ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 72.1.003.01,
созданного на базе Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева», ПАО «РусГидро»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело №_____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2025 г. № 19

О присуждении Казунину Ивану Дмитриевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Технология снижения ледовой нагрузки на гидротехнические сооружения закрытых акваторий портов с помощью иррегулярно вмораживаемых объектов» в виде рукописи по специальности 2.1.6. – «Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология» принята к защите 26.09.2025 г. (протокол заседания № 13) диссертационным советом 72.1.003.01, созданным на базе Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»), ПАО «РусГидро», 195220, г. Санкт-Петербург, Гжатская ул., д. 21, приказ об утверждении совета Министерства образования и науки РФ № 1306/нк от 22.06.2023 г.

Соискатель Казунин Иван Дмитриевич, 09.07.1992 года рождения, в 2014 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», освоил программу специалитета по специальности «Гидротехническое строительство», присвоена квалификация «Инженер».

В 2014 году поступил в аспирантуру Санкт - Петербургского политехнического университета Петра Великого, которую окончил в 2021 г. Прикреплен к АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.6. «Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология»в 2024 г., научным руководителем назначен д.т.н. Д.В. Казунин. Справка о сданных экзаменах выдана 03.06.2025 г.

Работает в должности эксперта в АО «Объединённой судостроительной корпорации — Технология».

Диссертация выполнена в отделе «Гидравлика, гидроледотермика и использование водохранилищ» АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», ПАО «РусГидро».

Научный руководитель – доктор технических наук Казунин Дмитрий Владимирович, доцент, директор департамента платформы имитационного моделирования безэкипажного судовождения ООО «Стеор Навигационные системы будущего» (ООО «Стеор НСБ»).

Официальные оппоненты:

Цуприк Владимир Григорьевич, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник департамента «Морские арктические технологии» Политехнического института (школы) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Дальневосточного федерального университета (ФГАОУ ВО «ДВФУ»);

Шарапов Дмитрий Андреевич, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства Инженерно-строительного института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»).

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «ААНИИ») Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном ученым секретарем Ученого Совета М.А. Гусаковой, врио заведующего отделом ледовых качеств судов Н.А. Крупиной, старшим научным сотрудником отдела ледовых качеств судов к.т.н. И.А.Свистуновым и утвержденном заместителем директора по научной работе, кандидатом географических наук, доцентом Ашиком Игорем Михайловичем, указала, что научная новизна работы заключается в следующих основных положениях:

«1. Разработана новая технология снижения ледовой нагрузки на портовые сооружения с помощью сквозной перфорации льда, создаваемой с помощью ИВО, что приводит к снижению передаваемых через ледовый покров нагрузок на гидротехнические сооружения.

2. Проведен анализ предлагаемой технологии, включающий теоретическую проработку взаимодействия различных наклонных поверхностей ГТС с чистым льдом и перфорированным льдом, который, по предложению автора, ослабляется с помощью искусственно вмороженных объектов (ИВО). С помощью выполненного анализа получены условия по разрушению льда изгибом, а также получены формулы для оценки снижения нагрузок, передаваемых через лед, на причальную стенку ГТС.

3. На основании сравнения результатов полевых испытаний и теоретического анализа, подтверждена правомерность предложенных автором выводов по снижению нагрузок, передаваемых на ГТС через перфорированный с помощью ИВО лед, по сравнению с чистым льдом.

4. Проведен анализ экспериментальных данных, полученных при проведении испытаний в ледовом бассейне ААНИИ, по взаимодействию судна ледового класса с чистым льдом и перфорированным льдом с помощью ИВО. В работе представлена статистическая оценка изменения плотности распределения ИВО по «акватории порта» после проводки судна ледового класса.

5. Разработана численная модель напряженно-деформированного состояния чистого льда и льда перфорированного с помощью ИВО, прошедшая проверку сравнения результатов расчета с полученными экспериментальными данными. После проверки разработанной модели, при тех же параметрах льда и внешних условиях, проведены многовариантные расчеты по варьированию параметров ИВО. На основе созданных автором моделей, определены характеристики ИВО, которые позволят максимально снизить нагрузку, передаваемую на ГТС через лед.

