

**РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ / DEVELOPMENT AND OPERATION OF OIL AND GAS FIELDS**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.30>

**К ВОПРОСУ О ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРКТИКИ**

Научная статья

**Шарапов Д.А.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-8650-2375;

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (sharapov.dm[at]gmail.com)

**Аннотация**

Арктический регион обладает значительными запасами газовых месторождений, что представляет как возможности, так и проблемы для разведки и добычи энергии. В статье представлен комплексный обзор геологических, технологических, экологических и социально-экономических аспектов газовых месторождений Арктики. В нем обсуждаются геологические характеристики Арктики, подчеркиваются разнообразные геологические образования, осадочные бассейны и тектонические условия региона, которые влияют на распределение и изобилие газовых ресурсов. Рассматриваются технологические достижения, обеспечивающие разведку и разработку арктического газа, в том числе трехмерное сейсмическое изображение, ледостойкие буровые платформы и системы подводной добычи, которые произвели революцию в возможностях отрасли по добыче газа в отдаленных и сложных условиях. Анализируются экологические последствия разведки и добычи газа в Арктике, при этом особое внимание уделяется нарушению среды обитания, нарушению дикой природы, выбросам парниковых газов и риску экологических катастроф, таких как разливы нефти. Кроме того, обсуждаются социально-экономические последствия разработки арктического газа, включая экономические выгоды. В заключение подчеркивается важность ответственного управления окружающей средой, технологических инноваций и международного сотрудничества в обеспечении устойчивого развития арктических газовых ресурсов при одновременном смягчении последствий изменения климата и сохранении уникального природного наследия региона.

**Ключевые слова:** Арктика, месторождения газа, геологические характеристики, воздействие на окружающую среду, выбросы парниковых газов, изменение климата.

**TO THE ISSUE OF ARCTIC GAS FIELDS**

Research article

**Sharapov D.A.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-8650-2375;

<sup>1</sup> Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (sharapov.dm[at]gmail.com)

**Abstract**

The Arctic region has significant reserves of gas fields, which presents both opportunities and challenges for energy exploration and production. This article provides a comprehensive overview of the geological, technological, environmental and socio-economic aspects of the Arctic gas fields. It discusses the geological characteristics of the Arctic, highlighting the diverse geological formations, sedimentary basins, and tectonic conditions of the region that influence the distribution and abundance of gas resources. Examines the technological advances enabling Arctic gas exploration and development, including three-dimensional seismic imaging, ice-resistant drilling platforms, and subsea production systems that have revolutionized the industry's ability to produce gas in remote and challenging environments. The environmental impacts of gas exploration and production in the Arctic are analysed, focusing on habitat disruption, wildlife disturbance, greenhouse gas emissions and the risk of environmental disasters such as oil spills. In addition, the socio-economic impacts of Arctic gas development, including economic benefits, are discussed. It concludes by emphasizing the importance of responsible environmental management, technological innovation and international cooperation in ensuring the sustainable development of Arctic gas resources while mitigating climate change and preserving the region's unique natural heritage.

**Keywords:** Arctic, gas fields, geological characteristics, environmental impact, greenhouse gas emissions, climate change.

**Введение**

Арктический регион, характеризующийся экстремальным холодом, обширными пространствами и удаленностью, имеет огромное значение в мировом энергетическом рынке благодаря своим значительным запасам углеводородов. Шельфовые месторождения играют важную роль в формировании геополитической динамики и стимулировании экономического развития. Понимание значения газовых месторождений в Арктике требует многогранного изучения их геологического значения, энергетического потенциала и экологических последствий [1], [3], [4], [5].

В работе [6] представлены результаты анализа причин интенсивной газовой эмиссии в большой зоне Центральной части шельфа моря Лаптевых. Были выявлены 519 аномальных объектов, потенциально связанных с газовой насыщенностью. Определено отсутствие подводной мерзлоты и газовых гидратов в этой зоне. Установлена связь между газовыми выбросами и глубоко залегающими разломами. Исследование указывает на роль

сейсмотектонических факторов в процессе дегазации Земли и миграции глубинного термогенного газа в гидросферу через систему разломов.

