

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

старшего научного сотрудника, кандидата физико-математических наук Чубаренко Бориса Валентиновича диссертационную работу Долгушева Тимофея Владимировича на тему «Влияние климатических изменений уровня режима акватории на условия эксплуатации портовых гидротехнических сооружений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Актуальность темы исследования. Представленная на отзыв диссертация посвящена актуальной тематике, так как срок жизни гидротехнических сооружений более длительный, чем 30-летний климатический масштаб, а изменения условий в окружающей среде в связи с изменением климата очень существенны. Эти изменения особенно ярко проявляются для Арктического бассейна, где освоение континентального шельфа неизбежно требует развития транспортной инфраструктуры. Планируемое увеличение грузооборота по Северному морскому пути создаёт потребность в активном строительстве и реконструкции портовых гидротехнических сооружений, подвергающихся волновым и ледовым воздействиям.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Общий объём работы – 317 страниц, основной текст работы изложен на 297 страницах и в 4 приложениях, содержит 18 таблиц, 163 рисунка, список литературы из 339 наименований, в том числе 100 иностранных. Структура работы - сбалансированная, объёмы глав составляет 30-65-58-84 страниц. Имеется приложение с авторскими программами, каждая из которых сопровождается свидетельством о её регистрации.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования. Автор отмечает наличие инструментально зафиксированных климатических изменений в глобальной климатической системе Земли. Наиболее существенные климатические изменения (превышающие среднепланетарный уровень), происходя в Арктическом регионе, и это приведёт к изменению условий эксплуатации, находящихся там портовых гидротехнических сооружений. Учёт изменений режима уровня моря акватории, вызванных климатическими изменениями, влияющий на эксплуатационные условия портовых гидротехнических сооружений и стал целью диссертационного исследования.

В первой главе выполнен обзор портовых гидротехнических сооружений, их видов и особенностей. Дана информация о развитии Северного морского пути до настоящего

времени и о плановых значениях грузооборота в ближайшем будущем. Представленный аналитический обзор нормативно-технической документации обосновывает необходимость учёта климатических изменений в режиме уровня моря для обеспечения надёжности и безопасности при эксплуатации гидротехнических сооружений.

Соискатель сосредотачивает усилия на определённом классе ПГТС и ставит целью проведение оценки влияния климатических изменений уровня режима акватории на ПГТС вертикального профиля, которые включают оградительные сооружения с причальным фронтом на тыловой стороне, воспринимающие значительные волновые нагрузки от ветрового волнения со стороны открытого моря, и причальные сооружения, воспринимающие незначительное волновое воздействие от волн, формирующихся в условиях защищённой акватории или проникающих через входные ворота порта.

Во второй главе приводится обзор информации по изменению климата Земли с указанием потенциально значимых для эксплуатации гидротехнических сооружений последствий. Дается обоснование ориентации диссертационного исследования на оценку влияния прогнозного повышения уровня моря. Выполненный детальный обзор серии отчетов МГЭИКоБ изменении климата (с 1995 по н.в.) показал, что прогнозные сценарии изменения климата претерпевают изменения в сторону повышения концентрации парниковых газов (как следствием тенденции к наращиванию объемов использования ископаемого сырья), а оценки роста уровня моря, представленные в отчетах МГЭИК, как правило пересматриваются в следующем отчете в большую сторону. Сделан вывод о необходимости рассмотрения «умеренного» и «агрессивного» сценариев (SSP3-7.0 и SSP5-8.5), как наиболее соответствующих наблюдаемому росту концентраций парниковых газов за последние десятилетия и отвечающих требованиям обеспечения надёжности и безопасности портовых гидротехнических сооружений. Подчеркнуто, что наблюдаемые изменения глобального уровня моря происходят на протяжении всего XX века, а в последнее время рост уровня уже имеет не линейный характер, а близкий к квадратичной зависимости. Рассмотрены прогнозные повышения уровня моря для акваторий 20 портов, располагающихся в Арктическом и Дальневосточном регионах РФ за период с 2030 по 2130 гг., что соответствует длительности жизненного цикла сооружений 1 и 2 классов ответственности. Отмечается, что наибольший рост уровня моря к 2130 году прогнозируется для акваторий портов Певек (128.4 см), Тикси (128.8 см) и Индига (124.7 см).

