

УДК 627.01

ЛЕДОКОЛЬНЫЙ ФЛОТ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В НАВИГАЦИИ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Кудряшова Елена Евгеньевна,

аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ),
г. Санкт-Петербург,
e-mail: kudryashova.elena.e@gmail.com

Аннотация

Ледокольный флот играет важную роль в обеспечении безопасности и проходимости водных путей в ледовых условиях, особенно в Арктике. Представлен обзор современного состояния и перспектив развития ледокольного флота России. Описывается важность ледокольных судов в экономике, научных исследованиях и геополитике. Рассматривается разнообразие типов ледоколов, включая атомные и дизельные суда, а также их основные принципы работы в условиях льда. Обсуждаются вызовы, с которыми сталкивается ледокольный флот, такие как старение судов и ограниченное финансирование на развитие. Выделяются перспективы развития, включая создание новых технологий, строительство более мощных и экологически чистых судов, а также устойчивое развитие флота с учетом экологических аспектов. Подчеркивается важность ледокольного флота в обеспечении доступности морских маршрутов и контроле над стратегически важными регионами. Указывается на необходимость инноваций и усовершенствований в сфере ледокольного флота для эффективного использования потенциала Арктики и её ресурсов при сохранении экологической устойчивости региона для будущих поколений.

Ключевые слова: ледокольный флот, Арктика, безопасность судоходства, технологии ледоколов, экологическая устойчивость, лед, навигация

NAVIGATING THE FROZEN FRONTIERS: CHALLENGES AND PROSPECTS OF ICEBREAKER FLEET

Elena E. Kudryashova,

PhD Student, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg
e-mail: kudryashova.elena.e@gmail.com

ABSTRACT

The icebreaker fleet plays a pivotal role in ensuring the safety and navigability of waterways in ice-covered regions, notably the Arctic. An overview of the current state and future prospects of the Russian icebreaker fleet is provided. It delineates the significance of icebreaker vessels in economics, scientific research, and geopolitics, exploring various types such as atomic and diesel-powered ships, along with their fundamental principles of operation in icy conditions. Challenges

faced by the icebreaker fleet, such as aging vessels and limited funding for development, are discussed. Subsequently, prospects for development are highlighted, encompassing the creation of new technologies, construction of more potent and environmentally friendly vessels, and the sustainable advancement of the fleet, considering ecological aspects. The importance of icebreaker fleet in ensuring access to maritime routes and controlling strategically significant regions is underlined. The need for innovation and improvements in the icebreaker fleet domain to effectively utilize the potential of the Arctic and its resources while preserving the region's ecological stability for future generations Article is emphasized.

Keywords: icebreaker fleet, Arctic, navigation safety, icebreaker technology, environmental sustainability, ice, navigation

Введение

Ледокольный флот России играет важную и стратегическую роль в обеспечении безопасной навигации в ледовых условиях Арктики. Специальные суда этого флота предназначены для преодоления ледовых покровов и обеспечения проходимости водных путей, что становится особенно актуальным в контексте изменяющегося климата и расширяющегося интереса к Арктике как региону с большими возможностями для морской торговли, ресурсов и научных исследований. Современный ледокольный флот России имеет разнообразный состав, включающий в себя атомные и дизельные ледоколы, а также многоцелевые суда, специально спроектированные для работы в условиях льда. Атомные ледоколы, такие как "50 лет Победы" (рисунок 1) и "Ямал" (рисунок 2), представляют собой мощные суда, способные преодолевать толстые ледяные покровы на своём пути, до 2.8 м, с устойчивой скоростью 1–2 узла. При проектировании ледоколов используются современные техники и методы оценок ледовых нагрузок и разрушения льда [1-8].



