

Санкт-Петербургский государственный университет
факультет Прикладной математики – процессов управления

*Подсекция мореходных качеств судов в штормовых условиях плавания
Российского научно-технического общества судостроителей
им. Алексея Николаевича Крылова*

УДК 629.12.001

Храмушин Василий Николаевич

На правах рукописи

**Целевое проектирование кораблей и судов для штормовых
и ледовых условий Дальнего Востока России**

Специальность: 05.08.03 – Проектирование и конструкция судов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук



Санкт-Петербург – Южно-Сахалинск – ירושלים

2014-12-11 – 2018-04-11 ...

Работа выполнена на факультете Прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета и Сахалинском отделении Российского научно-технического общества судостроителей им. Алексея Николаевича Крылова

Научный консультант: Сергей Владимирович Антоненко

Официальные оппоненты:

Ведущее предприятие: _____.

Защита планируется в 2018 году в диссертационном совете Д 212.056.17 Дальневосточного Федерального университета по специальности 05.08.03 – Проектирование и конструкция судов (технические науки), 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 8.

С диссертацией можно ознакомиться на корабельном портале Shipdesign.ru/Khram/Doctoral-thesis_Ship.pdf, автореферат: [Doctoral-abstract_Ship.pdf](http://Shipdesign.ru/Khram/Doctoral-abstract_Ship.pdf). e-mail: Khram@mail.ru

Ученый секретарь
специализированного совета
Андрей Юрьевич Фершалов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Дальневосточные морские коммуникации и шельфовые акватории для ведения работ в открытом море по освоению морских ресурсов России характеризуются сложными, штормовыми и ледовыми условиями мореплавания. Каждое судно в экономически перспективных районах Сахалина и Курильских островов, также как и в обширных акваториях северо-западной части Тихого океана, обязано иметь повышенный уровень штормовой мореходности и ледовой проходимости, что обуславливается фактической недоступностью портов-убежищ, и объективно слабым обустройством инженерной инфраструктуры прибрежных акваторий дальневосточных морей России.

Вопросы проектирования и строительства специализированного флота для Дальнего Востока России, изначально адаптированного к морской инфраструктуре и условиям всепогодного мореплавания в северных штормовых широтах Тихого океана, представляются ключевыми и наиболее актуальными задачами освоения, жизнеобеспечения и эффективного социально-экономического развития дальневосточных регионов России в условиях активной научно-технической и промышленной интеграции в развитую экономику тихоокеанских стран.

Следование концепции *непротиворечивого целевого проектирования судов* согласуется с ключевыми выводами и техническими решениями из исследований эволюции корабельного дела и мореходных качеств исторических кораблей и судов, что важно для обоснования результатов настоящих исследований с позиций *единения кораблестроительной науки и морской практики*.

Предметом исследования представляются принципы целевого проектирования обводов и общекорабельной архитектуры судов повышенной мореходности, а объектом исследования – корабли и суда, наилучшим образом адаптированные к условиям эксплуатации в сложных, штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей России.

Цель работы – поисковые исследования в области проектного синтеза и оптимизации непротиворечивого комплекса новых инженерно-технических решений для кораблей и судов повышенной штормовой мореходности, способных эффективно обеспечивать транспортные коммуникации, ведение природоресурсных работ, всепогодное дежурство и охрану морских рубежей в обширных морских и океанских акваториях Российского Дальнего Востока.

Задачи, рассматриваемые в настоящей диссертационной работе, определяются необходимостью комплексного изучения современных инженерных и проектно-технологических возможностей судостроения, наилучшим образом отвечающих требованиям по эксплуатации исторических, действующих и новых перспективных морских судов в сложных, штормовых и ледовых дальневосточных морей России, рассматриваемых с позиций объединенного синтеза проектных кораблестроительных решений с приоритетным исполнением всех требований хорошей морской практики.

Методы исследования. Морские изыскания и постановка проектной задачи для океанского судна неограниченного плавания проводятся при активном вовлечении исторического опыта эксплуатации добротных кораблей и судов, как средоточия хорошей морской практики авторитетнейших мореплавателей, в том числе отражаемого в штурманских

наставлениях по достижению эффективной эксплуатации судов, в лоцманских рекомендациях практического судовождения и неписаных правилах проведения опасных и тяжелых морских работ в сложных, штормовых и ледовых условиях.

