

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО

«Всероссийский научно-

исследовательский институт

гидротехники имени Б.Е.

Веденева», доктор технических наук

Штильман В.Б.

2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

АО «ВНИИГ имени Б.Е. Веденева» на 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 научной специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

1. Актуальность темы исследования

В связи с развитием морской транспортной инфраструктуры, а также востребованностью развития Северного морского пути вопросы, связанные с надежностью и безопасностью портовых гидротехнических сооружений, представляются актуальными особенно в связи с зафиксированными климатическими изменениями, вызванными увеличивающимся антропогенным воздействием.

2. Структура и содержание работы

Представляемая диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 339 наименований, 4 приложений и содержит 317 страницы печатного текста (21 страница – приложения), 18 таблиц и 163 рисунков. К диссертации прилагается автореферат на 23 страницах.

Во введении автор раскрывает актуальность темы, степень разработанности, объект и предмет исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов.

В первой главе рассматривается применение гидротехнических сооружений в портовом строительстве и характерные особенности проектов в Арктической зоне РФ. Выполнен обзор состояния, опыта реализации и перспектив развития строительных проектов портовых гидротехнических сооружений (ПГТС) в Арктическом регионе РФ. Выполнен обзор нормативной документации, который позволил сделать вывод о необходимости учёта климатических изменений при проектировании ПГТС с целью выполнения требований по обеспечению надежности и безопасности сооружений на всех стадиях жизненного цикла. На основании проведённого аналитического обзора морского портового строительства в РФ автором принято решение проводить оценку влияния климатических изменений уровня режима акватории на ПГТС вертикального профиля, которые включают оградительные сооружения с причальным фронтом на тыловой стороне.

Во второй главе рассматриваются причины изменений климата, включающие в себя естественную и антропогенную составляющие, а также потенциальные последствия для ПГТС и связанные с ними адаптационные мероприятия. Установлено, что наблюдается наличие устойчивого тренда к повышению глобального среднего уровня моря (ГСУМ), который имеет нелинейный характер. Приведены результаты исследования прогнозных климатических изменений уровня режима акваторий портов в Арктическом и Дальневосточном регионах РФ, которые показали, что для портов, расположенных на побережьях окраинных морей Арктического и Дальневосточного бассейнов, региональный рост уровня моря превышает рост ГСУМ. Показано, что наибольший рост уровня акватории в течение ближайших 100 лет прогнозируется для портов Певек (128.4 см), Тикси

(128.8 см) и Индига (124.7 см). Рассмотрение национальных планов адаптации к климатическим изменениям на территории РФ позволило сделать вывод о целесообразности разработки мероприятий по снижению уровня риска для объектов транспортной инфраструктуры путём разработки методик, позволяющих проектировать ПГТС таким образом, чтобы изменения уровня режима акватории не отражались негативно на их надёжности и безопасности.

В третьей главе показано, что отсутствие учёта долгосрочных климатических изменений уровня режима может привести к занижению параметров расчётной волны в прибрежной зоне и, как следствие, снизить надёжность и безопасность проектируемых сооружений. Выявлены устойчивые зависимости величины изменения высоты волн от исходных характеристик при повышении уровня моря. Установлено, что изменение высоты трансформируемой волны в мелководной зоне при повышении уровня режима акватории хорошо описывается степенной функцией. Проведенная количественная оценка показала, что для сооружений I и II классов ответственности увеличение высот расчетных волн у сооружения к концу расчётного срока эксплуатации в 100 лет при повышении уровня моря на 2 м составит от $\approx 0.7\%$ до $\approx 2.5\%$ в практически интересном диапазоне высот расчетных волн от 2 м и более.