В статье [7] рассматривается возможность использования метода радиоуглеродного датирования для определения возраста отложений до 50 тысяч лет. Результаты демонстрируют последовательное увеличение возраста с повышением температуры пиролиза и глубины осадка, подобно предыдущим исследованиям в Антарктиде. На основе эмпирической зависимости предложен новый метод оценки возраста отложений. Этот метод может быть использован для отложений с дефицитом биогенных карбонатов, где датировка основана на общем органическом веществе.

В статье [8] исследуется равновесное состояние нефти, газа и воды в нефтегазоносном бассейне с высоким содержанием солёной воды. Для арктических территорий Западно-Сибирской нефтегазовой провинции были проведены расчёты равновесия вода-газ с использованием нового метода моделирования.

В работе [9] исследуются зоны возможного распространения и отсутствия замёрзшего грунта и газовых гидратов на восточносибирском арктическом шельфе в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском. Анализ основан на изучении скоростей преломлённых волн, зарегистрированных в первых вступлениях сейсмических данных на 71 линии с общей длиной 15 630 км, собранных компанией JSC MAGE в 2007–2016 годах. В результате получены новые данные о состоянии криолитозоны на восточносибирском арктическом шельфе. Исследование подтвердило значительное уменьшение площади возможного существования замёрзшего грунта и метановых гидратов в послеледниковый период.

В статье [10] рассматривается вопрос о том, что залежи газогидратов могут содержать около 10% газа в форме гидратов. Это связано с низким коэффициентом буфера в месторождениях газогидратов по сравнению со свободным газом. Существующая оценка мировых ресурсов гидратного газа требует пересмотра. Гидраты в породах делятся на сингенетические и эпигенетические. Сингенетические гидраты образуются из свободного или растворённого газа, присутствовавшего в породах на месте, а эпигенетические — из мигрировавшего газа. Для экономического накопления гидратного газа необходима постоянная подача природного газа в определённую зону формирования гидратов.

Вопросы исследований арктических месторождений в настоящее время посвящаются множество работ, существует целый ряд вопросов, связанных с количественной оценкой, технологическими вызовами и экологическими вызовами, которые представляют интерес для рассмотрения. В данной статье предпринята попытка дать комплексный анализ множества факторов. Научная новизна работы состоит в рассмотрении темы в контексте множества внешних факторов, являющихся неотъемлемой частью реальных процессов в обществе.

Газовые ресурсы Арктики, по оценкам, являются одними из крупнейших в мире. Считается, что в этом регионе имеются значительные запасы обычного природного газа, часто встречающегося в нефтяных месторождениях под арктическим морским дном. Кроме того, в Арктике имеются обширные залежи газовых гидратов. Эти гидраты представляют собой потенциально огромный источник метана, мощного парникового газа, и в изобилии встречаются в вечной мерзлоте Арктики и под морским дном. Огромный масштаб этих газовых месторождений подчеркивает их значение как важнейшего компонента глобального энергетического уравнения.

### **Методы и принципы исследования**

Стремление к разведке и разработке энергетических ресурсов Арктики все больше переплетается с геополитическими интересами. Поскольку глобальный спрос на энергию продолжает расти, особенно в странах с развивающейся экономикой, доступ к арктическим газовым ресурсам может стать ключевым моментом в стратегиях энергетической безопасности стран, имеющих арктические интересы.

Экономическое значение месторождений арктического газа невозможно переоценить. Разработка газовых ресурсов в Арктике потенциально может принести существенные экономические выгоды, начиная от получения доходов для богатых ресурсами стран и заканчивая возможностями для развития инфраструктуры и создания рабочих мест. Добыча, переработка и транспортировка арктических газовых ресурсов могут стать катализатором экономического роста в отдаленных арктических сообществах и стимулировать инвестиции в смежные отрасли, такие как энергетическая инфраструктура, технологии и логистика. Коммерческая жизнеспособность арктических газовых проектов может иметь далеко идущие последствия для мировых энергетических рынков, влияя на цены на энергоносители, динамику поставок и структуру инвестиций.