В третьей главе приводится обзор теоретических основ и классификаций волн на воде и делается уточнение, что в диссертационном исследовании будут рассматриваться регулярные ветровые волны. Показано, что отсутствие учёта долгосрочного изменения климата, выражающееся, в частности, в изменении режима уровня моря в сторону

повышения уровня моря в акватории может привести к эксплуатации портовых гидротехнических сооружений при волнении заданной обеспеченности с большей расчётной высотой, чем полученная с использованием стандартных методик в период проектирования.

Повышение расчётной высоты волны приводит к значимому изменению величины опрокидывающего момента при действии волновой нагрузки, что понижает устойчивость и приводит к росту контактных напряжений в основании сооружений, что в целом можно охарактеризовать, как эксплуатацию в условиях запроектных нагрузок. Выполнены расчёта трансформации волн в мелководной зоне акватории на базе нормативной методики СП38.13330 и получен вывод о изменении положения границ волновых зон при повышении характеристик уровня моря в акватории. Показано, что изменение границ волновых зон приведёт к изменению типа воспринимаемых волновых нагрузок для каждого конкретного участка сооружения и требует учёта при их проектировании.

В четвертой главе произведены расчёты кривой обеспеченности среднего уровня моря для района порта Индига по действующей нормативной методике и с учётом прогнозируемых изменений уровня моря в связи с изменением климата при различных сценариях (SSP1-1.9, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5). Сделан вывод, что для построения кривых обеспеченности уровня моря необходимо опираться на такие методики, которые не используют допущение о стационарности ряда наблюдений, поскольку допущение стационарности приводит к получению недостоверных значений расчётного уровня моря.

Выполнен аналитический обзор нормативных методик определения отметок оградительных и причальных сооружений из условия их незатопляемости. Делается вывод о необходимости увеличения получаемых значений на величину прогнозного повышения отсчётного уровня моря для акватории порта. Произведена оценка влияния климатических изменений отсчётного уровня акватории на величину удельного расхода заплесков и переливов для морских портовых гидротехнических сооружений. Выполнено 56 реализаций для определения волновых нагрузок и 81 реализация для определения удельных расходов заплесков и переливов. Полученные данные физического эксперимента в совокупности с результатами расчётов позволили доказать негативное влияние климатических изменений отсчётного уровня акватории на условия эксплуатации ПГТС, выражающееся в увеличении удельного расхода переливов и заплесков при воздействии стоячих и разбивающихся волн. Установлены граничные значения отношения возвышения сооружения к высоте волны, которые соответствуют отсутствию заплесков и переливов и хорошо согласуются с предлагаемыми усовершенствованными методиками определения отметок портовых гидротехнических сооружений.

Автором выполнены расчёты показателей опасности и уязвимости при изменении показателя опасности превышения природных нагрузок и воздействий (учтённых) и построены кривые обеспеченности коэффициента риска, напрямую связанного с вероятностью возникновения аварии на ГТС. Установлено значительное увеличение коэффициента риска для проектируемых портовых гидротехнических сооружений, если не учитывать возможные изменения отсчётного уровня, прогнозируемые в связи с изменением локального климата в районе рассматриваемой акватории.

В заключении изложены основные результаты работы в соответствии с поставленными задачами диссертационного исследования.

Новизна научных положений выводов и рекомендаций

Новой является сама постановка проблемы - «...отсутствие учёта при проектировании климатических изменений уровня режима акватории порта приведёт к необеспечению надежности и/или безопасности, а значит будет являться нарушением».

В работе показано влияние изменений отсчётного уровня на положение границ волновых зон (глубоководная-мелководная-прибойная) и увеличение высоты расчётного волнения в мелководной зоне акватории;

Уточнены и апробированы методики определения отметок верха ПГТС с учётом роста уровня в регионе строительства в связи с изменением климата;

Разработана и апробирована методика проведения физического моделирования морских ПГТС с целью определения удельных расходов заплесков и переливов от воздействия расчётного волнения;

Выполненные расчёты и физические экспериментальные исследования, показали, что игнорирование влияния климатических изменений режима уровня моря в акватории ПГТС может привести к восприятию сооружением нагрузок, не учтённых в проекте, в результате чего снизится устойчивость сооружения на опрокидывание и сдвиг, а также вырастут нормальные контактные напряжения;