В четвертой главе установлено, что для обеспечения надёжности и безопасности ПГТС требуется введение учёта нестационарности данных наблюдений в практику проектирования. Проведён анализ зарубежной методики EurOtop определения удельного расхода заплесков и переливов для морских ПГТС. Произведённый анализ существующих методик определения отметок гребня для морских ПГТС позволил предложить методику для определения отметки кордона причального сооружения, верха парапета оградительного сооружения при учёте климатических изменений уровня режима акватории. Проведённые модельные физические эксперименты по определению волнового давления на сооружение вертикального профиля позволили установить хорошую сходимость результатов расчётов и

физических экспериментов для стоячих волн и удовлетворительную сходимость результатов для разбивающихся волн. Проведение серий физических экспериментов по определению удельных расходов переливов и заплесков в совокупности с результатами расчётов позволили доказать негативное влияние климатических изменений уровня режима акватории на условия эксплуатации ПГТС, выражающееся в увеличении удельного расхода переливов и заплесков при воздействии стоячих и разбивающихся волн. Проведённый анализ нормативной документации в области оценки безопасности и риска аварии на ПГТС позволил установить значительное увеличение коэффициента риска при учете климатических изменений уровня режима.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В работе исследование условий эксплуатации ПГТС осуществляется на основе общенаучных подходов и принципов, благодаря которым обеспечивается получение достоверных результатов, согласованных между собой и с требованиями нормативно-технической документации. Степень достоверности полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием при физическом моделировании основополагающих принципов проведения эксперимента и теории подобия; хорошей сходимостью результатов расчётов и физического моделирования; применением в работе результатов моделирования климатической системы, полученных с использованием наиболее совершенных современных климатических моделей.

4. Научная новизна

Научная новизна заключается в следующих основных положениях:

1. С помощью выполненных оценок изменения уровня режима портов в Арктическом и Дальневосточном регионах РФ на ближайшие 100 лет при учете антропогенного воздействия на климат по принятым в настоящее время сценариям развития мировой экономики показано, что повышение уровней воды морских акваторий в результате климатических изменений является

значимым фактором, оказывающим существенное воздействие на эксплуатацию отечественных портовых гидротехнических сооружений.

2. Уточнена методика определения верха ПГТС с учетом устойчивых трендов климатических изменений уровня режима акватории.

3. Разработана и апробирована методика проведения физического моделирования волнового воздействия на морские ПГТС вертикального профиля при ортогональном подходе волн с целью определения удельных расходов переливов.

5. Научная и практическая ценность диссертации

На основе выполненного анализа современных исследований по климатическому моделированию и прогнозу региональных изменений климата выявлены перспективы совершенствования имеющихся методик проектирования портовых гидротехнических сооружений. Предложена уточнённая методика определения отметок верха портовых гидротехнических сооружений, позволяющая учитывать климатические изменения уровня режима акватории с учетом жизненного цикла ПГТС. Результаты проведенных расчетов и выполненных физических экспериментов показывают, что влияние климатических изменений уровня режима акваторий при существующих трендах на эксплуатацию ПГТС будет выражаться в увеличении расхода переливов и заплесков при воздействии волн. С помощью существующей нормативной методики показано, что без учета климатических изменений уровня режима акватории вероятность аварии на портовых гидротехнических сооружениях возрастает. Результаты диссертационного исследования были внедрены в практику проектирования портовых оградительных и причальных гидротехнических сооружений ОП АО ЦНИИТС «НИЦ «Морские берега» на объекте «Морская составляющая объекта “Криница”».

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Результаты исследований обладают существенной значимостью для проектирования, строительства и эксплуатации ПГТС. Представленные

уточнения методики определения верхних отметок ПГТС, позволяют учитывать климатические изменения уровня и обеспечить требуемый уровень безопасности сооружений на протяжении всего жизненного цикла ПГТС.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуются к использованию при проектировании и расчетном обосновании конструкций морских портовых гидротехнических сооружений в Арктическом и Дальневосточном регионах РФ, а также для совершенствования нормативно-технической базы по назначению верхних отметок ПГТС с учетом устойчивых трендов климатических изменений уровня и режима акватории на протяжении всего жизненного цикла ПГТС.

8. Замечания

1. На странице 11 диссертации говорится «...уровень методологии исследования обеспечивают физическое моделирование на основе теории планирования эксперимента...». К сожалению, применение методов теории планирования эксперимента в диссертации не было обнаружено.

2. На странице 13 диссертации говорится о том, что результаты диссертационной работы «были использованы при выполнении НИР «Математическое моделирование волновых и литодинамических процессов, с проведением физического моделирования волнового воздействия на гидротехнические сооружения объекта: «Угольный морской терминал «порт Эльга» в районе мыса Манорский», НИУ МГСУ, 2023.». Однако, для оградительных сооружений угольного морского терминала «порт Эльга» расчетные волны имеют косой подход и сами оградительные сооружения имеют откосный профиль с морской стороны. Поэтому не ясно, какие результаты диссертации для указанного объекта были использованы при выполнении НИР; конкретные результаты в диссертации были получены для сооружений вертикального профиля при ортогональном подходе волн.