Однако, значение газовых месторождений в Арктике необходимо рассматривать в контексте экологической устойчивости и изменения климата. Эксплуатация газовых ресурсов Арктики сопряжена с неизбежными экологическими рисками, включая нарушение среды обитания, нарушение дикой природы и выбросы парниковых газов. Таяние арктического морского льда, вызванное глобальным изменением климата, создает как проблемы, так и возможности для разведки и транспортировки газа в регионе. Таким образом, разработка арктических газовых месторождений должна сопровождаться строгими экологическими нормами, технологическими инновациями и устойчивыми практиками, чтобы минимизировать неблагоприятное воздействие на хрупкую арктическую экосистему и смягчить последствия изменения климата [11], [12], [14], [15].

Арктический регион, представляет собой уникальную и сложную геологическую область, сформированную миллионами лет геологических процессов, включая тектонику плит, оледенение и седиментацию. Знание геологического строения региона необходимо для понимания ее богатого ресурсного потенциала, включая значительные запасы газа, а также ее экологической уязвимости.

Геологическая эволюция региона началась более 3 миллиардов лет назад с формирования земной коры и объединения суперконтинентов. Со временем эти суперконтиненты раздробились, и Арктический регион принял свою нынешнюю конфигурацию, граничащую с Северным Ледовитым океаном.

Одной из определяющих особенностей геологического ландшафта Арктики является его обширное покрытие ледниковыми щитами и вечной мерзлотой. Ледниковая деятельность сформировала топографию региона, образовав

глубокие фьорды, U-образные долины и моренные отложения. Наследие прошлых оледенений проявляется в остатках форм рельефа ледникового периода, таких как друмлины, озы и беспорядочные валуны, разбросанные по арктической местности. Многолетняя мерзлота («вечная мерзлота»), определяемая как почва или горная порода, которая остается непрерывно замороженной в течение двух или более лет, покрывает обширные пространства арктического ландшафта, влияя на гидрологию, растительность и стабильность почвы.

Под поверхностью Арктического региона находится множество разнообразных геологических образований, включая осадочные бассейны, магматические интрузии и метаморфические породы. Осадочные бассейны, образовавшиеся в результате накопления эродированных отложений в течение миллионов лет, представляют особый интерес из-за их потенциала нахождения там залежей углеводородов, в том числе газа. Осадочные бассейны Арктики, такие как Северный склон Аляски, Западно-Сибирский бассейн и бассейн Баренцева моря, считаются весьма перспективными для разведки нефти и газа, и в этих районах уже сделаны значительные открытия. Арктика также содержит множество магматических и метаморфических пород. Магматические интрузии, такие как вулканические породы и плутоны, дают представление о прошлой вулканической активности и динамике земной коры, а метаморфические породы, образовавшиеся в условиях высоких температур и давлений, служат свидетельством древних тектонических событий и процессов горообразования. Геологическое разнообразие Арктики еще больше усиливается за счет ее сложной тектонической обстановки, характеризующейся взаимодействием нескольких крупных тектонических плит. Регион расположен на границе Северо-Американской, Евразийской и Тихоокеанской плит, что приводит к динамическому взаимодействию движений земной коры, сейсмической активности и горообразования. Тектоническая активность Арктики способствовала формированию горных хребтов, таких как хребет Брукс на Аляске и Уральские горы в России, а также многочисленных разломов, складок и рифтовых долин, разбросанных по всему региону.

Одним из важных технологических достижений, совершивших революцию в разведке газа в Арктике, является трехмерная сейсмическая визуализация. Традиционные сейсмические исследования, в которых для создания изображений подземных геологических структур используются звуковые волны, были усовершенствованы за счет использования передовых методов трехмерной визуализации. Эти методы позволяют геологам и инженерам создавать подробные карты недр с высоким разрешением, что позволяет им идентифицировать потенциальные залежи газа с беспрецедентной точностью. Предоставляя более четкое представление о геологических образованиях под морским дном Арктики, 3D-сейсмические изображения значительно повысили вероятность успеха разведочных скважин и снизили риски, связанные с бурением в отдаленных и сложных условиях.

Другой важной инновацией, способствующей освоению арктического газа, является разработка ледостойких буровых платформ и технологий бурения. Инженеры спроектировали специализированные буровые платформы, способные выдерживать ледовые нагрузки, суровые погодные условия и экстремальные температуры. Эти платформы, оснащенные современным буровым оборудованием и системами безопасности, позволяют операторам безопасно и эффективно бурить разведочные и добывающие скважины в арктических водах. Кроме того, достижения в технологиях бурения, такие как бурение с большим отходом от вертикали и наклонно-направленное бурение, позволили операторам получать доступ к газовым резервуарам, расположенным под толстыми слоями льда или вечной мерзлоты, с наземных или ледяных буровых платформ, сводя к минимуму воздействие на окружающую среду и логистические проблемы, связанные с морским бурением [16], [17], [18], [19].