Современные достижения в области вычислительной гидромеханики корабля, технические средства навигации и гидрометеорологического обеспечения судоходства, информационные ресурсы экспертной поддержки судовождения в сложных, штормовых и ледовых условиях плавания, в целом создают условия для творческого взаимопроникновения хорошей морской практики в правила непротиворечивого проектирования наиболее эффективного флота для конкретных географических условий, с последующим вовлечением результатов проектно-инженерных исследований в алгоритмы и телемеханику счетно-решающих устройств для автоматического управления судном при выполнении производственных заданий в сложных и штормовых режимах маневрирования.

Существенное расширение горизонта проектно-инженерных изысканий, вовлекающее в исследования навигационные науки об условиях мореходства в конкретных географических регионах, необходимо для достижения целевого синтеза кораблестроительных решений, в свою очередь ограничивающих разнообразие вариантов узкоспециализированных кораблей и судов для строго неукоснительного исполнения конкретных предписаний морской службы; для всепогодного ведения строго определенных морских работ с должной навигационной поддержкой.

Особо сложные условия судоходства на Дальнем Востоке России не способствуют возможности приобретения типовые суда из не востребовавшихся отстоев зарубежных судоходных компаний, и потому развиваемые в настоящей работе методы целевого непротиворечивого проекти-

рования узкоспециализированных кораблей и судов объективно служат эффективности использования дальневосточного флота на всех этапах от проектирования и строительства, до последующей эксплуатации и модернизации кораблей и судов повышенной мореходности.

Ключевые направления морских проектно-инженерных исследований сосредоточивались на разработке научно-методических предложений в области целевого непротиворечивого проектирования специализированных кораблей и судов повышенной мореходности:

1. В обоснование положений целевого непротиворечивого проектирования и хорошей морской практики при создании флота для всепогодной эксплуатации в заданных географических регионах, проведено исследование инженерно-технической эволюции наилучших геометрических построений судовых обводов и общекорабельной архитектуры известных исторических кораблей и судов, участвовавших в дальних морских походах от времен античности, включая эпоху Великих географических и освоения океана до начала XX века.

Среди наилучших проектных кораблестроительных решений, актуальных для современного дальневосточного флота России, признаются корабли начала XX века, как миноносец «Форель» и крейсер «Аврора», а также типовые океанские транспортные и грузопассажирские суда из той же эпохи.

2. Систематизированы и подготовлены к практическому применению ключевые инженерно-технические решения в области непротиворечивого проектирования океанских кораблей и судов, основанные на всестороннем использовании современных навигационных возможностей в

судовождении, поддерживаемых новейшими кораблестроительными воззрениями для достижения наилучшей мореходности кораблей и судов в каботажном и дальнем автономном плавании.

В частности, разработаны и частично запатентованы варианты формы корпуса с полной гидродинамической компенсацией бортовой и килевой качки (путем оптимизации экспериментально обнаруженного обратного эффекта волновых воздействий); предложены инженерно-технические решения для стабилизации остаточных нелинейных факторов качки, проявляющихся после взаимного гашения главных возмущающих и реактивных сил.

3. По результатам серии мореходных испытаний самоходных моделей судов в условиях интенсивного регулярного и ветрового волнения, проведен анализ влияния геометрических особенностей формы корпуса на возможности маневрирования в условиях интенсивного волнения и ураганных ветров, что необходимо для обоснования и проверки корректности новых проектных решений в кораблестроении, а также для последующей отработки наставлений мореплавателям по эффективному и безопасному судовождению в сложных и штормовых условиях мореплавания.

С применением авторской троичной матрицы для проектирования и проверки новых инженерно-технических решений, отработаны типовые варианты формы корпуса и общекорабельной архитектуры для различных режимов хода судов в условиях интенсивного морского волнения, как правило, основанных на комбинациях судоводительского выбора скорости хода и курсов относительно ветра и волнения: лагом к волне; по волне; вразрез или носом на волну.

4. С использованием результатов теоретических исследований в области корабельной гидромеханики и мореходных испытаний специальных моделей судов в опытовых бассейнах Ленинградского кораблестроительного института (1985-1986 гг.) и Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (2003, 2012 гг.), в согласии с опытом хорошей морской практики, разработаны новые концептуальные проектные решения для перспективных кораблей и судов с позиций достижения эффективной эксплуатации в штормовых условиях, в том числе содержащих альтернативные возможности для безопасного штормования в аварийных ситуациях.

Созданы и частично запатентованы концептуальные проекты патрульно-гидрографического корабля; научно-исследовательского – спасательного, универсального транспортного и пассажирского судов; а также серии рыболовных траулеров различного водоизмещения для штормовых и ледовых условий судоходства и ведения морских работ в холодных северных водах дальневосточных морей России.

