

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 999.187.02 на базе Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева, ПАО «РусГидро»; Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», Министерство образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 28.06.2022 г. № 4

О присуждении Цуприку Владимиру Григорьевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» по специальности 05.23.07 - «Гидротехническое строительство» в виде рукописи принята к защите 24.03.2022 г., протокол № 3, объединенным диссертационным советом Д 999.187.02 на базе Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева», ПАО «РусГидро»; Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.

Д 999.187.02 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Министерства образования и науки Российской Федерации, Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева», ПАО «РусГидро», 195220, г. Санкт-Петербург, Гжатская ул., д. 21, утвержден

приказом Министерства образования и науки РФ № 156/нк от 01.04.2013 г. Приказом Минобрнауки России от 10 мая 2017 года №411/нк шифр диссертационного совета ДМ 512.001.01 изменен на Д 999.187.02. Приказами №1483/нк от 18.11.2016; № 13-286 от 24.01.2017, №92/нк от 26.01.2018, №692/нк от 18.11.2020, №486/нк от 26.05.2021 г., СЭДКП №5319-вх от 20.01.2022 года в состав совета внесены частичные изменения.

Соискатель Цуприк Владимир Григорьевич, 1950 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.18 «Морские и речные порты» на тему «Динамическое воздействие льда на цилиндрические опоры морских гидротехнических сооружений» защитил в 1979 г. в диссертационном совете К 063.38.04 при Ленинградском политехническом институте имени М.И. Калинина.

Соискатель работает в должности профессора в Департаменте морских арктических технологий Политехнического института «Дальневосточного федерального университета» (ДВФУ).

В период подготовки, принятия диссертации к защите, соискатель работал старшим преподавателем, доцентом и заведующим кафедрой Дальневосточного государственного технического университета.

Научный консультант – Беккер Александр Тевьевич, д.т.н., профессор, действительный член РААСН, заслуженный работник высшей школы РФ, научный руководитель Политехнического института (Школы) ФГАОУ ВО «ДВФУ», директор Департамента морских арктических технологий.

Официальные оппоненты:

Сазонов Кирилл Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, начальник лаборатории «Морской ледотехники» ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (ФГУП «КГНЦ»);

Смирнов Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., лаборатория физики льда Федерального государственного бюджетного учреждения «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «АНИИ»);

Трусков Павел Анатольевич, доктор технических наук, начальник управления по взаимодействию с федеральными органами надзора и контроля «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО НИУ МГСУ, г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном заместителем заведующего кафедрой «Гидравлики и гидротехнического строительства», кандидатом технических наук по специальности 05.23.07, доцентом Галимовым Ильей Мидхатовичем; профессором кафедры «Гидравлики и гидротехнического строительства», доктором технических наук, Кантаржи Измаилом Григорьевичем, и утвержденном проректором ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), доктором технических наук А.З. Тер-Мартirosяном, отмечает, что диссертационная работа Цуприка Владимира Григорьевича «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» посвящена решению проблемы повышения проектной надежности морских ледостойких сооружений (МЛС), предназначенных для эксплуатации в ледовых условиях арктических и субарктических морей. К проектированию и к строительству таких гидротехнических сооружений предъявляются жесткие требования по надёжности, что требует совершенствования используемых методов расчета.

Отмечается **связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства**. Научно-практическая направленность диссертации соответствует планам и задачам «Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года» и содержанию основных проектов освоения месторождений углеводородного сырья на континентальном шельфе Российской Федерации. Одним из основ-

ных направлений развития шельфовых проектов является проектирование и строительство морских ледостойких гидротехнических сооружений, к надежности которых предъявляются повышенные требования эксплуатации в суровых ледовых условиях.

На основе проведенных исследований в диссертации приводится **заключение**, которое отражает основные научные и практические результаты, полученные автором.

В том числе отмечено, что **«значимость полученных автором диссертации результатов для развития гидротехнической науки состоит в прикладных аспектах разработанной автором новой методики определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морское гидротехническое сооружение, обеспечивающей получение адекватных реальному процессу разрушения льда характеристик циклической ледовой нагрузки от дрейфующих ледовых полей на морское ледостойкое гидротехническое сооружение»**.

