

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию А.И. Костылева "Разработка методов расчета параметров судов при нестационарном движении в ледовых условиях", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Работа содержит 129 стр. текста, включая 23 таблицы и 46 рисунков, списка литературы из 111 наименований. Приложения к работе опубликованы на 3-х страницах.

В кратном введении обоснованы актуальность работы, поставлена цель и задачи при ее выполнении, обоснована научная новизна и практическая значимость исследований.

Продолжающееся развитие судоходства на Северном морском пути, обслуживание работы нефтегазопромысловых платформ на шельфе Арктических морей ставит новые задачи в области корабельной ледотехники. Следует согласиться с автором, что одна из этих задач – разработка практических методов расчета нестационарного движения судна набегам и маневрирование при взаимодействии судна со льдом является новой и важной в рассматриваемых вопросах. Также важной практической задачей является управление ледовой обстановкой вблизи морских сооружений, позволяющие уменьшить ледовые нагрузки на них. Для решения этих задач в диссертации разработаны алгоритмы, приведены расчетные, модельные и натурные эксперименты. С этих позиций тема диссертации является своевременной и актуальной.

В первой главе выполнен обзор наиболее часто применяющихся в проектных задачах методов расчета ледового сопротивления движению судов при прямолинейном движении в сплошном льду, битых льдах и в торосистых образованиях, а также при маневрировании. Автор анализирует каждый из представленных способов, отмечая их преимущества и недостатки. Проведен анализ методов оценки ледовой нагрузки на сооружения от ровного льда и торосистых образований, и представлен анализ мирового опыта применения технологии управления ледовой обстановкой. Материалы первой главы позволили наметить цели и основные направления исследования в ходе выполнения диссертационной работы.

Во второй главе диссертации представлена разработка методов расчета параметров движения судна при нестационарном движении в ледовых

16. 03 2018.  
ВХОДЯЩИЙ № 6305-2018

условиях. В основу метода расчета параметров движения судна при нестационарном движении при работе набегамы положен метод определения максимального сопротивления в торосах, разработанный для случая движения судна при постоянной скорости. Предложено геометрическое представление торосистого образования, где в каждой его точке рассчитывается сопротивление судна в зависимости от его текущей скорости. Автор представляет расчет как совокупность методов в зависимости от ледовых условий с учетом формы корпуса судна и его движительно-рулевого комплекса.

Автор в диссертации рассматривает феноменологическую теорию взаимодействия судна со льдом, что принципиальных возражений не вызывает. Однако по мнению оппонента целесообразнее рассматривать стохастическую задачу с введением вероятностных методов оценки геометрии, размеров торосов и частоты встречи с ними, а также оценки сопротивления, но сказанное относится к категории пожеланий в дальнейшей работе.

Не вполне ясно пояснение автора (стр. 44), как учитывается изменение скорости на величину сопротивления при ускоренном и замедленном движении в зависимости от мгновенной скорости и как эта скорость определяется. Не ясно также учитывается ли динамика льда на величины присоединенных масс? Необходимо также отметить, что приведенная подстрочная или надстрочная индексация в формулах не имеет пояснений в тексте (например,  $Ve_f$ ,  $K_s$ ,  $Vn^{in}$ ,  $Vn^{ex}$ ,  $K_d$ ,  $f_{ld}$  (стр. 47, 48 и др.).

Не вполне понятно происхождение формул (2.4 – 2.6) стр. 47, а также введение понятия «фиктивной ширины корпуса» (стр. 49).

Имеющаяся информация применения ледоколов в проектах управления ледоколов ледовой обстановкой позволила автору классифицировать основные практические приемы, используемые для снижения ледовой нагрузки на морские объекты как: линейный метод, секторный метод и циркуляционный метод, которые достаточно подробно рассмотрены в главе 2. Математическая схема движения ледокола представления таким образом, что пока ледяное поле надвигается с некоторой скоростью на защищаемый объект, ледоколу необходимо выполнить один цикл управления.

Представленные зависимости построены из условия постоянной скорости. т.е. справедливы только для стационарных процессов.

Вторая глава является, видимо, концептуальной в представленной работе и представляет несомненный интерес в практическом и научном отношении.