Научная новизна и практическая значимость работы.

В результате был разработан комплекс теоретических методов и технических решений, необходимых для непротиворечивого проектирования формы корпуса и общекорабельной архитектуры, наилучшим образом удовлетворяющих всепогодным условиям эксплуатации корабля в сложных, штормовых и ледовых условиях мореплавания и ведения морских работ:

1. Впервые на системном уровне исследованы инженерные особенности кораблестроения, оптимальные проектные решения и сопутствующие методики эффективного судовождения, предопределяемые специальными новациями в проектировании корабля, гидрометеороло-

гическими и навигационными условиями мореходства, в непротиворечивом согласии с эволюционным синтезом проектно-инженерных построений на основе экспертного анализа мореходных качеств судов различных исторических эпох.

2. Разработаны концептуальные положения целевого непротиворечивого проектирования морских судов, как сложных инженерных сооружений с заданными эксплуатационными требованиями для всепогодной эксплуатации в условиях ураганных штормов, во льдах и под обледенением в холодных водах северной части Тихого океана;

3. Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены геометрические особенности формы корпуса и общеархитектурные решения специально оптимизированных судов, связанных эволюционными закономерностями построения наиболее известных исторических кораблей и судов повышенной мореходности.

4. В подготовке проектных заключений в целом, также как и в геометрических построениях элементов формы корпуса, задействовались специальные математические модели для параметрического описания формы корпуса. Для адекватного параметрического покрытия в оценках гидродинамических особенностей математических моделей формы корпуса, проведены серии численных расчетов для широкого спектра корабельного волнообразования и волнового сопротивления, включающих варианты скоростей хода, на которых излучаемые корпусом корабельные волны сопоставимы с параметрами внешних штормовых волн, условно проходящих через корпус проектируемого корабля.

5. С использованием инженерно-исторических изысканий, с опорой на результаты гидростатических расчетов и гидродинамических экспериментов, определены оптимальные варианты построения формы корпуса по условиям минимума внешнего силового воздействия шторм-

мовых волн, и предложены технические решения для стабилизации остаточной (нелинейной) качки и обеспечения безопасности плавания судна под воздействием непериодических внешних сил, не учитываемых ввиду их второстепенности в случае традиционных подходов к проектированию корабля.

6. Сформулированы новые проектные решения о наиболее мореходной форме корпуса и общекорабельной архитектуре корабля, основанные на обобщении и синтезе технико-исторических и современных воззрений о мореходных качествах корабля, дополненных инженерными изысканиями по согласованию геометрических особенностей формы корпуса, основанных как на результатах вычислительных и опытовых экспериментов, так и на реальном судоводительском опыте и правилах хорошей морской практики по управлению рыболовным судном в условиях штормового и ледового мореплавания и ведения рыбопромысловых работ в Атлантическом и Тихом океанах.

7. В заключительном разделе приводятся обоснования и рекомендации для построения морского экспериментального полигона для практической апробирования и обоснования проектных решений по достижению наилучшей штормовой мореходности судов в условиях глубокого моря и мелководных акваторий, где ведутся рыбные промыслы и морские работы по освоению природных ресурсов. Обосновывается географическое местоположение морского полигона на Сахалине и Курильских островах, где востребовано создание методических разработок эффективного мореходства, в том числе с участием авторитетных мореплавателей, и в процессе повышения квалификации плавсостава действующего и перспективного флота Дальнего Востока России.

На защиту выносятся следующие результаты работы:

1. Систематизированный комплекс проектных решений о мореходной форме корпуса и общекорабельной архитектуре кораблей и судов различного назначения *(включающий синтез результатов гидродинамических исследований и инженерных воззрений мореплавателей, согласованных со знаниями хорошей морской практики и технико-исторической эволюции мореходных качеств наиболее известных кораблей и судов)*.

2. Результаты сравнительных опытовых мореходных испытаний гипотетических и перспективных моделей кораблей и судов *(проведенных на тихой воде и регулярном волнении в опытовых бассейнах, на интенсивном ветром волнении на глубокой воде и прибрежном мелководье)*, подтверждающие аналитические и теоретические выводы об инженерно-технических решениях для достижения заданных мореходных качеств корабля.

3. Концептуальные проекты кораблей и судов различного назначения для всесезонной и непрерывной всепогодной работы и несения морской службы в сложных, штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей России *(: – варианты рыболовных траулеров; – универсальное транспортное судно; – быстроходный патрульно-гидрографический корабль; – спасательный буксир – научно-исследовательское судно; – пассажирское судно для Сахалина и Курильских островов)*.