Даны следующие **рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**: «Разработанная методология и методы расчетов характеристик циклической ледовой нагрузки на морские отдельно стоящие ледостойкие гидротехнических сооружений могут быть использованы в расчетах прочности и устойчивости и оценке надежности этих сооружений, эксплуатирующихся в суровых ледовых условиях, на стадиях проектирования, возведения и эксплуатации. Предложенные автором методики также могут быть использованы при совершенствовании нормативных документов по проблемам обеспечения надежности МГТС (особенно на стадии длительной эксплуатации)».

Выбор официальных оппонентов обусловлен их известностью в рассматриваемой области и наличием публикаций по направлению диссертации, а ведущей организации - авторитетностью в научной области диссертационной работы и характером выполняемых разработок.

По теме исследования соискателем опубликовано более 75 статей, из которых 15 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации; 16 – в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science; 3 – в изданиях, индексируемых в базе «ядро РИНЦ»; получено 4 патента. Авторский вклад по статьям из перечня ВАК составляет около 90%, по другим публикациям – около 70%.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации (по перечню ВАК РФ), представленные на момент принятия диссертации к защите:

1. Цуприк, В. Г. Концептуальное моделирование системы обеспечения проектной надежности оснований морских ледостойких сооружений / В. Г. Цуприк // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2021. – Т. 13 (6). – С. 819–831.

2. Цуприк, В. Г. Обоснование применения энергетического подхода к определению параметров циклической ледовой нагрузки на шельфовые сооружения / В. Г. Цуприк // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2021. – № 4 (49). – С. 90–105.

3. Цуприк, В. Г. О механизме генерации циклической ледовой нагрузки на шельфовые сооружения от разрушения льда (обзор) / В. Г. Цуприк // Вестник инженерной школы ДВФУ. Гидротехническое строительство. – 2017. – С. 47–63. DOI.org/10.5281/zenodo.896998. (www.dvfu.ru/en/vestnikis).

4. Цуприк, В. Г. Энергетическая концепция нормирования прочности льда для расчета ледовой нагрузки на вертикальные структуры / В. Г. Цуприк // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – 2016. – Т. 279. – С. 85–105.

5. Цуприк, В. Г. Об учете механики разрушения льда при его испытаниях на контактную прочность / В. Г. Цуприк // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – 2015. – Т. 277. – С. 80–92.

6. Цуприк, В. Г. Методологический подход к анализу содержания проблемы определения надёжности морских ледостойких оснований. / В. Г. Цуприк // Архитектура и строительство Дальнего востока: Горный ин-

формационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – М. : Горная книга, 2014. – № 12. – С.168–180.

7. Цуприк, В. Г. Системный подход как методология расчета надёжности морских ледостойких оснований / В.Г. Цуприк // Проблемы освоения георесурсов Дальнего востока. Выпуск 6 : Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – М. : Горная книга, 2014. – № 12. – С. 98–113.

8. Цуприк, В. Г. Законы разрушения кромки ледового покрова при его взаимодействии с поверхностью опоры / В. Г. Цуприк // Проблемы освоения георесурсов Дальнего востока. Выпуск 6 : Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – М. : Горная книга, 2014. – № 12. – С. 114–133.

9. Цуприк, В. Г. О циклическом характере процесса разрушения морского льда при его ударном испытании жесткой сферой / В. Г. Цуприк // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Специальный выпуск «Проблемы освоения георесурсов Дальнего востока». – М. : Горная книга, 2013. – № 4. – С. 26–40.

10. Цуприк, В. Г. Методологические аспекты обоснования рисков при определении надежности сложных технических систем типа морских ледостойких оснований / В. Г. Цуприк // Вестник Дальневосточного государственного технического университета. – 2011. – №1 (6). – С. 106–126.

11. Tsuprik, V. G. Substantiations use of the specific energy ice destruction for calculation the cyclic ice load parameters to sea structures / V. G. Tsuprik // IOP Conf Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - V. 459, No 3.

12. Tsuprik, V. G. Mathematical Modelling of Ice-Structure Interaction // V. G. Tsuprik, V. G. Zanegin, L. V. Kim // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2019. – Vol 272, № 2.

13. Tsuprik, V. G. Model of the cyclic fracture of sea ice // V. G. Tsuprik, V. G. Zanegin, L. V. Kim // Proc. Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium, PACOMS 2018. - 2018. - P. 568-572.

14. Патент № 170057 Российской Федерации, МПК G01N 3/08(2006/01), Образец для определения удельной энергии разрушения материала при испытаниях на осевое сжатие : 2016144090 : заяв. 10.11.2016 : опубл. 2017.04.01 / Цуприк В.Г., заявитель ДВФУ. - 4 с.