Доказано увеличение вероятности возникновения аварии на морских ПГТС с течением времени, если при проектировании не учитывается рост уровня в акватории строительства связанный с изменением климата.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Анализ связи климатических изменений режима уровня моря и задач гидротехнического строительства опирается на обширный и тщательно подобранный литературный материал (по вопросам изменения климата и связанных с ним характеристик именно для побережья Арктических морей) и нормативно-техническую документацию в

области гидротехнического строительства. Теоретический анализ изменения параметров волнения в связи с возможными изменениями режима уровня моря в акватории основывается на применении известных и апробированных эмпирических зависимостей. Экспериментальные исследования в гидроволновом лотке выполнялись на основе положений теории подобия, а также с использованием апробированных и общепринятых методик проведения модельных гидравлических исследований.

На основании выполненных диссертантом исследований была доказана необходимость изменения подхода к определению расчётных уровней порта, определению отметок и волновых нагрузок для портовых гидротехнических сооружений, а именно необходимость учёта прогнозируемых изменений режима уровня моря в исследуемой акватории в связи с изменением климата. Полученные результаты всесторонне проанализированы, являются актуальными. Достоверность также иллюстрируется опубликованием результатов, т.е. успешным преодолением порога достоверности, устанавливаемого рецензентами профильных журналов.

Основные результаты диссертации были достаточно полно представлены на конференциях и отражены в 14 опубликованных работах диссертанта, в том числе 2 публикациях из перечня ВАК, 2 публикациях в изданиях, индексируемых международной реферативной базой цитирования Scopus, а также 2 программах для ЭВМ.

Диссертантом был проделан большой объем работы по анализу литературы. Впечатляет использование многих источников. Работа в каком-то смысле может служить справочной и по вопросам сегодняшнего взгляда на глобальный климат и его динамику и на специфику региона Северного морского пути (причём, включая и экономику).

Практическая значимость работы

Доказана значимость учёта изменений режима уровня моря в связи с изменениями климата для оценки надёжности и безопасности ПГТС, игнорирование изменений режима уровня моря в связи с изменением климата повышает вероятность аварий на морских ПГТС.

Практически важным является результат анализа, что рост среднего уровня моря, который для различных районов береговой зоны РФ будет отличаться, приведёт к необходимости повышения отметок основных сооружений, что является весьма дорогостоящим и пока полностью отсутствующим в нормах проектирования фактором.

Сформулированные в работе практические рекомендации по определению верхних отметок, проектируемых оградительных и причальных сооружений, позволят повысить надёжность и безопасность этих сооружений и могут быть рекомендованы для внедрения в нормативные документы. Предложена уточнённая методика определения верхних отметок с учётом прогнозируемого подъёма уровня моря из-за изменения климата, позволяющая

добиться обеспечения требуемого уровня надёжности и безаварийности ПГТС на протяжении всего жизненного цикла. По результатам проведенных расчётов и гидравлических экспериментов количественно оценена восприимчивость ПГТС к изменению режима уровня моря в акватории.

В работе предложен интересный и вполне прагматичный, с моей точки зрения, подход - разбивка жизненного цикла сооружения на этапы с учётом климатических изменений, для каждого из которых определяется максимальный расчётный уровень, что позволит не оказаться в условиях чрезмерно завышенных отметок сооружения в первые годы эксплуатации, и при этом выполнить требования надёжности и безопасности сооружения в долгосрочной перспективе.

Замечания и вопросы

В качестве комментариев или замечаний по диссертации можно отметить следующее:

- 1) К материалу на стр. 97-98 - Автором диссертации было проведено сравнение сценариев локальных изменений уровня режима портов на трассе СМП. Необходимо было бы более подробно описать - каким методом? А для понимания выводов желательно было бы пояснить - из-за чего при одном социальноэкономическом сценарии возникает статистическое распределение для величины подъема уровня, которое, соответственно, может описываться процентилями. И почему автором выбран квантиль 50% в качестве характеристики повышения уровня по сценариям.
- 2) К материалу на стр.108-109: в одном предложении слиты уровеньный и ледовый планетарный режим. «Планетарный режим», особенно для ледовых условий, по моему мнению, смысла не имеет.
- 3) К главе 2. Это глава - обзорная, а выводы написаны, как личные. В них содержатся не только качественные оценки, но и цифры. И то, и другое, если это получено автором, должно быть в тексте обосновано, включая изложение метода - как получено. Но про метод оценки я информации не обнаружил. Если это просто воспроизведение чужих слов, то должен быть указан источник. Подход - что так-то и так-то говорится в большинстве источников - здесь не годится.