Достоверность результатов проектных изысканий подтверждается сравнительными испытаниями мореходности телеуправляемых моделей судов в открытом море и в опытовом бассейне с волнопродуктором и гравитационной буксировочной системой (измерение скорости при заданной тяге), а также согласованием ключевых проектных решений с положениями хорошей морской практики и воззрениями авторитетных мореплавателей об эволюции мореходных качеств кораблей и судов в исторический период от античности до начала XX века.

Апробация работы. Основные положения технико-исторического анализа штормовой мореходности впервые представлены в 1985 г. на кораблестроительной секции Всесоюзной конференции «Советского национального общества истории философии естествознания и техники» (СНОИФЕТ), в докладе: «Историческое развитие представлений о наилучшей форме корпуса». В 1987 г. результаты проведенных исследований представлены и обсуждены на секции «Мореходности судов» Всесоюзного научно-технического общества имени академика А.Н. Крылова в г. Ленинграде, с последующей публикацией в двух докладах: «Историко-технический анализ мореходности и выработка эвристических правил проектирования формы корпуса судна» и «Геометрическая интерпретация волнового сопротивления с целью проектирования формы корпуса судна» на X Дальневосточной научно-технической конференции: «Опыт проектирования и модернизации судов для Дальневосточного бассейна».

В 2001-2003 гг в СКБ средств автоматизации морских исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук, по заказу Главного управления кораблестроения ВМФ России и под руководством соискателя выполнена НИР «Мореходность», № Г/р 01.200.1 10176.

Основные результаты исследований представлены на общероссийских и международных научно-технических конференциях: X Дальневосточная научно-техническая конференция. «Опыт проектирования и модернизации судов для дальневосточного бассейна». Владивосток, ВНТО им. ак. А. Н. Крылова, 14–16 сентября 1989 г.; Всемирный салон инноваций, научных исследований и новых технологий: «Брюссель-Эврика-2002» (золотая медаль), 12–17 ноября 2002 г.; 2nd – 7th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics, 2004-2014 гг (Корея, Китай, Япония, Малайзия, Россия); 10th – 11th International Conference on Stability of Ships

and Ocean Vehicles (Санкт-Петербург-2009, Греция, Афины-2012); 14th International Ship Stability Workshop (Malaysia-2014); XLIII–XLV Крыловские чтения (Санкт-Петербург, 2009 – 2013 гг); I и II Российские научно-практические конференции судостроителей «Единение науки и практики – 2007 и 2010»; IV Съезд Российского НТО судостроителей им. акад. А. Н. Крылова, пленарный доклад 16 октября 2012 г., Центральный Военно-морской музей, Санкт-Петербург; Моринтех-2008. Седьмая международная конференция и выставка по морским интеллектуальным технологиям; Моринтех, Международная конференция и выставка по морским интеллектуальным технологиям (Санкт-Петербург, 2008, 2012); I–IV Сахалинская региональная морская научно-техническая конференция «Мореходство и морские науки» (Южно-Сахалинск, 2008-2013).

Публикации. По теме диссертации и смежным вопросам подготовлено 206 публикаций, из них 152 научных статей, 17 заявок и патентов России на изобретения, 12 авторских свидетельств на программы и базы данных для ЭВМ, и 6 научных монографий.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, сформированных на 214 страницах основного текста, 65 иллюстрации, 3 таблиц и списка литературы из 67 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Целевое проектирование кораблей и судов для штормовых и ледовых условий Дальнего Востока России

Во введении определяются основные положения концепции целевого проектирования специализированных кораблей и судов для всепогодного мореходства в штормовых и ледовых условиях дальневосточ-

ных морей, формулируемые в качестве необходимых требований к проектному синтезу и обоснованию непротиворечивых кораблестроительных решений для конкретных навигационных и географических условий эксплуатации флота и морских инженерных сооружений.

Кратко излагается **эволюция штормовой мореходности корабля от древности до наших дней** [1], с обоснованием исторических кораблестроительных воззрений о наилучшей форме корпуса и общекорабельной архитектуре наиболее известных кораблей от античности – эпохи Великих географических открытий и – современного этапа освоения океана.

История кораблестроения ярко свидетельствует об эволюционном следовании концепции целевого непротиворечивого проектирования корабля в соответствии с технологическими возможностями судостроения, строго по заданному предназначению и для конкретных навигационно-географических условий [4]. Инженерные достижения в истории кораблестроения в различной степени отображаются в архитектуре современных кораблей и судов, что служит обоснованием актуальности эволюционного исследования как для судовождения в особых условиях плавания, так и в интересах целевого проектирования специализированного флота.

