Обской губы ЯНАО по степени интенсивности газодобычи в акватории и прибрежной части Обской губы было выявлено, что в зимний период года между северной и средней областью имеются существенные различия по взвешенным веществам с размерами частиц PM1 ($p < 0,05$). Что касается летнего периода года, то наблюдается достоверность различий между разными размерами взвешенных частиц (PM1, PM2.5, PM10), а также концентрацией CO в северной и средней областях Обской губы (при $p < 0,05$). Причем концентрации по всем вышеупомянутым веществам зафиксированы больше в средней области акватории Обской губы по сравнению с северной. Таким образом, активная разработка и эксплуатация месторождений полезных ископаемых на полуострове Ямал (северная область) и в акватории (средняя область) вносят существенные коррективы в экологическое состояние района исследования [15, 16].

Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду подтверждается при рассмотрении динамики изменения концентрации газообразных загрязняющих веществ с 2016 по 2020 гг. в зимний и летний периоды. Увеличение концентрации CO_2 в атмосферном воздухе — одного из основных маркеров углеродного следа — свидетельствует об интенсивности хозяйственной деятельности, в частности, бурного развития топливно-энергетического комплекса в данном регионе со специфическими географическими, климатическими и другими факторами. В частности, необ-

[3] Why air pollution is worse in winter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c78a9f17-65226d9f-9ed578d0-74722d776562/https/www.accuweather.com/en/health-wellness/why-air-pollution-is-worse-in-winter/689434.

ходимо учитывать и ветровой режим[4], который имеет четко выраженный муссонный характер (в зимний период преобладают ветры с южной составляющей, летом — с северной) [17]. Поэтому для оценки экологической составляющей влияния топливно-энергетического комплекса на северные водные объекты необходимо создать карбоновый полигон в акватории Обской губы, так как этот уникальный водоем является одним из наиболее перспективных в развитии нефтегазовой отрасли среди других объектов, находящихся в Арктической зоне.

Выводы

Деятельность топливно-энергетического комплекса накладывает отпечаток на экологическое состояние акватории Обской губы за 2016–2020 гг. С учетом дальнейшего освоения месторождений полезных ископаемых в районе акватории Обской губы необходимо его всестороннее изучение с целью разработки креативных технологий минимизации техногенного вмешательства в северные экосистемы.

Список источников

1. Основы нефтегазового дела : учебник для вузов / Е. О. Антонова, Г. В. Крылов, А. Д. Прохоров, О. А. Степанов. – Москва : Недра-Бизнесцентр, 2003. – 307 с. – Текст : непосредственный.
2. Научно-технические проблемы освоения Арктики / Российская академия наук ; под редакцией Н. П. Лаверова, В. И. Васильева, А. А. Макоско. – Москва : Наука, 2015. – 490 с. – Текст : непосредственный.
3. Извеков, И. Б. Современная нефтегазовая геостатистика Ямало-Карского и Гыдано-Енисейского регионов Западной Сибири (в связи с прогнозом новых открытий на суше и шельфе) / И. Б. Извеков. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки. – 2023. – № 1 (53). – С. 82–97.
4. Где искать новые крупнейшие, гигантские и уникальные газосодержащие месторождения в Северной Евразии? / Е. Е. Поляков, В. В. Рыбальченко, А. Е. Рыжов [и др.]. – DOI 10.31087/0016-7894-2018-4s-45-57. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2018. – № 4s. – С. 45–57.
5. Многофункциональная комплексная модель водной системы Обской губы / В. Ю. Чанцев, Ю. П. Гудошников, Д. А. Плешанов [и др.]. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки. – 2018. – № 4 (36). – С. 139–148.
6. Геоинформационная процедура оценки региональной ситуации на основе оперативного ИНС-анализа гидрометеорологической и экологической информации (на примере Обской губы) / С. И. Биденко, И. С. Храмов, А. А. Бенгерт, И. С. Мучкаева. – DOI 10.33933/2713-3001-2022-68-508-524. – Текст : непосредственный // Гидрометеорология и экология. – 2022. – № 68. – С. 508–524.

[4] Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000. Третье поколение. Серия Западно-Сибирская. Лист R-43 – Обская губа. Объяснительная записка / Е. А. Лебедева, Я. Э. Файбусович, Д. В. Назаров [и др.]; Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ». – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – 182 с.

