

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Научная статья

Original article

УДК 627.01

DOI 10.55186/27131424\_2023\_5\_6\_6



**ШЕЛЬФОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**  
**ARCTIC OFFSHORE PLATFORMS, ENGINEERING IN EXTREME**  
**ENVIRONMENTS**

**Савельева Виктория Валерьевна**, магистрант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), г. Санкт-Петербург, e-mail: [saveleva.viktoriiia.v@gmail.com](mailto:saveleva.viktoriiia.v@gmail.com)

**Saveleva Viktoriia Valerevna**, student, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Saint-Petersburg  
e-mail: [saveleva.viktoriiia.v@gmail.com](mailto:saveleva.viktoriiia.v@gmail.com)

**Аннотация**

Морские платформы арктического региона являются символом прогресса; Многие платформы располагают в областях с экстремальными условиями, что может быть оправдано, если место богато минеральными ресурсами. При возведении шельфовых платформ в Арктике важным аспектом является способность противостоять ледовым нагрузкам; для этого необходимо применение передовых систем мониторинга обстановки и строгих протоколов безопасности. Платформы служат «витриной» технологического совершенства развития технологий. При проектировании платформ важным является

# Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

экологическая составляющая, необходимость выполнения сложных требований и законов.

## **Annotation**

The offshore platforms of the Arctic region are a symbol of progress. Many platforms are located in areas with extreme conditions, which may be justified if the location is rich in mineral resources. When constructing offshore platforms in the Arctic, an important aspect is the ability to withstand ice loads; This requires the use of advanced environmental monitoring systems and strict security protocols. Platforms serve as a “showcase” for the technological excellence of technology development. When designing platforms, the environmental component and the need to comply with complex requirements and laws are important.

**Ключевые слова:** Арктические морские платформы, экстремальные условия, инженерные проблемы, ледостойкость, управление ледовой обстановкой, воздействие на окружающую среду, добыча ресурсов

**Keywords:** Arctic Offshore Platforms, Extreme Environments, Engineering Challenges, Ice Resistance, Ice Management, Environmental Impact, Resource Extraction

## **Введение**

Арктический регион обладает большим экономическим потенциалом, при этом является сложным регионом с точки зрения внешних условий и доступности. Морские платформы (рисунок 1) представляют собой одни из самых сложных сооружений, возводимых в данном регионе, и являются показателем современных достижений строительной отрасли. Деятельность по разведке и добыче полезных ископаемых, проводимая в этих ледяных водах, не только произвела революцию в энергетическом секторе, но также поставила беспрецедентные инженерные задачи и экологические проблемы. Морские платформы в Арктике являются свидетельством устойчивости отрасли и решимости преодолеть вызовы внешней среды.

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Экологические проблемы, сложности регулирования, логистические ограничения и необходимость обеспечения защиты арктических экосистем являются важными факторами, сопровождающими эти морские проекты.

Морские платформы в Арктике одновременно должны удовлетворять требованиям и выдерживать баланс между технологическими инновациями, эксплуатационной устойчивостью и охраной окружающей среды.



Рис. 1. Платформа «Приразломная»

### **Материалы и методы**

Морские сооружения в Арктике сталкиваются с множеством уникальных и серьезных проблем, свойственных только для региона Арктика. Экстремальные условия окружающей среды и удаленное расположение создают значительные риски для этих сооружений, которые предназначены для добычи ценных ресурсов, таких как нефть и газ. Понимание основных опасностей для морских сооружений в Арктике имеет решающее значение для обеспечения их безопасности и целостности в этой суровой среде.

В Арктике одни из самых суровых внешних (погодных) условий на планете. Морские сооружения должны выдерживать чрезвычайно низкие температуры, которые могут опускаться значительно ниже нуля, что приводит к таким проблемам, как образование льда [1-9]. Айсберги и паковые льды представляют постоянную угрозу этим сооружениям, потенциально нанося значительный ущерб при столкновении. Ледовая нагрузка является серьезной проблемой для