Рис. 1. Ледокол «50 лет Победы»

Дизельные ледоколы, в свою очередь, хоть и менее мощные, но также являются важной частью флота, обеспечивая поддержку и сопровождение судов в ледовых условиях. Принцип разрушения льда ледоколами основан на их специальной конструкции, высокой

мощности и тяговой силе, позволяющей судам преодолевать ледовые образования. Основным способом разрушения льда для дизельных ледоколов также является разрушение льда изгибом, как наименее энергозатратный способ [9-16]. Несмотря на существующие технические достижения, современный ледокольный флот сталкивается с вызовами, такими как старение судов, ограниченное финансирование для строительства новых ледоколов. Важно учитывать перспективы развития ледокольного флота России, включая усовершенствование существующих технологий, строительство новых судов, а также уделение внимания устойчивому развитию и экологическим аспектам, что позволит сохранить и укрепить позиции России в Арктике и обеспечить безопасность и эффективность судоходства в ледовых условиях.



Рис. 2. Ледокол «Ямал»

Материалы и методы

Ледокольный флот России имеет богатую историю, начиная с первых экспедиций в Арктику. Важность этого флота тесно связана с географическим положением страны и значимостью Северного морского пути. Первым в мире ледокольным судном современного типа стал буксирный пароход «Пайлот», построенный кронштадтским предпринимателем М.О. Бритневым в 1864 году. Ледокол представлял собой буксир с особой носовой частью, позволявшей наплзать на лед и ломать его за счет веса судна, путем излома льда, так как прочность льда на излом существенно ниже, чем на сжатие [17-24]. Важным этапом стало формирование флота для обеспечения и поддержания Северного морского пути в начале XX века. Ледокольные суда стали неотъемлемой частью освоения и эксплуатации Арктики. В период Советского Союза были построены и модернизированы различные типы ледоколов, усиливая присутствие в этом стратегически важном регионе.

Ледокольный флот играет ключевую роль в развитии экономики, особенно в Арктическом регионе. Северный морской путь представляет собой значимый транспортный коридор между Азией и Европой, сокращающий путь отправки грузов на несколько тысяч километров. Ледокольные суда обеспечивают проходимость этого пути в условиях ледостава.

Контроль над Арктикой и Северным морским путём приобретает всё большее значение в современной геополитике. Россия, обладая крупнейшим ледокольным флотом в мире, сохраняет влияние в этом стратегически важном регионе.

Ледокольные суда не только обеспечивают торговлю и эксплуатацию природных ресурсов, но и являются базой для научных исследований. Они обеспечивают ученых доступ к труднодоступным местам, позволяя проводить исследования в области климатических изменений, экосистем и геологии Арктики.

Развитие ледокольного флота также связано с вопросами экологической безопасности. Технологический прогресс направлен на создание более экологически чистых судов, способных минимизировать воздействие на окружающую среду в чувствительной арктической зоне.

Ледокол обладает значительной массой и силой тяги, что позволяет ему врезаться в лед и разрушать его. Это особенно важно при разрушении толстых ледовых покровов. Специально спроектированный корпус ледокола позволяет судну взаимодействовать с льдом более эффективно. Он может иметь острые носовые части или усиленные борта, чтобы иметь необходимую прочность при преодолении сплоченного льда, который может работать на сжатие с бортов судна [25-28]. Некоторые ледоколы могут использовать толкатели для продвижения судна вперед, а также системы тяговой силы, чтобы врезаться и преодолевать ледяные образования.

Россия является лидером в области атомных ледоколов. Суда, такие как «50 лет Победы», «Ямал», и «Сибирь», обеспечивают проложение путей и обладают высокой мощностью, что позволяет преодолевать толстые ледовые покровы. Помимо атомных, флот включает в себя и дизельные ледоколы, такие как «Капитан Сорокин», «Красин» и другие, которые обеспечивают необходимую поддержку и содействие в северных морских районах. Существуют суда ледового класса, которые способны преодолевать ледовые преграды ограниченной толщины льда.

Некоторые ледоколы имеют достаточно большой возраст и нуждаются в модернизации или замене. Это создаёт вызовы в обеспечении стабильности и надежности эксплуатации. Ограниченное финансирование может затруднять строительство новых ледоколов и проведение необходимых технических обновлений. Рост интереса к Арктике со стороны других государств увеличивает конкуренцию за контроль над регионом и необходимость в совершенствовании технологий для поддержания лидерства. Несмотря на вызовы, планируется создание новых ледоколов, как атомных, так и дизельных, для укрепления и обновления флота; развитие более эффективных и экологически чистых судов, с более эффективной системой преодоления льда.