6. Предложена методика определения характеристик ИВО (на базе модельных лабораторных данных) для использования предлагаемой автором технологии в реальных условиях и снижения нагрузок, передаваемых через ледовый покров на ГТС. Сформулированы ограничения использования ИВО, представлены области применения и основные принципы подбора и эффективной эксплуатации ИВО».

Практическая значимость диссертационного исследования для развития гидротехнической отрасли определяется следующим:

« - Разработана новая технология снижения нагрузок, передаваемых через лед, на ГТС, от внешних источников сил, которая может быть применена на закрытых акваториях портов для обеспечения длительного и устойчивого функционирования морских портов северных регионов без использования ледоколов.

- В диссертации представлены многочисленные экспериментальные данные по разрушению чистого льда и перфорированного льда с помощью ИВО, которые могут быть использованы в практике исследований и проектирования.

- В диссертации представлен декомпозиционный подход, примененный для создания численной модели в комплексе Abaqus FEA, который может быть использован для решения других задач, связанных с ГТС, с учетом погодных и технических условий их эксплуатации.

- Предложена методика по использованию ИВО, с целью перфорации льда, в реальных масштабно-климатических условиях. Для этого в работе представлены результаты внедрения в моделирующую среду на базе порта Сабетта, которые могут быть использованы для облегчения реализации технологии перфорации льда в реальных условиях».

Отмечается, «диссертационная работа Казунина И.Д. «Технология снижения ледовой нагрузки на гидротехнические сооружения закрытых акваторий портов с помощью иррегулярно вмораживаемых объектов» соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2023 г. «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6 - Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (технические науки)».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях (рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК)) опубликовано 3 работы, также 2 работы опубликованны в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science.

Научные работы по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Казунин И.Д. Экспериментальные исследования распределения искусственно вмороженных объектов, защищающих гидротехнические сооружения, при движении судов в закрытых акваториях арктических портов // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2022. Т. 303. С. 85□94.

2. Казунин И.Д. Экспериментальные исследования прочности на изгиб сплошного льда и льда с искусственно вмороженными объектами, снижающими нагрузки на гидротехнические сооружения // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2022. Т. 303. С 72□85.

3. Казунин И.Д., Казунин Д.В. Численное моделирование прочности льда с искусственно вмороженными объектами // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2025. Т. 317.

Статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science:

4. Alhimenko A.I., Kazunin I.D., Nikolaevskiy M.U. A Method of Ice Field Reduction in Port Sabetta Water Area // The Twenty-fifth International Ocean and Polar Engineering Conference: Proceedings Papers. 2015. P. 1875–1878.

5. Alhimenko A.I., Kazunin I.D., Nikolaevskiy M.U. The method of ice field strength reduction in port Sabetta on Yamal peninsula // Proceedings of the International Conference on Engineering Sciences and Technologies. 2015. P. 281–286.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Фактов использования результатов других авторов без ссылок на них не обнаружено.

На автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах содержатся следующие замечания и вопросы.

1. Отзыв Заслуженного работника высшей школы д.т.н., профессора Высшей школы прикладной «математики и вычислительной физики», главного научного сотрудника Передовой инженерная школы "Цифровой инжиниринг", ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого" Болдырева Юрия Яковлевича:

- Замечаний нет.

2. Отзыв старшего научного сотрудника сектора экологического мониторинга АО «ВНИМИ» Цепелева Валерия Юрьевича:

- Замечаний нет.

3. Отзыв доктора военных наук, главного эксперта по ГОЗ АО «НИИ «Нептун» Орлова Анатолия Петровича:

– Не достаточно уделено внимание оценке стоимостных показателей предложенной технологии.

– Не достаточно рассмотрены особенности применения данной технологии в различных климатических условиях.

4. Отзыв кандидата технических наук, доцента, доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций Бенина Дмитрия Михайловича и старшего преподавателя кафедры сельскохозяйственная мелиорация ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет МСХА Имени К.А, Тимирязева Кузиной Оксаны Михайловны:

– В автореферате недостаточно подробно раскрыта долговечность искусственно вмороженных объектов в условиях многолетней эксплуатации

– Не рассмотрено влияние ледового сжатия (давления со стороны внешнего ледяного поля), которое в реальных условиях может доминировать над изгибом. Технология требует дополнительной проверки при режиме сжатия.