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

морских сооружений в Арктике. Накопление и движение льда могут оказывать огромное давление на инфраструктуру, приводя к структурным повреждениям или поломкам [10-16]. Экстремальный холод и постоянное воздействие соленой воды в Арктике создают идеальные условия для коррозии. Морские сооружения подвержены ускоренной коррозии, которая может ослабить структурные компоненты и привести к катастрофическим разрушениям, если не принять надлежащие меры. Материалы, используемые в строительстве, должны быть специально разработаны, чтобы выдерживать эти суровые условия, что часто требует инновационных и дорогостоящих решений. Удаленность арктических морских объектов создает логистические проблемы для технического обслуживания, ремонта и реагирования на чрезвычайные ситуации. Суровые погодные условия в сочетании с ограниченной доступностью из-за ледяного покрова в течение значительной части года затрудняют оперативное решение возникающих проблем, увеличивая риск того, что структурные уязвимости останутся незамеченными или нерешенными [17-25]. Арктическая экосистема хрупка и чувствительна к нарушениям. Разливы нефти или другие промышленные аварии в этой первозданной среде могут иметь разрушительные последствия, воздействуя на морскую жизнь и хрупкий баланс экосистемы. Удаленность этих мест еще больше усложняет меры по локализации и очистке в случае разлива, усугубляя потенциальный ущерб окружающей среде. Окружающая среда Арктики претерпевает быстрые изменения из-за изменения климата. Таяние ледяных шапок и изменение уровня моря могут изменить динамику нагрузок на морские сооружения, потенциально ставя под угрозу их устойчивость. Точное прогнозирование этих изменений и соответствующая адаптация стратегий проектирования и обслуживания представляют собой серьезную проблему. Наличие вечной мерзлоты в некоторых арктических регионах представляет собой уникальные геотехнические проблемы. Таяние вечной мерзлоты может привести к проседанию грунта, что повлияет на устойчивость построенной на нем инфраструктуры. Инженеры должны учитывать эти изменения при

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

проектировании и строительстве морских сооружений, чтобы обеспечить их долгосрочную устойчивость [25-29]. Для смягчения этих опасностей требуется многогранный подход, включающий передовые технологии, инновационные инженерные решения, строгие протоколы технического обслуживания и строгие экологические нормы. Заинтересованные стороны отрасли должны постоянно инвестировать в исследования и разработки для повышения устойчивости морских структур, работающих в Арктике, уделяя приоритетное внимание безопасности, защите окружающей среды и устойчивым практикам.

Одной из основных проблем морских платформ является образование и накопление льда [5-12]. В более холодном климате морской лед может образовываться и накапливаться вокруг сооружений, оказывая значительные нагрузки и давление. Накопление льда на поверхностях платформы может повлиять на устойчивость, увеличить вес и потенциально поставить под угрозу структурную целостность. Морские платформы подвергаются риску столкновения с айсбергами, особенно в районах, где айсберги дрейфуют от ледников в прибрежные регионы. Столкновение айсберга с морской структурой может привести к серьезному повреждению или даже катастрофическому разрушению, что подчеркивает необходимость надежного проектирования и оценки рисков. Стратегии управления ледовой обледенением включают предотвращение накопления льда вокруг конструкции или смягчение его последствий. Это включает в себя использование таких технологий, как противообледенительные системы, подогреваемые поверхности и физические барьеры для предотвращения накопления льда на критических компонентах платформы. Ледокольные суда также могут использоваться для расчистки непосредственной близости ото льда, чтобы снизить риск столкновений. Проектирование морских платформ в районах, подверженных воздействию льда, требует специального рассмотрения. Инженеры должны разработать конструкции, способные выдерживать значительные силы, оказываемые ледовыми образованиями. Укрепление конструкции, использование инновационных материалов, устойчивых к низким температурам и воздействию

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

льда, а также реализация эффективной защиты от замерзания являются важнейшими аспектами процесса проектирования. Ледовые нагрузки являются динамическими и могут значительно варьироваться в зависимости от таких факторов, как толщина льда, температура и движение. Шельфовые платформы должны быть спроектированы так, чтобы выдерживать эти изменения нагрузок и адаптироваться к изменяющимся ледовым условиям без ущерба для безопасности. Непрерывный мониторинг и оценка ледовых нагрузок в режиме реального времени необходимы для обеспечения структурной целостности.

Регулярное техническое обслуживание и проверки имеют жизненно важное значение для выявления и устранения потенциальных уязвимостей, вызванных проблемами, связанными с гололедом. Должны быть предусмотрены процедуры для оценки любого ущерба, причиненного льдом, оперативного проведения ремонта и укрепления платформы против будущих рисков, связанных со льдом. Ледовые проблемы также пересекаются с экологическими проблемами. Риск разливов или утечек нефти из-за инцидентов, связанных со льдом, может иметь серьезные последствия для окружающей экосистемы. Строгое соблюдение экологических норм, планов реагирования на разливы и устойчивых методов имеет решающее значение для смягчения этих рисков и защиты хрупкой арктической окружающей среды. Постоянное развитие технологий играет ключевую роль в решении ледовых проблем для морских платформ. Инновационные решения, такие как усовершенствованные датчики для мониторинга в реальном времени, прогнозирующее моделирование поведения льда и методологии адаптивного проектирования, способствуют повышению безопасности и эффективности работы в условиях, подверженных обледенению.

Несколько примеров морских платформ в Арктике подчеркивают технические инновации и проблемы, связанные с работой в этих экстремальных условиях:

Приразломная платформа (Россия): Приразломная платформа, расположенная в Печорском море, является первой в России действующей морской нефтяной платформой в Арктике. Управляемый «Газпром нефтью», он начал добычу в

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

2013 году после преодоления серьезных технических проблем. Платформа расположена в зоне, подверженной морскому льду и экстремальным температурам, и использует инновационные решения.