Исследования в области инновационных технологий для ледоколов идут полным ходом. Развитие более экологически чистых двигателей, улучшение ледовых классов судов, а также внедрение автоматизации и цифровых технологий для повышения эффективности эксплуатации – это основные направления развития, позволяющие сделать ледокольный флот более современным и устойчивым к климатическим вызовам. С ростом глобального потепления и таяния льдов в Арктике, ледокольные суда играют ключевую роль в обеспечении безопасной навигации в этом регионе. Развитие ледокольного флота становится необходимым для поддержания активной экономической деятельности в Арктике и для сохранения стратегической позиции России в этом регионе [29].

Заключение

Ледокольный флот России является важным элементом для обеспечения безопасности и проходимости водных путей в Арктике. Процесс разрушения льда ледоколами представляет собой сложную инженерную задачу, основанную на использовании формы, мощности и технических характеристик судна. Современные

ледоколы, будь то атомные, дизельные или суда ледового класса, играют важную роль в обеспечении безопасности морских переходов в ледовых условиях. Они не только обеспечивают торговлю и эксплуатацию природных ресурсов, но и являются ключевым компонентом для проведения научных исследований в области климатических изменений, экосистем Арктики и геологии. Перспективы развития ледокольного флота связаны с постоянным совершенствованием технологий, созданием более мощных, экологически чистых и эффективных судов, а также с усилением контроля над Северным морским путём и арктическими ресурсами. Важно уделить внимание устойчивому развитию и экологическим аспектам при разработке новых технологий и судов, чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду в этом уникальном и уязвимом регионе. Исследования и инновации в области ледокольного флота должны продолжаться, чтобы обеспечить безопасность и эффективность судоходства в ледовых условиях, способствовать экономическому развитию региона и научным исследованиям, а также поддерживать стратегическую позицию в Арктике.

Список литературы:

1. Sharapov D., Klochkov Y., Improving quality of 2D ice load estimation on freezed piles, International Journal for Quality Research v17, n4, 2023, DOI: 10.24874/IJQR17.04-11
2. Sharapov D., BRIEF ON DEVELOPMENT OF ICE LOAD ESTIMATION FOR HYDROTECHNICAL ENGINEERING, Proceedings of 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023, Volume 23, Issue 2.1, ISBN 978-619-7603-57-6 DOI: 10.5593/sgem2023/2.1/s08.18.
3. Бучнев, И. Д. Расчет оградительных 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, 26–30 апреля 2021 года / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 92-94. – EDN ZBNCPX.
4. Sharapov D (2023) Ice adhesion to hydrotechnical structures. E3S Web of Conf 431:03006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343103006>.
5. Школьная, А. А. Статическая устойчивость дамбы хвостохранилища Михайловского ГОКа им. А.В. Варичева в среде PLAXIS / А. А. Школьная, И. А. Огиевич, Д. А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Материалы всероссийской конференции в 3-х частях, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2021 года / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 55-57. – EDN ZSSSIY.
6. Andreeva, S.A., Sharapov, D. Hoek–Brown model for ice breaking simulation. Magazine of Civil Engineering. 2023. 123(7). Article no. 12303. DOI: 10.34910/MCE.123.3
7. Sharapov, D. A. The effect of story drift in a multi-story building under the influence of an earthquake / D. A. Sharapov, T. H. Gebre, Yu. M. Ali // Structural Mechanics of