Помимо сейсмических изображений и технологий бурения, достижения в области подводных систем добычи сыграли важную роль. Подводные системы добычи, включающие подводное оборудование для добычи и переработки углеводородов, становятся все более сложными и надежными, что позволяет операторам добывать газ из глубоководных арктических месторождений с минимальным вмешательством человека. Эти системы, оснащенные дистанционным мониторингом и управлением, могут противостоять суровым арктическим условиям и работать автономно в течение продолжительных периодов времени, уменьшая необходимость частого технического обслуживания и вмешательства в удаленных и недоступных местах.

Достижения в области строительства ледоколов, облегчили транспортировку газа с арктических месторождений. Методы управления ледовой обстановкой, такие как ледокольные суда и ледостойкие конструкции танкеров, позволяют операторам безопасно и эффективно перемещаться сквозь толстый морской лед, обеспечивая надежную и своевременную доставку газа на мировые рынки [19], [20], [21].

Хотя разработка арктических газовых ресурсов несет в себе потенциал экономического роста и энергетической безопасности, она также создает значительные риски для хрупкой арктической окружающей среды и глобального климата. Анализ воздействия разведки и добычи газа в Арктике на окружающую среду показывает сложное взаимодействие между промышленной деятельностью, охраной окружающей среды и усилиями по смягчению последствий изменения климата.

Одним из основных экологических последствий разведки и добычи арктического газа является нарушение среды обитания и нарушение дикой природы. Арктический регион является домом для разнообразных диких животных, включая белых медведей, тюленей, китов и перелетных птиц, выживание которых зависит от уникальных экосистем региона. Строительство инфраструктуры, такой как буровые платформы, трубопроводы и подъездные дороги, может фрагментировать и деградировать критически важные места обитания, нарушая маршруты миграции диких животных, места их размножения и места кормления. Кроме того, промышленная деятельность, такая как сейсмические исследования и буровые работы, может вызывать шумовое загрязнение, загрязнение воздуха и световое загрязнение, что еще больше беспокоит дикую природу и нарушает ее естественное поведение.

Выбросы парниковых газов при разведке и добыче газа способствуют изменению климата, усугубляя экологические проблемы, стоящие перед Арктическим регионом. Метан, мощный парниковый газ, выделяющийся при добыче и транспортировке газа, имеет потенциал потепления, во много раз превышающий потенциал углекислого газа

в течение короткого периода времени. Таяние арктического морского льда, вызванное повышением температуры, еще больше усиливает изменение климата, высвобождая накопленный углекислый газ и метан в результате таяния вечной мерзлоты, создавая опасную петлю обратной связи, которая ускоряет глобальное потепление. Риск разливов нефти представляет собой значительную угрозу арктическим экосистемам и коренным народам. Отдаленные и суровые условия Арктики затрудняют реагирование и очистку в случае экологической катастрофы. Разлив нефти в нетронутых водах Арктики могут иметь разрушительные последствия для морской жизни, загрязняя хрупкие экосистемы и подрывая жизненную деятельность коренных народов, которые полагаются на природные ресурсы Арктики в качестве источника средств к существованию.