3. На рис.34 помимо изменения уровня моря представлено изменение глобальной массы океана, для которой на графике отсутствует соответствующая ось ординат.

4. По главе 3 следует отметить, что в диссертации приведено слишком много лишнего материала, либо прямо не относящегося к предмету исследований, либо не используемого при рассмотрении конкретных вопросов по теме диссертационной работы.

5. Ссылки на СНиП 2.06.04-82*, который в настоящее время не действует, представляются неправомерными, тем более, что имеется действующий нормативный документ СП 38.13330.2018, в котором соблюдена преемственность со СНиП 2.06.04-82*.

6. При рассмотрении вопросов подобия для проведенных физических экспериментов по волновым воздействиям следовало бы привести значения числа Рейнольдса и указать какая характерная скорость и линейный масштаб были при этом выбраны (в ГОСТ Р 70023-2022, на который ссылается автор, содержится ошибка при рассмотрении числа Рейнольдса).

7. В разделе 4.1. диссертации, на рисунке 110 (страница 173) приведенные теоретические кривые обеспеченности среднего уровня моря приводятся без нанесения данных фактических наблюдений. Не выполнена оценка неоднородности исследуемого ряда, а также ее учета, при наличии, в ходе оценки уровненного режима, например с применением составных кривых. Приводимые в разделе сравнения статистических моделей с численными климатическими моделями представляются не всегда уместными.

8. В диссертации в разделе 4.5, в котором рассматривается проведенное физическое моделирование волновых воздействий на ГТС, отсутствуют результаты калибровки волновых характеристик. Такая калибровка проводится в обязательном порядке при отсутствии ГТС для всех тестов, проводимых на разные условия. Изначально, не проводя процедуру калибровки должным образом, допускать значительную погрешность в

характеристиках волн порядка 3,8% при различных глубинах, указанную на стр.223 диссертации, представляется нецелесообразным.

9. Представляется нецелесообразным при выполнении физического моделирования волновых воздействий проводить измерения с частотой опроса порядка 3 Гц (в диссертации на стр.224 указан период опроса датчиков $\approx 0,3$ с). Обычно измерения проводятся с частотой 50-100 Гц, но не менее 20-30 измерений в течение временного промежутка, соответствующего периоду волн.

10. Приведенная в разделе 4.6 оценка влияние климатических изменений уровня режима на вероятность аварии ПГТС может носить только качественный характер, так как выполняется на основании ГОСТ Р 22.2.09-2015. Выполнение количественной оценки влияния климатических изменений на вероятности отказа ПГТС, с применением современных методов теории надежности, можно отнести к пожеланию для учета в дальнейшей работе Автора.

9. Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Долгушева Тимофея Владимировича на тему «Влияние климатических изменений уровня режима акватории на условия эксплуатации портовых гидротехнических сооружений» с учетом ее пионерного характера по учету устойчивых трендов климатических изменений при проектировании и эксплуатации портовых гидротехнических сооружений является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертация соответствуют паспорту специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология, так как полученные результаты развивают методы обоснования конструкций ПГТС с учетом климатических изменений уровня режима и позволяют обеспечить требуемый уровень безопасности сооружений на протяжении всего

жизненного цикла ПГТС. Диссертационная работа полностью соответствует 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.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на расширенном заседании отделов 340 и 303 АО «ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева» «26» марта 2024 года. Протокол заседания № 1 от «26»марта 2024 г.

Начальник отдела №340 «Гидравлика, гидроледотермика и использование водохранилищ», кандидат технических наук



Владимир Анатольевич Прокофьев

Начальник отдела №303 «НТО эксплуатации Комплекса Защитных Сооружений Санкт-Петербурга от наводнений», кандидат технических наук



Александр Владимирович Шипилов

Главный научный сотрудник лаборатории №341 «Гидравлика сооружений, русел и акваторий», доктор физико-математических наук, профессор



Виталий Иванович Климович

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева»
Адрес: 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21
E-mail: vniig@vniig.ru
Тел.: +7 (812) 535-54-45