- Engineering Constructions and Buildings. – 2021. – Vol. 17, No. 3. – P. 270-277. – DOI 10.22363/1815-5235-2021-17-3-270-277. – EDN AUUGMZ.
8. Sharapov D., Shkhinek K., DelValls T.Á., ICE COLLARS, DEVELOPMENT AND EFFECTS, Ocean Engineering, Volume 115, Pages 189-195, Elsevier Published: March 2016. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2016.02.026
 9. Шарапов Д.А., Ключков Ю.С., Измерение и нормирование формы ледового воротника в гидротехническом строительстве, Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 25, № 4, 2023. DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-71-78. – EDN: PXCMQE
 10. Шарапов Д.А., Ключков Ю.С., Термодинамическая модель ледового воротника в гидротехническом строительстве / Д. А. Шарапов, Ю. С. Ключков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25, № 3(113). – С. 107-113. – DOI 10.37313/1990-5378-2023-25-3-107-113. – EDN LJAISL.
 11. Шарапов Д.А., Большев А.С., Численная оценка необходимой энергии для предотвращения образования ледовых воротников на морских причалах Арктики, Научно-технический сборник (НТС)-44/45, Российский морской регистр судоходства (РМРС), 2016.
 12. Шарапов Д.А., Шхинек К.Н., Нагрузки от льда на вмёрзшие вертикальные стальные сооружения при горизонтальных подвижках ледового покрова, Известия всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева, Том: 282, Стр. 99-107, 2016.
 13. Карпова, А. А. Расчет бьева в составе искусственного острова методом КЭ / А. А. Карпова, Ю. В. Стрябкова, Д. А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Материалы всероссийской конференции в 3-х частях, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2021 года / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 61-62. – EDN VKLLCC.
 14. Sharapov D., Andreeva S., Artificial ice island, E3S Web of Conferences 431, 06011 (2023). - <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106011>.
 15. Шарапов, Д. А. Особенности расчета нагрузок при термическом расширении льда / Д. А. Шарапов, С.А. Андреева // Гидротехническое строительство. – 2023. – № 8. – С. 2-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2023.64.37.001>
 16. Sharapov D., Water circulation to improve the quality of port ice management, International Journal for Quality Research v18, n2, 2023, DOI: 10.24874/IJQR18.02-18
 17. Тяготин, В. М. Расчет смещения якоря с помощью PLAXIS 3D / В. М. Тяготин, Д. А. Шарапов // Неделя науки ИСИ: Материалы всероссийской конференции в 3-х частях, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2021 года / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 94-96. – EDN VICCVK.

18. Шарапов Д.А., Клочков Ю.С., Определение нагрузки с учетом ледового воротника в гидротехническом строительстве, Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 25, № 4, 2023. DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-79-86. – EDN: QDFZGW
19. Sharapov D., Shkhinek K., A method to determine the horizontal ice loads on the vertical steel structures which adfreeze to the ice level, COASTAL ENGINEERING, Volume: 88 Pages: 69-74, Elsevier Published: JUN 2014. DOI:10.1016/j.coastaleng.2014.02.005
20. Sharapov D., Shkhinek K., Numerical calculation of the ice grow and empirical calculation results, Research in materials and manufacturing technologies, PTS 1-3 Book Series: Advanced Materials Research Volume: 835-836 Pages: 1448-1454, Published: 2013.
21. Sharapov D (2023) Evolution of ice load prediction tools for hydrotechnical construction. E3S Web of Conf 402:05023. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340205023>.
22. Sharapov D (2023) Structure freezing in the ice. E3S Web of Conf 431:06010. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106010>.
23. Sharapov D., Andreeva S., Volkova Y., Togo I., Frolova I., Belousova V., Olekhovich Y., 2023, E3S Web of Conferences, Volume 420, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202342007010
24. Шарапов, Д. А. Устойчивость каменной наброски к подвижкам льда методом КЭ / Д. А. Шарапов, А. С. Сумцова // Гидротехническое строительство. – 2023. – № 2. – С. 2-7. – EDN FNKYMT. DOI: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2023.13.50.001>
25. Sharapov, D.A., Sumtsova, A.S. Rockfill Stability to Ice Shearing by the Finite Element Method. Power Technol Eng (2023). <https://doi.org/10.1007/s10749-023-01646-1>
26. Крицук, Л. А. Динамический расчет на сейсмическую нагрузку в PLAXIS 2D / Л. А. Крицук, Д. А. Шарапов // Неделя науки ИСИ : Материалы всероссийской конференции в 3-х частях, Санкт-Петербург, 26–30 апреля 2021 года / Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 125-127. – EDN BSCXQB.
27. Sharapov D., Shkhinek K., DelValls T.Á., An estimation of the amount of the thermal energy for the moorage wall heating in the Arctic harbours to avoid ice accumulation, OCEAN ENGINEERING, Volume: 100 Pages: 90-96, Elsevier Published: MAY 2015. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2015.03.016
28. Sharapov D., Andreeva S., Ice reinforcement, E3S Web of Conferences, Volume 431, 06009, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202343106009.
29. Дерябин, А. С. Укрепление грунтов месторождения "Утреннее" методом инъектирования с поверхности ледяного покрова для постановки массивов-гигантов / А. С. Дерябин, Д. А. Шарапов // Современное строительство и архитектура. – 2019. – № 2(14). – С. 19-25. – DOI 10.18454/mca.2019.14.1. – EDN CWKZDX.