5. Отзыв кандидата физико-математических наук инженера ключевых проектов ООО «Техкомпания Хуавей» Титовой Марии Владимировны:

– Численная модель представлена 4-мя слоями, характеристики которых зависят от средней температуры слоя. Из текста, не ясно менялись ли характеристики модели в зависимости от моделируемого объекта (чистый лед, перфорированный лед).

6. Отзыв кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой гидротехнических сооружений, конструкций и гидравлики Института водного транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» Моргунова Константина Петровича:

– Непонятно - как, каким образом распределяются эти ИВО по акватории порта? Что с ними происходит при таянии льда?

– В автореферате (стр. 13) отмечено, что «В предложенной технологии, большое значение имеет корректный выбор свойств материала ИВО: плавучесть, коэффициент адгезии». Однако далее влияние этих величин подробно не исследовано. Приведены лишь сведения о физическом моделировании влияния изменения плотности концентрации ИВО на защищаемой акватории. Может быть, в полном тексте работы есть более подробный анализ?

– В автореферате представлены четыре расчета вариантов ИВО определённых размеров и коэффициентов адгезии. Из каких соображений выбраны именно такие размеры ИВО и коэффициенты адгезии?

7. Отзыв доцента, доктора технических наук, профессора кафедры Охраны окружающей среды и производственной безопасности ФГБОУ ВО "Волжский государственный университет водного транспорта" Пластинина Андрея Евгеньевича:

- Из автореферата неясно применим ли предложенный автором метод для шлюзовых систем и каналов.

- Основное содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором статьях в 3-х изданиях из перечня рецензируемых ВАК, в 2-х публикациях в материалах международных конференций и других изданиях, в том числе патенты, свидетельства о регистрации программ. В соответствии с Рекомендацией Президиума ВАК от 14.07.2023 № 21/2-разн. патенты на изобретение приравнены к публикациям в рецензируемых изданиях категории К2, в которых излагаются основные результаты диссертации, патенты на полезную модель и свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ - к публикациям категории К3. Поэтому было бы целесообразным выделить в автореферате перечисленные публикации из группы «Публикации в других изданиях» в отдельную группу.

8. Отзыв доктора технических наук, профессора кафедры Конструкции и Технической Эксплуатации судов СпбГМТУ Тимофеева Олега Яковлевича:

- Автор в качестве универсального объекта сопоставления использует хорошо исследованную ледовую клавишу. Целесообразно сопоставить авторские результаты аналитических зависимостей, численного моделирования, модельного и полевого эксперимента с многочисленными сведениями по прочности клавиш в зависимости от температур воды, воздуха и солёности, полученными в натуральных условиях.

- Из автореферата не представляется возможным понять технологию «засева» акватории порта ИВО. Так для порта Сабетта максимальная толщина льда - толстый однолетний, 2 метра. При рекомендации размера для ИВО шар диаметром 1.2 от толщины льда необходимо большое количество достаточно прочных шаров диаметром 2.4 метра. Как их распределять по акватории?

- Поскольку работа носит перспективный практический инженерный характер, то можно было провести экономические оценки применения предлагаемой технологии. Порт - коммерческая организация, заинтересованная в продлении навигации и обеспечении безопасности мореплавания, но при разумных затратах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «ААНИИ») – учреждение, имеющее в своем штате значительное количество специалистов по профилю представленной диссертации, занимающихся научными исследованиями в области защиты

акватории от ледовых воздействий на гидротехнические сооружения. Официальный оппонент д.т.н. Цуприк Владимир Григорьевич является известным специалистом в области прогнозирования параметров ледовой нагрузки на морские объекты. Официальный оппонент к.т.н. Шарапов Дмитрий Андреевич, занимается вопросами нормативного подхода к расчету ледовой нагрузки на свайные ряды.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана и обоснована технология снижения передаваемых через лед нагрузок на гидросооружения внутри морских портовых акваторий за счет сквозной перфорации льда с помощью иррегулярно вмороженных объектов.

Экспериментально подтверждена физическим и математическим моделированием правомерность реализации предлагаемой технологии по снижению передаваемых на ГТС ледовых нагрузок.