### Заключение

В работе представлен комплексный анализ и обзор внешних факторов газовых месторождений Арктики. В условиях постоянного развития, появляются новые факторы, которые требуют рассмотрения и обсуждения, составляющие научную новизну работы.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что существуют возможности смягчить воздействие разведки и добычи газа в Арктике посредством ответственного управления окружающей средой, технологических инноваций и нормативного надзора. Внедрение лучших практик управления окружающей средой, таких как минимизация нарушения среды обитания, сокращение выбросов и внедрение строгих стандартов безопасности, может помочь смягчить экологические последствия разработки газа в Арктике. Более того, инвестиции в исследования и разработки чистых энергетических технологий и поддержка инициатив устойчивого развития могут помочь снизить зависимость от ископаемого топлива и способствовать переходу к низкоуглеродной экономике. Разведка и добыча газовых месторождений в Арктике представляют собой как возможности, так и проблемы, требующие тщательного учета экологических, экономических и социальных факторов. В ходе этой дискуссии возникло несколько ключевых тем, подчеркивающих сложность разработки арктического газа и необходимость сбалансированных и устойчивых подходов.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Andreeva S. Hoek-Brown model for ice breaking simulation / S. Andreeva, D. Sharapov // Magazine of Civil Engineering. — 2023. — 7(123). — p. 12303. — DOI: 10.34910/MCE.123.3.
2. Шарапов Д.А. Нагрузки от льда на вмёрзшие вертикальные стальные сооружения при горизонтальных подвижках ледового покрова / Д.А. Шарапов, К.Н. Шхинек // Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. — 2016. — 282. — с. 99-107.
3. Бучнев И.Д. Расчет ограждающих сооружений порта «Бухта Север» в программном комплексе PLAXIS 2D / И.Д. Бучнев, Д.А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Материалы всероссийской конференции в 3-х частях; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. — с. 92-94.
4. Sharapov D. Structure freezing in the ice / D. Sharapov // E3S Web of Conferences. — 2023. — 431. — p. 06010. — DOI: 10.1051/e3sconf/202343106010.
5. Андреева С.А. Ледовые острова, схемы и особенности / С.А. Андреева // Современное строительство и архитектура. — 2023. — 9(40). — DOI: 10.18454/mca.2023.40.1.
6. Bogoyavlensky V. Distribution of permafrost and gas hydrates in relation to intensive gas emission in the central part of the Laptev Sea (Russian Arctic) / V. Bogoyavlensky, A. Kishankov, A. Kazanin et al. // Marine and Petroleum Geology. — 2022. — 138. — p. 105527. — DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.105527.
7. Suzuki K. New radiocarbon estimation method for carbonate-poor sediments: A case study of ramped pyrolysis <sup>14</sup>C dating of postglacial deposits from the Alaskan margin, Arctic Ocean / K. Suzuki, M. Yamamoto, B. Rosenheim et al. // Quaternary Geochronology. — 2016. — 66. — p. 101215. — DOI: 10.1016/j.quageo.2021.101215.
8. Novikov D. Equilibrium modeling of water-gas systems in Jurassic–Cretaceous reservoirs of the Arctic petroleum province, northern West Siberia / D. Novikov // Petroleum Exploration and Development. — 2022. — 49(2). — p. 363-373. — DOI: 10.1016/S1876-3804(22)60030-2.
9. Bogoyavlensky V. Evidence of large-scale absence of frozen ground and gas hydrates in the northern part of the East Siberian Arctic shelf (Laptev and East Siberian seas) / V. Bogoyavlensky, A. Kishankov, A. Kazanin // Marine and Petroleum Geology. — 2023. — 148. — p. 106050. — DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.106050.
10. Safronov A. Formation of gas hydrate deposits in the Siberian Arctic shelf / A. Safronov, E. Shits, M. Grigor'ev et al. // Russian Geology and Geophysics. — 2010. — 51(1). — p. 83-87. — DOI: 10.1016/j.rgg.2009.12.006.
11. Примак Н.В. Выбор оптимального количества ребер сегментного затвора методом КЭ / Н.В. Примак, Д.А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03–09 апреля 2023 года; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. — с. 69-71.