References:

1. Sharapov D., Klochkov Y., Improving quality of 2D ice load estimation on frozen piles, International Journal for Qualitative Research v17, n4, 2023, DOI: 10.24874/IJQR17.04-11

2. Sharapov D., BRIEF ON DEVELOPMENT OF ICE LOAD ESTIMATION FOR HYDROTECHNICAL ENGINEERING, Proceedings of the 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023, Volume 23, Issue 2.1, ISBN 978-619-7603-57-6 DOI: 10.5593/sgem2023/2.1/s08.18.
3. Buchnev, I. D. Calculation of protective structures of the port "North Bay" in the PLAXIS 2D software package / I. D. Buchnev, D. A. Sharapov // ISI Science Week: Materials of the All-Russian conference in 3 parts, St. St. Petersburg, April 26–30, 2021 / Civil Engineering Institute of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Volume Part 1. - St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - P. 92-94. - EDN ZBNCPX.
4. Sharapov D (2023) Ice adhesion to hydrotechnical structures. E3S Web of Conf 431:03006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343103006>.
5. Shkolnaya, A. A. Static stability of the tailings dam of the Mikhailovsky Mining and Processing Plant named after. A.V. Varicheva in the PLAXIS environment / A. A. Shkolnaya, I. A. Ogievich, D. A. Sharapov // ISI Science Week: Proceedings of the All-Russian conference in 3 parts, St. Petersburg, April 26–30, 2021 / Engineering Construction Institute of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Volume Part 1. - St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - P. 55-57. - EDN ZSSSIY.
6. Andreeva, S.A., Sharapov, D. Hoek–Brown model for ice breaking simulation. Magazine of Civil Engineering. 2023. 123(7). Article no. 12303. DOI: 10.34910/MCE.123.3
7. Sharapov, D. A. The effect of story drift in a multi-story building under the influence of an earthquake / D. A. Sharapov, T. H. Gebre, Yu. M. Ali // Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. - 2021. - Vol. 17, No. 3. - P. 270-277. - DOI 10.22363/1815-5235-2021-17-3-270-277. - EDN AUUGMZ.
8. Sharapov D., Shkhinek K., DelValls T.Á., ICE COLLARS, DEVELOPMENT AND EFFECTS, Ocean Engineering, Volume 115, Pages 189-195, Elsevier Published: March 2016. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2016.02.026
9. Sharapov D.A., Klochkov Yu.S., Measurement and standardization of the shape of the ice collar in hydraulic engineering, News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, volume 25, No. 4, 2023. DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-71-78. - EDN: PXC MQE
10. Sharapov D.A., Klochkov Yu.S., Thermodynamic model of an ice collar in hydraulic engineering / D.A. Sharapov, Yu.S. Klochkov // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2023. - T. 25, No. 3(113). - pp. 107-113. - DOI 10.37313/1990-5378-2023-25-3-107-113. - EDN LJAISL.
11. Sharapov D.A., Bolshev A.S., Numerical assessment of the required energy to prevent the formation of ice collars at sea berths in the Arctic, Scientific and Technical Collection (NTS)-44/45, Russian Maritime Register of Shipping (RMRS), 2016.
12. Sharapov D.A., Shkhinek K.N., Ice loads on frozen vertical steel structures during horizontal movements of the ice cover, News of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering named after. B.E. Vedeneva, Volume: 282, Page. 99-107, 2016.