7. Караев, И. П. Расчетно-аналитическое исследование выбора типов оснований ледостойких стационарных платформ для освоения месторождений Обской губы / И. П. Караев, А. А. Новиков. – Текст : непосредственный // Газовая промышленность. – 2018. – № 7 (771). – С. 40–46.

8. Федорова, Г. С. Геохимические исследования углеводородных флюидов Чугорьяхинского месторождения / Г. С. Федорова, Л. С. Косякова, В. Ю. Артемьев. – Текст : непосредственный // Вести газовой науки. – 2010. – № 1 (4). – С. 22–32.

9. Геологоразведочные работы ПАО «Газпром» на арктическом шельфе РФ : результаты и перспективы / В. В. Черепанов, С. К. Ахмедсафин, В. В. Рыбальченко [и др.]. – DOI 10.30713/0130-3872-2018-7-47-56. – Текст : непосредственный // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 7. – С. 47–56.

10. Маккавеев, Е. П. Тяжелые металлы в поверхностных и иловых водах Обской губы / Е. П. Маккавеев, С. В. Степанова. – DOI 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.013. – Текст : непосредственный // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2019. – № 1 (102). – С. 93–99.

11. Немировская, И. А. Поведение углеводородов в устьевых зонах арктических рек / И. А. Немировская, З. Ю. Реджепова. – DOI 10.1134/S0016752518080071. – Текст : непосредственный // Геохимия. – 2018. – № 8. – С. 791–804.

12. Динамика берегов Карского моря / А. А. Васильев, И. Д. Стрелецкая, Г. А. Черкашев, Б. Г. Ванштейн. – Текст : непосредственный // Криосфера Земли. – 2006. – Т. 10, № 2. – С. 56–67.

13. Жданова, Е. Ю. Пространственная изменчивость аэрозольной оптической толщины на территории Московского региона по спутниковым и наземным данным / Е. Ю. Жданова, Н. Е. Чубарова. – DOI 10.21046/2070-7401-2018-15-7-236-248. – Текст : непосредственный // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15, № 7. – С. 236–248.

14. Густокашин, П. Е. Сравнительный анализ аэрозольной оптической толщи из спутниковых продуктов MODIS и CALIPSO уровня L2 / П. Е. Густокашин, М. Ю. Катаев. – DOI 10.21293/1818-0442-2018-21-4-70-74. – Текст : непосредственный // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 70–74.

15. Мамаева, Н. Л. Геоэкологическое картографирование Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа / Н. Л. Мамаева, С. А. Петров. – DOI 10.31660/0445-0108-2016-2-120-125. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 2 (116). – С. 120–125.

16. Мамаева, Н. Л. Качество водных ресурсов Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа / Н. Л. Мамаева, С. А. Петров. – DOI 10.31660/0445-0108-2016-4-125-129. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 4 (118). – С. 125–129.

17. Справочные данные по режиму ветра и волнения шельфа Баренцева и Карского морей / Под редакцией М. Р. Маркушиной. – Санкт-Петербург, 2013. – 335 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Antonova, E. O., Krylov, G. V., Prokhorov, A. D., & Stepanov, O. A. (2003). Osnovy neftegazovogo dela. Moscow, Nedra-Biznestsentr Publ., 307 p. (In Russian).

2. Laverov, N. P., Vasil'yev, V. I., & Makosko, A. A. (Eds) (2015). Nauchno-tekhnicheskiye problemy osvoyeniya Arktiki. Moscow, Nauka Publ., 490 p. (In Russian).

3. Izvekov, I. B. (2023). State-of-the-art petroleum-and-gas geostatistics for Yamal-Kara and Gydan-Yenisey regions of Western Siberia (following prediction of new onshore and offshore discoveries). Vesti gazovoy nauki, (1(53)), pp. 82-97. (In Russian).

4. Polyakov, E. E., Rybal'chenko, V. V., Ryzhov, A. E., Skorobogatov, V. A., & Khabibullin, D. Ya. (2018). Northern Eurasia: where to look for new largest, giant, and unique gas fields? Russian Oil and Gas Geology, (4s), pp. 45-57. (In Russian). DOI: 10.31087/0016-7894-2018-4s-45-57

5. Chantsev, V. Yu., Gudoshnikov, Yu. P., Pleshanov, D. A., Skutin, A. A., & Danshina, A. V. (2018). Multifunctional complex model of a hydrologic system in the gulf of Ob. Vesti gazovoy nauki, (4(36)), pp. 139-148. (In Russian).