15. Патент № 2640452 Российской Федерации, МПК G01N 3/08(2006/01), Способ определения удельной энергии механического разрушения льда : 2016144090 : заяв. 10.11.2016 : опубл. 2017.04.01 / Цуприк В.Г., заявитель ДВФУ. - 5 с.

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

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации.

Более 35 раз результаты исследований автора докладывались и обсуждались на международных, всесоюзных и всероссийских конференциях и симпозиумах.

Все это свидетельствует о том, что материалы диссертации полностью отражены в опубликованных работах и апробированы в научных докладах.

Соответствие диссертационной работы специальности и критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней». Результаты рассмотрения диссертационного исследования, актуальность работы, практической значимости, научной новизны и обеспечения достоверности полученных результатов соискателя Цуприка В.Г. показали, что они соответствуют специальности 05.23.07 - «Гидротехническое строительство»: п.п. 2, 8,11 паспорта специальности.

На автореферат поступило 14 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Апполонов Евгений Михайлович, доктор технических наук, профессор, генеральный директор Центрального конструкторского бюро «Лазу-

рит»/ **Замечание:** Единственным недостатком автореферата можно считать то, что автор не привел на его страницах разработанные им рекомендации, что еще значимее показало бы практическую значимость выполненного им исследования.

2. Бердников Владимир Степанович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН». **Замечание:**

Автором убедительно обосновано поведение комплекса поле льда (ПЛ)- морское ледовое сооружение (МЛС) как автоколебательной системы, но в автореферате не приведены оценки амплитуд колебаний вертикальных опор МЛС и собственные частоты МЛС. Соответственно нет явного указания параметров изучаемых процессов, при которых могут возникать опасные резонансы в системе ПЛ-МЛС. Это важный аспект проведенных исследований и он заслуживает наличия в Выводах.

3. Безродный Юрий Георгиевич, доктор технических наук, ст.н.с., Заслуженный эколог РФ, Эксперт ООО «Региональный Центр судебной Экспертизы». Три замечания:

1. Следовало бы разработанные автором «Рекомендации, по применению нового критерия динамического механического разрушения льда в расчетах параметров цикличности процесса взаимодействия ЛП с МЛО» разместить в автореферате, поскольку именно они представляют собой конечный результат исследования.

2. В автореферате приведена в качестве примера только одна диаграмма разрушения образца, испытываемого на динамическое сжатие. Можно предположить, что в этом процессе имеет место быть некоторая разновидность таких кривых, поэтому было бы уместным показать статистические оценки полученных результатов испытаний.

3. Целесообразно было бы отметить, что выполненные исследования обеспечивают повышение промышленной и экологической безопасности на стадии проектирования и эксплуатации МЛС.

4. Бик Юрий Игоревич, доктор технических наук, профессор, Заведующий кафедрой Строительного производства и конструкций Сибирского государственного университета водного транспорта. Два замечания:

1. Как автор предполагает использование разработанной им методологии для определения циклической ледовой нагрузки на многоопорные шельфовые сооружения, например, опоры платформы на Сахалине, в случае воздействия одного ледового поля на 2 колонны-опоры?

2. При верификации разработанной методологии автором показано, что как характер разрушения образца льда при его динамическом разрушении, так и характер разрушения массива ледового поля при его прорезании опорой аналогичны, равно как аналогичны спектральные плотности мощности энергии разрушения льда в обоих случаях, поскольку несущие частоты максимальных значений мощностей разрушения льда совпадают. Но автор не указал метод получения таких частот: это стандартный метод или он разработан автором?

5. Буренин Анатолий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Член – корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института Машиноведения и Металлургии ДВО РАН; **Козин Виктор Михайлович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией «Механика деформирования» Института Машиноведения и Металлургии ДВО РАН. 2 замечания:

1. Автор указывает, что в целях определения удельной энергии механического разрушения морского льда, им разработаны и защищены патентом формы и соотношения размеров образцов льда для его испытания сжатием. На фото на рисунке 6.2 показаны фиксированные значения диаметра и высоты цилиндрического образца. Но нет пояснения – **что конкретно послужило основанием для принятия именно таких размеров.**