Сахалинские проекты, включая такие платформы, как «Сахалин-1» и «Сахалин-2», предусматривают добычу нефти и газа на шельфе российского Дальнего Востока. Проект «Сахалин-1», сталкивается с ледовыми и сейсмическими проблемами и использует передовые технологии для противостояния экстремальным условиям. У проекта «Сахалин-2», есть свои проблемы, связанные с производством сжиженного природного газа (СПГ) в регионе, склонном к образованию морского льда.

Примеры морских платформ в Арктике демонстрируют технические достижения и проблемы, связанные с добычей ресурсов в экстремальных условиях. Эти проекты иллюстрируют усилия отрасли по расширению границ инженерного дела, одновременно балансируя эксплуатационные требования с экологической ответственностью в одном из самых сложных регионов на планете.

### **Заключение**

Морские платформы в Арктике представляют собой воплощение технологических инноваций, при этом с должным отношением к окружающей среде. Известные проекты арктических морских платформ подчеркивают выдающиеся достижения инженерного мастерства, но они также проливают свет на сложные сложности и многогранные проблемы, присущие работе в таких экстремальных условиях; они демонстрируют новаторские разработки и передовые технологии, специально разработанные для решения уникальных задач, связанных с арктической средой. Технические инновации, использованные в этих платформах, начиная от специализированных материалов, устойчивых к экстремальным условиям, и заканчивая сложными системами управления ледовой обстановкой, иллюстрируют приверженность отрасли безопасности, надежности и защите окружающей среды. Однако, наряду с технологическими достижениями, эти случаи также подчеркивают

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

многогранные проблемы, с которыми сталкиваются морские операции в Арктике. Экологические проблемы, сложности регулирования, логистические препятствия и необходимость непрерывной работы — это важнейшие аспекты, которые требуют пристального внимания и постоянного совершенствования. Арктическая экосистема требует сбалансированного подхода, который отдает приоритет сохранению окружающей среды при одновременном удовлетворении энергетических потребностей. Усилия по минимизации воздействия морских операций на окружающую среду, снижению рисков разливов нефти и соблюдению строгих правил, регулирующих буровые операции в Арктике, необходимы для защиты экологической целостности этого региона.

### Литература

1. 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.
2. Sharapov D (2023) Ice adhesion to hydrotechnical structures. E3S Web of Conf 431:03006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343103006>.
3. 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
4. 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. –



5. 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
6. 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/мса.2019.14.1. – EDN CWKZDX.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Карпова, А. А. Расчет больверка 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

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 61-62. – EDN BKLLCC.

11. Sharapov D., Andreeva S., Artificial ice island, E3S Web of Conferences 431, 06011 (2023). - <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106011>.
12. 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>
13. 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
14. 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.
15. 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
16. 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](https://doi.org/10.5593/sgem2023/2.1/s08.18).
17. 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

## Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

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.

18. Шарапов Д.А., Ключков 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., 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
20. 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
21. 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.
22. 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>.
23. Sharapov D (2023) Structure freezing in the ice. E3S Web of Conf 431:06010. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106010>.
24. 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
25. Шарапов, Д. А. Устойчивость каменной наброски к подвижкам льда методом КЭ / Д. А. Шарапов, А. С. Сумцова // Гидротехническое строительство. –

26. 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>
27. Крицук, Л. А. Динамический расчет на сейсмическую нагрузку в PLAXIS 2D / Л. А. Крицук, Д. А. Шаратов // 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.
28. 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
29. Sharapov D., Andreeva S., Ice reinforcement, E3S Web of Conferences, Volume 431, 06009, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202343106009.

### **Literature**

1. 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.
2. Sharapov D (2023) Ice adhesion to hydrotechnical structures. E3S Web of Conf 431:03006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343103006>.

3. 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
4. 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.
5. 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: PXCMQE
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Sharapov D.A., Shkhinek K.N., Ice loads on frozen vertical steel structures during horizontal movements of the ice cover, Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering named after. B.E. Vedeneeva, Volume: 282, Page. 99-107, 2016.

10. 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.
11. Sharapov D., Andreeva S., Artificial ice island, E3S Web of Conferences 431, 06011 (2023). - <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106011>.
12. 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>
13. 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
14. 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.
15. 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
16. 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.

17. 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.
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., 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
20. 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
21. 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.
22. 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>.
23. Sharapov D (2023) Structure freezing in the ice. E3S Web of Conf 431:06010. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343106010>.

24. 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
25. 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>
26. 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>
27. 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.
28. 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
29. Sharapov D., Andreeva S., Ice reinforcement, E3S Web of Conferences, Volume 431, 06009, 2023, DOI: 10.1051/e3sconf/202343106009.