12. Савельева В.В. Влияние ледовой нагрузки на устойчивость основания ЛСП-1 / В.В. Савельева, Д.А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03-09 апреля 2023 года; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. — с. 35-37.
13. Георгиев М.А. Использование справочных систем на основе искусственного интеллекта для гидротехнического проектирования / М.А. Георгиев, Д.А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03–09 апреля 2023 года ; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. — с. 20-22.
14. Величко И.В. Влияние ледовой нагрузки на перемещения морской ветроэнергетической установки / И.В. Величко, Д.А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03–09 апреля 2023 года; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. — с. 12-14.
15. Кудряшова Е.Е. Климат Арктики: современное состояние и последствия изменений / Е.Е. Кудряшова // Наукосфера. — 2023. — 12-1. — с. 93-98. — DOI: 10.5281/zenodo.10353936.
16. Кудряшова Е.Е. Порт Магадан: транспорт, экономика, вызовы / Е.Е. Кудряшова // Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2023. — 12(88). — с. 272-278.
17. Кудряшова Е.Е. Охотское море: морская инфраструктура и экологическая устойчивость для экономического развития / Е.Е. Кудряшова // Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2023. — 12(88). — с. 240-246.
18. Кудряшова Е.Е. Ледокольный флот: вызовы и перспективы в навигации в ледовых условиях / Е.Е. Кудряшова // Оригинальные исследования. — 2023. — Т.13 №11. — с. 23-32.
19. Савелева В.В. Сооружения арктического шельфа / В.В. Савелева // Современные исследования: теория, практика, результаты : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Москва, 22 января 2024 года; — Москва: АЛЕФ, 2024. — с. 163-167.
20. Савельева В.В. Разрушение и защита откосов ГТС от льда / В.В. Савельева // Современные исследования: теория, практика, результаты : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Москва, 22 января 2024 года; — Москва: АЛЕФ, 2024. — с. 168-173.
21. Савельева В.В. Шельфовые сооружения в суровых условиях Арктики / В.В. Савельева // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. — 2023. — 6. — DOI: 10.55186/27131424\_2023\_5\_6\_6.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Andreeva S. Hoek-Brown model for ice breaking simulation / S. Andreeva, D. Sharapov // Magazine of Civil Engineering. — 2023. — 7(123). — p. 12303. — DOI: 10.34910/MCE.123.3.
2. Sharapov D.A. Nagruzki ot l'da na vmerzshie vertikal'nye stal'nye sooruzheniya pri gorizonta'nyh podvizhkah ledovogo pokrova [Ice loads on frozen vertical steel structures during horizontal movements of the ice cover] / D.A. Sharapov, K.N. Shhinek // News of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering named after. B.E. Vedenev. — 2016. — 282. — p. 99-107. [in Russian]
3. Buchnev I.D.. Raschet ograditel'nyh sooruzhenij porta «Buhta Sever» v programmnom komplekse PLAXIS 2D [Calculation of protective structures of the port "Buhta Sever" in the PLAXIS 2D software package] / I.D. Buchnev, D.A. Sharapov // ISI Science Week: Proceedings of the All-Russian conference in 3 parts; — Sankt-Peterburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2021. — p. 92-94. [in Russian]
4. Sharapov D. Structure freezing in the ice / D. Sharapov // E3S Web of Conferences. — 2023. — 431. — p. 06010. — DOI: 10.1051/e3sconf/202343106010.
5. Andreeva S.A. Ledovye ostrova, shemy i osobennosti [Ice islands, schemes and features] / S.A. Andreeva // Modern construction and architecture. — 2023. — 9(40). — DOI: 10.18454/mca.2023.40.1. [in Russian]
6. Bogoyavlensky V. Distribution of permafrost and gas hydrates in relation to intensive gas emission in the central part of the Laptev Sea (Russian Arctic) / V. Bogoyavlensky, A. Kishankov, A. Kazanin et al. // Marine and Petroleum Geology. — 2022. — 138. — p. 105527. — DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.105527.
7. Suzuki K. New radiocarbon estimation method for carbonate-poor sediments: A case study of ramped pyrolysis 14C dating of postglacial deposits from the Alaskan margin, Arctic Ocean / K. Suzuki, M. Yamamoto, B. Rosenheim et al. // Quaternary Geochronology. — 2016. — 66. — p. 101215. — DOI: 10.1016/j.quageo.2021.101215.
8. Novikov D. Equilibrium modeling of water-gas systems in Jurassic–Cretaceous reservoirs of the Arctic petroleum province, northern West Siberia / D. Novikov // Petroleum Exploration and Development. — 2022. — 49(2). — p. 363-373. — DOI: 10.1016/S1876-3804(22)60030-2.
9. Bogoyavlensky V. Evidence of large-scale absence of frozen ground and gas hydrates in the northern part of the East Siberian Arctic shelf (Laptev and East Siberian seas) / V. Bogoyavlensky, A. Kishankov, A. Kazanin // Marine and Petroleum Geology. — 2023. — 148. — p. 106050. — DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.106050.
10. Safronov A. Formation of gas hydrate deposits in the Siberian Arctic shelf / A. Safronov, E. Shits, M. Grigor'ev et al. // Russian Geology and Geophysics. — 2010. — 51(1). — p. 83-87. — DOI: 10.1016/j.rgg.2009.12.006.
11. Primak N.V. Vyb'or optimal'nogo kolichestva reber segmentnogo zatvora metodom KE [Selection of the optimal number of segment gate ribs using the FE method] / N.V. Primak, D.A. Sharapov // ISI Science Week: Collection of materials from the All-Russian Conference, St. Petersburg, April 03–09, 2023; — Sankt-Peterburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023. — p. 69-71. [in Russian]
12. Savel'eva V.V. Vliyanie ledovoj nagruzki na ustojchivost' osnovaniya LSP-1 [Influence of ice load on the stability of the base of LSP-1] / V.V. Savel'eva, D.A. Sharapov // ISI Science Week: Collection of materials from the All-Russian