Несколько вопросов к главе 3:

- 4) уравнение (1) стр.113 - в уравнении должны быть производные по пространству и времени, необходимо дать обозначения для f_i и C_0 ;
- 5) линейные и нелинейные волны - это не две категории волн, как указано в работе, а два приближения в описании реального волнения;
- 6) стр. 132: что такое h (высота волны - какая - средняя, значительная?), почему «стоячая волна», когда с моря набегают волны с разных сторон при разных ветрах?

7) как получены кривые на рис. 86-89 и что они значат?

Несколько вопросов к главе 4:

8) в тексте работы не отражено из какого материала выполнялось дно модели. Необходимо уточнить данную характеристику и обосновать выбранный вид дна;

9) на стр.205 приводится ссылка на рис.132 и пояснение того, какие могут использоваться типы волнопродукторов, но не даётся пояснений почему для экспериментов был выбран конкретный вариант;

10) какие исходные данные использовались для построения рис.150?

Основными вопросами с моей стороны автору являются:

11) поскольку все прогнозные характеристики для роста уровня моря являются оценочными, т.е. не 100% точными, а статистическими обусловленными, то как это влияет на полученные в работе кривые и все результаты, которые выражаются в детерминистическом ключе, т.е. в явной зависимости от величины уровня моря?

12) автором выбран очень важный, но не единственный параметр, который будет меняться в связи с изменением климата. Из параметров, влияющих на волнение это могут быть скорость и направление разгона волн, ледовая обстановка для морей Арктической зоны. Причём, они гораздо хуже предсказываются в настоящий момент с помощью климатических моделей. Как соискателю видится учёт изменения этих параметров?

Имеются также и редакционные замечания:

13) В некоторых местах используется словосочетание «повышение/увеличение/рост уровня режима». Это категорически неудачное использование термина «уровенный режим». Если делается акцент на увеличении, то нужно говорить уже о конкретных характеристиках режима, например, о среднем многолетнем уровне и пр.

14) Автор много раз использует словосочетание «климатические изменения» - дословно это означает изменения с масштабом, равным масштабу изменения климата, но не изменения самого климата. Более правильным во многих случаях будет использование термина «изменения климата» или «изменения локального климата».

15) Иногда автор увлекается компиляцией из разных источников, например, рис. 34 требует некоторых пояснений, т.к. там масса океана выражается в см.

16) Имело бы смысл включение в список сокращений всех использованных сокращений латинскими буквами, применяемых в главе 2;

17) Много раз встречается написание «социально – экономического», а нужно через дефис, без пробелов.

18) Затрудняет чтение то, что в графиках и в тексте уровень моря даётся то в см, то в мм.

Заключение

Высказанные вопросы и замечания не снижают ценности представленной работы. Я считаю, что она выполнена на очень хорошем уровне. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации, качество оформления диссертации - высокое.

Диссертационная работа Долгушева Тимофея Владимировича на тему «Влияние климатических изменений уровня режима акватории на условия эксплуатации портовых гидротехнических сооружений» является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Долгушев Тимофей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией прибрежных систем, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им П.П. Ширшова Российской академии наук, Атлантическое отделение

Чубаренко Борис Валентинович

«20» марта 2024 г.

Адрес: 236022, Россия, г. Калининград, пр. Мира, 1

E-mail: chuboris@mail.ru, тел.: +7 906 239 10 32

Подпись к.ф.-м.н., с.н.с., зав. лаб. Чубаренко Б.В. заверяю.

Зам. директора по административной работе

Согласовано.


20 марта 2024 г.




М. Фартышева

Учёный секретарь АО ИО РАН

20 марта 2024 г.


М.Ф. Маркиянова