В третьей главе приведен сравнительный анализ результатов расчетов, выполненных по разработанным автором математическим моделям с экспериментальными данными. Эксперименты приведены как самим автором, так и другими и достаточно полно представлены в работе.

Модельные испытания ледокола «Лидер» в частности позволили определить продольную и поперечную составляющую ледового сопротивления и ледового момента при выполнении циркуляции. Это позволяет верифицировать предложение автора по введению поправочного эмпирического коэффициента и осреднение коэффициентов пропорциональности по длине судна, а не только по носовой части.

Подтверждением результатов работы являются и оригинальные испытания маневра «змейка», выполненные ледоколом «Владивосток» в 2016 году. Испытания подтвердили и тот факт, что между параллельными участками траектории движения происходит растрескивание ледового покрова, что представляет научный и практический интерес.

Сравнительный анализ результатов численного моделирования циркуляций ледоколов подтвердил результаты расчетов, в частности определения установившихся радиусов циркуляций во льду.

В результате выполненных расчетов автором получены ряд новых научных и практических данных, таких как зависимость количества набегов от ширины тороуса, распределения ледового давления на корпус судна при взаимодействии со льдом, зависимость времени выполнения маневра «змейка» от мощности судна.

Результаты расчетов по разработанным методам вполне удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными, что подтверждает их достоверность.

Из представленных результатов следует отметить, что автор овладел методикой и техникой сложного эксперимента в натуре и на моделях, и получил интересные результаты, заслуживающие внимания. Однако оппоненту не ясно как получены оценки прочности льда (табл. 3.2; 3.3), насколько реальны цифры прочности льда ( $> 1000$  кПа для толщины более 1,5 м).

Не вполне понятна цифра 400 м в определении длины разбега. Видимо оптимальная длина зависит от толщины льда и мощности ЭУ. Не ясна структура, толкование и использование «функции полезности», как характеристики многомерной задачи (стр. 93 и далее).

В четвертой главе приводятся разработанные автором оценки работы ледоколов вблизи буровых платформ для снижения действующих на них ледовой нагрузки.

В результате разработанные алгоритмы позволяют количественно оценить результаты работы ледоколов вблизи морских платформ при продольных проходах перед сооружением и впервые стала возможна оценка снижения ледовой нагрузки, действующей на сооружения при действии ледоколов.

По мнению оппонента, глава представляет значительный интерес для обеспечения безопасной работы морских сооружений.

Расчеты по разработанным алгоритмам дают удовлетворительное согласование с экспериментальными данными.

В пятой главе приводится описание программного комплекса (ПК), разработанного автором с целью реализации и ускорения разработанных расчетных процедур, используемых в диссертационной работе. На данный ПК, разработанный на языке высокого уровня, автором получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

### **Заключение**

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, актуальна и имеет большое практическое значение для проектных и научно-исследовательских организаций, занимающихся проектированием, испытанием и эксплуатацией ледоколов и ледокольных судов. Цель и задачи поставленные в работе достигнуты.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку рецензируемой диссертационной работы.

Оформление диссертационной работы соответствует установленным требованиям.

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в 13 научно-технических публикациях, 6 из которых входят в издания из перечня ВАК.

Основные положения, результаты и выводы изложены в автореферате достаточно полно, автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Представленная диссертационная работа по уровню научной значимости, практической ценности результатов, объему исследований полностью соответствует требованиям ВАК РФ, которые представляются к кандидатским диссертациям в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»).

На основании вышесказанного считаю, что автор диссертации Костылев Антон Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 – Теория корабля и строительная механика.

Официальный оппонент:

Зуев Валерий Андреевич, доктор технических наук. профессор, заведующий кафедрой кораблестроения и авиационной техники ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, заслуженный деятель науки РФ»

Тел.: 4367896;

e-mail: [ship@nntu.ru](mailto:ship@nntu.ru) ;


адрес: г. Н. Новгород, ул. Минина, 24

Дата *12.03.2018*

  
Валерий Андреевич Зуев  
(подпись)



Подпись В.А. Зуева удостоверяю

  
Проректор по научной работе  
НГТУ Бабанов Н.Ю.