6. Bidenko, S. I., Khramov, I. S., Bengert, A. A., & Muchkaeva, I. S. (2022). Geoinformation procedure for assessing the regional situation on the basis of operational INS-analysis of hydrometeorological and environmental information (on the example of the Ob Bay). Hydrometeorology and Ecology, (68), pp. 508-524. (In Russian). DOI: 10.33933/2713-3001-2022-68-508-524

7. Karaev, I. P., & Novikov, A. A. (2018). Computational and analytical investigation of the selection of sub-structure types of ice-resistant stationary platform for the development of fields of the Gulf of Ob. Gas Industry, (7(771)), pp. 40-46. (In Russian).

8. Fedorova, G. S., Kosyakova, L. S., & Artem'ev, V. Yu. (2010). Geokhimicheskie issledovaniya uglevodorodnykh flyuidov Chugor'yakhinskogo mestorozhdeniya. Vesti gazovoy nauki, (1(4)), pp. 22-32. (In Russian).

9. Cherepanov, V. V., Akhmedsafin, S. K., Rybalchenko, V. V., Khabibullin, D. Ya., Nikishin, A. A., Davydov, A. V.,… Dmitriev, S. E. (2018). Geological exploration of PJSC "GAZPROM" in the Arctic shelf of the Russian Federation: results and prospects. Construction of Oil and Gas Wells on Land and Sea, (7), pp. 47-56. (In Russian). DOI: 10.30713/0130-3872-2018-7-47-56

10. Makkaveev, E. P., & Stepanova, S. V. (2019). Heavy metals in the surface and silt waters of the gulf of OB. Nauchnyy vestnik Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga, (1(102)), pp. 93-99. (In Russian). DOI: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.013

11. Nemirovskaya, I. A., & Redzhepova, Z. Yu. (2018). Behavior of Hydrocarbons in the Mouth Parts of Arctic Rivers. Geochemistry International, 56(8), pp. 828-841. (In English). DOI: 10.1134/S0016702918080074

12. Vasiliev, A. A., Streletskaya, I. D., Cherkashev, G. A., & Vanshtein, B. G. (2006). Coastal dynamics of the Kara sea. Kriosfera Zemli, (10(2)), pp. 56-67. (In Russian).

13. Zhdanova, E. Yu., & Chubarova, N. E. (2018). Spatial variability of aerosol optical thickness on the territory of Moscow and Moscow Region by satellite and ground based data. Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, (15(7)), pp. 236-248. (In Russian). DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-236-248

14. Gustokashin, P. E., & Kataev, M. Yu. (2018). Comparative analysis of aerosol optical thickness from MODIS and CALIPSO L2 satellite products. Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, (21(4)), pp. 70-74. (In Russian). DOI: 10.21293/1818-0442-2018-21-4-70-74

15. Mamaeva, N. L., & Petrov, S. A. (2016). Geoecological mapping of the Purovsk area in Yamal-Nenets Autonomous Region. Oil and Gas Studies, (2(116)), pp. 120-125. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2016-2-120-125

16. Mamaeva, N. L., & Petrov, S. A. (2016). Water resources quality in the Purovsk district of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Oil and Gas Studies, (4(118)), pp. 125-129. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2016-4-125-129

17. Markushina, M. R. (Ed.) (2013). Spravochnye dannye po rezhimu vetra i volneniya shel'fa Barentseva i Karskogo morey. St. Petersburg, 335 p. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Мамаева Наталья Леонидовна, *старший научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН; старший преподаватель, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, mamaeva.natali2011@mail.ru*

Natali L. Mamaeva, *Senior Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS; Senior Lecturer, Industrial University of Tyumen, mamaeva.natali2011@mail.ru*

Петров Сергей Анатольевич*, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень*

Sergei A. Petrov, *Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS*

Статья поступила в редакцию 13.11.2023; одобрена после рецензирования 16.11.2023; принята к публикации 21.11.2023.
The article was submitted 13.11.2023; approved after reviewing 16.11.2023; accepted for publication 21.11.2023.