Conference, St. Petersburg, April 03-09, 2023; — Sankt-Peterburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023. — p. 35-37. [in Russian]

13. Georgiev M.A. Ispol'zovanie spravocnyh sistem na osnove iskusstvennogo intellekta dlja gidrotehnicheskogo proektirovanija [Using artificial intelligence-based reference systems for hydraulic engineering] / M.A. Georgiev, D.A. Sharapov // ISI Science Week: Collection of materials from the All-Russian Conference, St. Petersburg, April 03–09, 2023; — Sankt-Peterburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023. — p. 20-22. [in Russian]

14. Velichko I.V. Vlijanie ledovoj nagruzki na peremeschenija morskoy vetroenergeticheskoj ustanovki [The influence of ice load on the displacement of an offshore wind power plant] / I.V. Velichko, D.A. Sharapov // ISI Science Week: Collection of materials from the All-Russian Conference, St. Petersburg, April 03–09, 2023; — Sankt-Peterburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023. — p. 12-14. [in Russian]

15. Kudrjashova E.E. Klimat Arktiki: sovremennoe sostojanie i posledstvija izmenenij [Arctic climate: current state and consequences of changes] / E.E. Kudrjashova // Naukosfera. — 2023. — 12-1. — p. 93-98. — DOI: 10.5281/zenodo.10353936. [in Russian]

16. Kudrjashova E.E. Port Magadan: transport, ekonomika, vyzovy [Port of Magadan: transport, economics, challenges] / E.E. Kudrjashova // Skiff. Student Science Issues. — 2023. — 12(88). — p. 272-278. [in Russian]

17. Kudrjashova E.E. Ohotskoe more: morskaja infrastruktura i ekologicheskaja ustojchivost' dlja ekonomicheskogo razvitiya [Sea of Okhotsk: maritime infrastructure and environmental sustainability for economic development] / E.E. Kudrjashova // Skiff. Student Science Issues. — 2023. — 12(88). — p. 240-246. [in Russian]

18. Kudrjashova E.E. Ledokol'nyj flot: vyzovy i perspektivy v navigatsii v ledovyh usloviyah [Icebreaker fleet: challenges and prospects in navigation in ice conditions] / E.E. Kudrjashova // Original research. — 2023. — T.13 №11. — p. 23-32. [in Russian]

19. Saveleva V.V. Sooruzhenija arkticheskogo shel'fa [Arctic shelf structures] / V.V. Saveleva // Modern research: theory, practice, results: collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, January 22, 2024; — Moskva: ALEF, 2024. — p. 163-167. [in Russian]

20. Savel'eva V.V. Razrushenie i zaschita otkosov GTS ot l'da [Destruction and protection of hydraulic structures slopes from ice] / V.V. Savel'eva // Modern research: theory, practice, results: collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, January 22, 2024; — Moskva: ALEF, 2024. — p. 168-173. [in Russian]

21. Savel'eva V.V. Shel'fovyje sooruzhenija v surovyyh usloviyah Arktiki [Offshore structures in harsh Arctic conditions] / V.V. Savel'eva // International Journal of Applied Science and Technology Integral. — 2023. — 6. — DOI: 10.55186/27131424\_2023\_5\_6\_6. [in Russian]