2. На рисунке 6.4 автор показал зависимость значений энергетического критерия разрушения льда от температуры, которые, по замечанию автора на порядок отличаются от значений, определяемых методом динамического внедрения в массив льда инденторов со сферической поверхностью. **Здесь необходимо пояснение, которого автор не дает.**

6. Бухарицин Петр Иванович, доктор географических наук, профессор инженерной экологии и природообустройства, руководитель Астраханской группы Института водных проблем РАН. Два замечания:

1. Безусловно, очень важной государственной задачей является освоение месторождений на континентальном арктическом шельфе страны, где очень суровые условия эксплуатации отдельно стоящих гидротехнических сооружений. Вместе с тем, подобные проблемы обеспечения проектной надежности имеют место быть и в покрываемых сезонным льдом зонах Азовского и Каспийского морей, где ведется активное освоение месторождений нефти и газа и имеются прецеденты разрушений льдом оснований платформ и др. сооружений. Здесь есть свои особенности ледового режима, которые нужно будет учесть при разработке нормативного документа по расчету параметров циклического разрушения льда для динамического расчета гидротехнических сооружений такого предназначения.

2. Выводы, полученные автором, понятны и убедительны. Вместе с тем, ключевое положение разработанной методологии (вывод 7), справедливо постулирующее, что «при динамическом разрушении локального объема льда, где достигается нарушение равенства скорости притока энергии и мощности ее рассеивания...», целесообразно было бы проиллюстрировать на примере, с конкретными параметрами сооружения, ледового поля и характеристиками льда.

7. Гарибин Павел Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры Гидротехнических сооружений, конструкций и гидравлики; **Ольховик Евгений Олегович**, доктор технических наук, начальник управления научно-инновационной деятельности Государственного университета мор-

ского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова (ФБГУ ВО ГУМРФ). Два замечания:

1. При верификации разработанной методологии автором показано, что как характер разрушения образца льда при его динамическом разрушении, так и характер разрушения массива ледового поля при его прорезании опорой аналогичны, равно как аналогичны спектральные плотности мощности энергии разрушения льда в обоих случаях, поскольку несущие частоты максимальных значений мощностей разрушения льда совпадают. Но автор не указал метод получения таких частот: это стандартный метод или он разработан автором?

2. Автор провел большой объем экспериментальных исследований и отмечает, что в работе использованы методы теории планирования экспериментов, однако не приведена матрица планирования экспериментов, не сказано какой вид уравнения регрессии использовался, какой метод нахождения статистической значимости коэффициентов регрессии был применен.

8. Грамузов Евгений Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева» (ФГБОУ ВО НГТУ). Два замечания:

1. Из автореферата не ясно, был ли помимо нормативных документов в сфере гидротехнического строительства, сделан анализ нормативных документов в т.ч. ведущих морских классификационных обществ в области судоходства, например, Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС), Американского Бюро Судоходства (ABS) и других в части определения параметров ледовой нагрузки на шельфовые гидротехнические сооружения?

2. Из автореферата не понятно, можно ли в разработанной автором модели учитывать форму нагружаемой льдом поверхности. Наверное, автору нужно было оговорить влияние этого фактора на работу модели и, возможно ввести необходимые коррективы на форму опоры.

9. Жусупбеков Аскар Жагпарович, доктор технических наук, профессор, директор Геотехнического института Евразийского Национального Университета им. Л.Н. Гумилева, Президент Казахстанской геотехнической ассоциации, Академик Национальной Инженерной Академии РК. Одно замечание:

1. К работе имеется замечание: из автореферата не ясно, как программный комплекс использовался автором на практике.

10. Королев Константин Валерьевич, доктор технических наук, доцент, профессор, заведующий кафедрой «Геотехника, тоннели и метрополитены» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»; **Постников Павел Михайлович**, кандидат технических наук по специальности 05.23.07, доцент кафедры «Гидравлика, водоснабжение и химия» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения». Три замечания:

1. В первой главе автор, проводил анализ имеющихся методов расчета ледовой нагрузки на различные гидротехнические сооружения советскими, российскими и зарубежными исследователями, и на наш взгляд, в автореферате не упомянул об одном из основателей советской и мировой ледотехники, д.т.н., профессоре, заслуженном деятеле науки и техники РСФСР К.Н. Коржавине.

2. В автореферате, на рисунке 6.4 приводится кривая зависимости удельной энергии разрушения морского льда от его температуры. Интересно узнать, рассматривал ли автор такую зависимость для речного льда?