13. Karpova, A. A. Calculation of the boltwork as part of an artificial island using the FE method / A. A. Karpova, Yu. V. Stryabkova, D. A. Sharapov // ISI Science Week: Materials of the All-Russian conference in 3 parts, St. -Petersburg, April 26–30, 2021 / Civil Engineering Institute of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Volume Part 1. - St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - P. 61-62. – EDN BKLLCC.
14. Sharapov D., Andreeva S., Artificial ice island, E3S Web of Conferences 431, 06011 (2023). - <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106011>.
15. Sharapov, D. A. Features of calculation of loads during thermal expansion of ice / D. A. Sharapov, S. A. Andreeva // Hydrotechnical construction. – 2023. – No. 8. – P. 2-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2023.64.37.001>
16. Sharapov D., Water circulation to improve the quality of port ice management, International Journal for Quality Research v18, n2, 2023, DOI: 10.24874/IJQR18.02-18
17. Tyagotin, V. M. Calculation of armature displacement using PLAXIS 3D / V. M. Tyagotin, D. A. Sharapov // ISI Science Week: Proceedings of the All-Russian conference in 3 parts, St. Petersburg, April 26–30 2021 / Civil Engineering Institute of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Volume Part 1. - St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - P. 94-96. – EDN VICCVK.
18. Sharapov D.A., Klochkov Yu.S., Determination of load taking into account the ice collar in hydraulic engineering, News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, volume 25, No. 4, 2023. DOI: 10.37313/1990-5378-2023- 25-4-79-86. – EDN: QDFZGW
19. Sharapov D., Shkhinek K., A method to determine the horizontal ice loads on the vertical steel structures which adfreeze to the ice level, COASTAL ENGINEERING, Volume: 88 Pages: 69-74, Elsevier Published: JUN 2014. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2014.02.005
20. Sharapov D., Shkhinek K., Numerical calculation of the ice grow and empirical calculation results, Research in materials and manufacturing technologies, PTS 1-3 Book Series: Advanced Materials Research Volume: 835-836 Pages: 1448-1454, Published : 2013.
21. Sharapov D (2023) Evolution of ice load prediction tools for hydrotechnical construction. E3S Web of Conf 402:05023. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340205023>.
22. Sharapov D (2023) Structure freezing in the ice. E3S Web of Conf 431:06010. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106010>.
23. Sharapov D., Andreeva S., Volkova Y., Togo I., Frolova I., Belousova V., Olekhnovich Y., 2023, E3S Web of Conferences, Volume 420, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202342007010
24. Sharapov, D. A. Stability of rock fill to ice movements using the FE method / D. A. Sharapov, A. S. Sumtsova // Hydrotechnical construction. – 2023. – No. 2. – P. 2-7. – EDN FNKYMT. DOI: <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2023.13.50.001>
25. Sharapov, D.A., Sumtsova, A.S. Rockfill Stability to Ice Shearing by the Finite Element Method. Power Technol Eng (2023). <https://doi.org/10.1007/s10749-023-01646-1>
26. Kritsuk, L. A. Dynamic calculation for seismic load in PLAXIS 2D / L. A. Kritsuk, D. A. Sharapov // ISI Science Week: Proceedings of the All-Russian conference in 3 parts, St. Petersburg, 26–30 April 2021 / Institute of Civil Engineering of Peter the Great St.

- Petersburg Polytechnic University. Volume Part 1. - St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - P. 125-127. - EDN BSCXQB.
27. Sharapov D., Shkhinek K., DelValls T.A., An estimation of the amount of the thermal energy for the moorage wall heating in the Arctic harbors to avoid ice accumulation, OCEAN ENGINEERING, Volume: 100 Pages: 90-96 , Elsevier Published: MAY 2015. DOI:10.1016/j.oceaneng.2015.03.016
28. Sharapov D., Andreeva S., Ice reinforcement, E3S Web of Conferences, Volume 431, 06009, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202343106009.
29. Deryabin, A. S. Strengthening the soil of the Utrenneye deposit using the method of injection from the surface of the ice cover for the installation of giant massifs / A. S. Deryabin, D. A. Sharapov // Modern construction and architecture. - 2019. - No. 2(14). - pp. 19-25. - DOI 10.18454/mca.2019.14.1. - EDN CWKZDX.