Разработана методика по адаптации предлагаемой технологии к реальным условиям порта на Арктическом побережье России.

Научная новизна исследования состоит в теоретическом экспериментальном обосновании предлагаемой технологии снижения передаваемой через лед нагрузки на портовые гидросооружения. Она подтверждается использованием материалов наработок автора в патенте на полезную модель, свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. **Получены аналитические зависимости**, позволяющие определить условия разрушения льда изгибом, оценить снижение передаваемой через лед нагрузки при наличии в нем перфорации. Выполнен анализ взаимодействия льда с наклонными поверхностями ГТС, определены углы наклона, при которых возникает разрушение льда изгибом.

2. **Изучены закономерности** по изменению прочностных свойств перфорированного с помощью ИВО льда по сравнению с ненарушенными ледяными пластинами.

3. **Получены новые экспериментальные данные,** показывающие изменение прочностных характеристик льда при его перфорации.

4. **Разработана** численная многослойная модель сплошного и перфорированного льда, учитывающая послойную параметризацию свойств льда и позволяющая на основе расчета НДС, определить геометрические параметры ИВО, их положение в ледовом поле, обеспечивающие значительное (в несколько раз) снижение передаваемых через лед максимальных нагрузок на портовые ГТС.

5. **Применительно к тематике диссертационного исследования с получением новых результатов использованы**: аналитические методы, по результатам которых получены новые

расчетные зависимости, экспериментальные физические методы, позволившие получить новые данные о прочностных характеристиках перфорированного льда, методы математического моделирования, позволившие повторить условия физического эксперимента, а также обосновать параметры и характеристики ИВО в натурных условиях .

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

1. Теоретически и экспериментально обоснована технология снижения передаваемых на ГТС нагрузок через лед, перфорированный с помощью ИВО.

2. Представлены результаты экспериментальных исследований с описанием условий их проведения, дополняющие базу данных по изучению свойств перфорированного и сплошного льда при его разрушении изгибом.

3. Разработана и проверена на базе экспериментальных данных численная модель льда с учетом его свойств и предлагаемой перфорации с помощью ИВО.

4. В результате диссертационного исследования сформирована методика использования предложенной технологии в реальных условиях для условий порта Сабетта в устье р. Обь, что подтверждено актом о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: при их получении были использованы фундаментальные законы физики, общепринятые методы механики деформируемого твердого тела; использованы проверенные средства измерения и оборудование в аккредитованный лаборатории; использованы сертифицированные программные комплексы; полученные в работе результаты по характеристикам льда находятся в тех же пределах, что и значения полученные другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит: в выполнении аналитического обзора литературных источников, в формулировании цели и задач исследования, в решении теоретических задач связанных с перфорированным льдом, в проведении полевых экспериментальных исследований клавиш сплошного и перфорированного с помощью ИВО льда, в проведении анализа свойств льда и разработке численной модели льда.

В ходе защиты были высказаны следующие замечания и пожелание уточнить теоретическую постановку задачи во главе 2. Соискатель Казунин И.Д. ответил на задаваемые ему в ходе защиты вопросы, привел собственную аргументацию и высказал готовность учесть пожелания и замечания в дальнейшей работе.

Диссертация Казунина Ивана Дмитриевича на тему «Технология снижения ледовой нагрузки на гидротехнические сооружения закрытых акваторий портов с помощью иррегулярно вмораживаемых объектов» имеет четко выраженную структуру и логику внутреннего единства, является самостоятельной и законченной научно-квалификационной работой, в результате

выполнения которой разработаны новые технические решения по технологии снижения ледовой нагрузки на гидротехнические сооружения с помощью иррегулярно вмораживаемых объектов, что является важным для строительства и эксплуатации портовых сооружений в арктической зоне.

Диссертация Казунина Ивана Дмитриевича соответствует пп. 3, 8, 10, 22 паспорта специальности 2.1.6 – «Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология» и требованиям раздела II «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842.

На заседании 19 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Казунину И.Д. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по рассматриваемой специальности 2.1.6 – «Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология», участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., доцент — Муравьев Олег Алексеевич

Ученый секретарь
к.т.н., ст. науч. сотр. — Иванова Татьяна Викторовна

19 декабря 2025 года