3. Автором разработан и предложен уникальный метод определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на арктическом шельфе страны. Но автор никак не обозначил возможность применения разработанного им метода для определения параметров цикличности ледовой нагрузки на опоры мостов на крупных реках России, в низовьях которых в периоды ледоходов также есть место динамическим про-

цессам взаимодействия ледовых полей с опорами мостов и существует угроза снижения надежности их эксплуатации.

11. Огородов С.А., доктор географических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией геоэкологии Севера Географического факультета МГУ. Замечаний нет.

12. Петров И.Б., доктор физико-математических наук, профессор, Член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой информатики Московского Физико – технического института (ФГАОУ ВО МФТИ). Два замечания:

1. Разработанная диссертантом на основе энергетического критерия модель послойного циклического контактного разрушения льда, по его утверждению, является универсальной, что не вызывает сомнения в части, относящейся к явлению разрушения льда. Но для контактной задачи это только часть ее постановки, была ли проведена оценка численных экспериментальных необходимо оговаривать граничные условия, такие как, например, форма контакта, соотношения геометрических размеров контактирующих элементов между собой и с размером образца и пр. Автор опустил эти, возможно важные детали.

2. Из автореферата не ясно, была ли проведена оценка численных экспериментальных данных энергетического критерия разрушения по показателям адекватности и воспроизводимости.

13. Тряскин Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструкции и техническая эксплуатация судов» Санкт-Петербургского Государственного Морского Технического университета (ФГБ ОУ ВО СПбГМТУ). Два замечания:

1. При описании методики обработки результатов эмпирического определения удельной энергии механического разрушения льда с использованием метода планирования эксперимента в автореферате не затрагиваются следующие важные моменты: не указаны диапазоны варьирования факторов; не понятно, как в эксперименте обеспечивается сочетание значений варьируемых факторов (температуры льда, скорости удара сфер о лед, массы сферы),

определяемых матрицей планирования; не указано, как определяются дисперсии воспроизводимости эксперимента и адекватности предсказания результатов эксперимента принятой регрессионной моделью; не рассматривается, какие регрессионные модели приняты в качестве базовых, и какой метод используется для оценки адекватности полученных регрессионных моделей.

2. Кроме того, утверждается, что значения удельной энергии механического разрушения льда зависит в основном от температуры (последний абзац на с. 20). При этом на следующей странице указывается, что существенный разброс результатов опытов, проводившихся при одной температуре льда, можно объяснить использование сфер разной массы и при различной высоте их сброса (т.е. при разной скорости взаимодействия со льдом).

14. Качанов Игорь Владимирович, Зав. кафедрой «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» факультета энергетического строительства Белорусского национального технического университета, д.т.н., проф., Повколас Константин Эдуардович Доцент кафедры. Замечаний нет.

Цель диссертационной работы состоит в создании расчетно-экспериментальной методологии анализа циклической ледовой нагрузки от дрейфующих ледовых полей на морское ледостойкое гидротехническое сооружение, основанной на фундаментальных физических законах и учитывающей процессы разрушения льда.

Диссертационный совет отмечает, что основные результаты и выводы диссертационной работы, составляющие ее новизну, заключаются в создании методологии, содержащей следующие элементы:

1. Разработана новая методика анализа взаимодействия движущегося ледового поля с морским ледостойким гидротехническим сооружением, основанная на использовании предложенного интегрального энергетического критерия разрушения льда;

2. Предложен параметр эффективной плотности удельной упругой энергии, связанный с особенностями реологических свойств морского льда, инициирующий начало цикла разрушения льда и регулирующий длительность этого цикла, с помощью которого описываются параметры циклической ледовой нагрузки;

3. Разработана феноменологическая энергетическая модель описания сложного комплексного явления послойного разрушения льда, включающего ряд одновременно протекающих стохастически развивающихся в слое обладающего сложной реологией льда процессов различных типов деформирования в одном акте разрушения напряженного слоя льда;

4. Предложен способ динамических испытаний больших образцов различной формы для определения удельной энергии механического разрушения льда, показана инвариантность этой характеристики к условиям испытаний, высокая повторяемость результатов, получена зависимость этой величины от температуры;

5. Разработана методика экспериментального определения расчетных параметров цикличности разрушения морского льда для динамического расчета морских ледостойких гидротехнических сооружений с использованием эффективной плотности удельной упругой энергии как критерия его разрушения.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке математической модели, описывающей совокупность одновременно протекающих разных по природе и стохастически развивающихся процессов разрушения льда в одном комплексном акте разрушения его напряженного объема на контакте с кромкой ледового поля с морским гидротехническим сооружением вертикального профиля с помощью единого интегрального энергетического критерия разрушения морского льда.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики

состоит в разработке методологии выполнения расчетов динамических параметров цикличности ледовой нагрузки, обеспечивающей повышение надежности результатов расчетов ледовой нагрузки на морские ледостойкие гидротехнические сооружения, дополняющей нормативную квазистатическую методологию, в том числе:

1. Разработке имитационных численных моделей с применением в качестве критерия разрушения льда плотности эффективной удельной энергии его механического разрушения для использования в программно-расчетных комплексах для обоснования форм и размеров ледостойких сооружений, расчетов их надежности;

2. В том числе применение для расчетов параметров цикличности динамической ледовой нагрузки на морские ледостойкие гидротехнические сооружения методик экспериментального определения эффективных значений удельной энергии механического разрушения морского льда, как энергетического критерия динамической прочности с использованием больших образцов или блоков льда;

3. Разработке и верификации моделей контактных взаимодействий ледовых полей с морскими ледостойкими гидротехническими сооружениями для реальных проектов их возведения в условиях конкретного региона с учетом реальных значений энергетического параметра его прочности, получаемого в результате опытов с образцами или полупространством льда.

Степень достоверности и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается использованием фундаментальных законов физики, общепринятых методов механики деформируемого твердого тела и механики разрушения; корректным использованием принципов системного подхода; применением известных способов планирования многофакторного эксперимента и обработки его результатов методами математической статистики; сравнением результатов собственных численных и экспериментальных исследований с данными других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в

1. Постановке основных целей и задач исследования, разработке общей методологии диссертационного исследования на основе системного анализа и энергетического подхода к описанию динамического процесса взаимодействия ледовых полей с морскими ледостойкими гидротехническими сооружениями;

2. Разработке моделей разрушения льда, с выявлением и исследованием свойств интегрального энергетического критерия разрушения морского льда;

3. Разработке методик экспериментального определения параметров циклической ледовой нагрузки на морские ледостойкие сооружения путем обработки цифровых рядов записей процессов разрушения льда в лабораторных и полевых экспериментах;

4. Планировании и проведении всех видов экспериментов, в обработке экспериментальных данных, анализе и интерпретации результатов экспериментальных исследований;

5. Выполнении верификации моделей разрушения льда численными и физическими экспериментами;

6. Патентовании различных аспектов, связанных с определением удельной энергии механического разрушения льда.

Соискатель Цуприк В.Г. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертация Цуприка Владимира Григорьевича «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной по актуальной проблеме повышения проектной надежности морских ледостойких гидротехнических сооружений, предназначенных для эксплуатации в ледовых условиях арктических и субарктических морей. Полученные автором диссертации результаты име-

ют как теоретическое, так и практическое значение.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Достоверность результатов и выводов обоснована. Диссертация написана грамотно, логически структурирована. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ. Автореферат объективно отражает основные положения диссертационной работы, материалы диссертации практически полностью содержатся в публикациях автора.

Диссертация Цуприка Владимира Григорьевича соответствует критерию внутреннего единства, является научно-квалификационной работой, в которой изложено научное обоснование новых методов расчета циклической ледовой нагрузки от дрейфующих ледовых полей на морское ледостойкое гидротехническое сооружение основанных на фундаментальных физических законах и учитывающих процессы разрушения льда, развивающих и дополняющих существующую нормативную квазистатическую методологию расчета ледовых нагрузок на сооружения вертикального профиля.

Диссертационный совет пришел к выводу, что в диссертации Цуприка Владимира Григорьевича «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» разработаны и подтверждены результатами экспериментов новые теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области описания взаимодействия и разрушения морского льда с морскими гидротехническими сооружениями.

Диссертация соответствует критериям, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Цуприк Владимир Григорьевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.07 – «Гидротехническое строительство».

На заседании 28 июня 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Цуприку Владимиру Григорьевичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек (из них 9 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек входящих в состав совета, проголосовали: за - 18 , против - нет , недействительных бюллетеней нет .

Председатель
диссертационного совета
Д-р, техн. наук

Беллендир Евгений Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. техн. наук

Иванова Татьяна Викторовна

29 июня 2022 года