Определяются три основных варианта штормового маневрирования, сопоставляемые с относительной прочностью или размерениями судна повышенной штормовой мореходности. Это плавание лагом к волне (рис. 1-а) при качке в темпе с наклонами поверхности волновых гребней; активных штормовой ход под парусами по ветру и волне (рис. 1-б), обеспечиваемый мастерством кормчего и умением палубной команды управляться с парусами под ураганными ветрами; и пассивное штормование на курсе носом на волну (рис. 1-с) без активного участия

экипажа в управлении судном, и обеспечиваемое лишь обводами корпуса, парусностью надстроек и парусного вооружения.

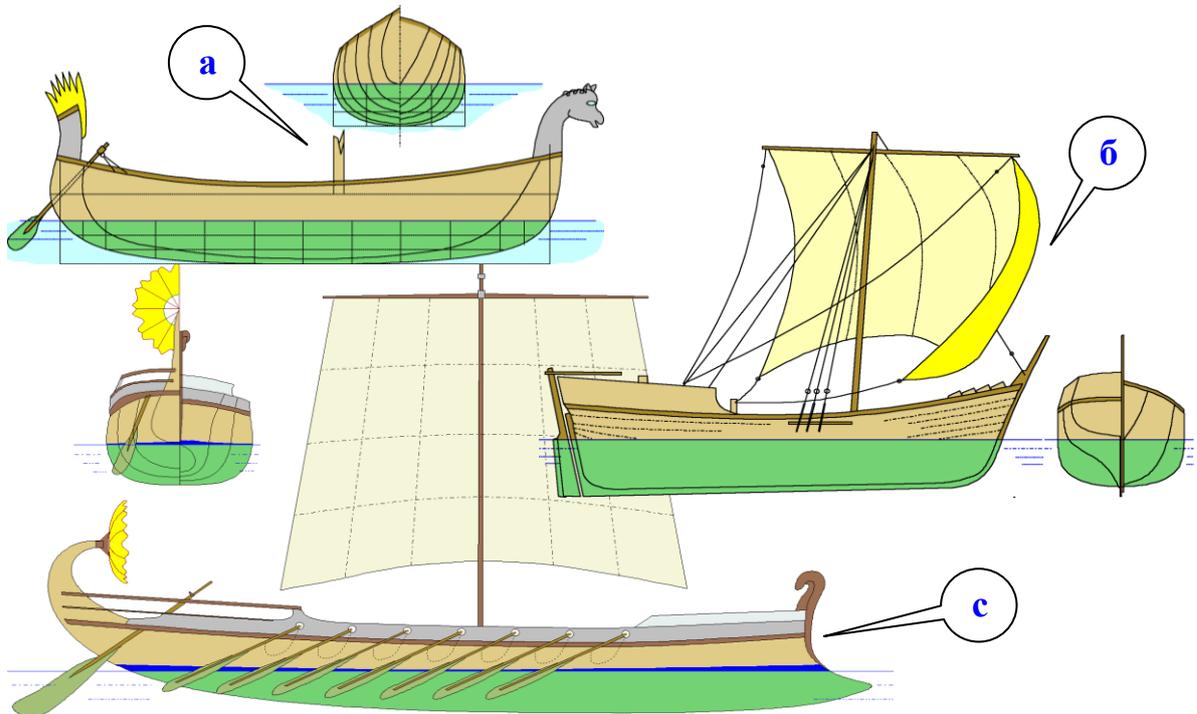


Рис. 1. Проектные решения античного кораблестроения связаны методами штормового судовождения: **а)** – с ходом лагом к волне; **б)** – активный ход по ветру и волне; **с)** – пассивное штормование носом на волну

В судоводительской практике сохраняются традиции наглядной инженерной интерпретации распределения сил гидростатического всплытия и перепадов давления (*по закону Бернулли*) в динамике течений вблизи корпуса и у забортных успокоителей качки под воздействием морского волнения, выполняемой по аналогии с тем, как это делается для винто-рулевого комплекса при выработке решений о маневрировании с помощью пространственных образов и законов гидромеханики, общепринятых в международных в языке общения ходовых вахт, лоцманов, морских спасателей и капитанов-наставников береговых служб. Схема гидродинамического воздействия, построенная на упоминаемых правилах (рис. 2), подтверждает экспериментальный эффект практиче-

ски полной компенсации бортовой качки под воздействием предельно высоких гребней штормовых волн, которые выходят с противоположного борта корабля практически без искажения формы и интенсивности обрушающихся гребней.

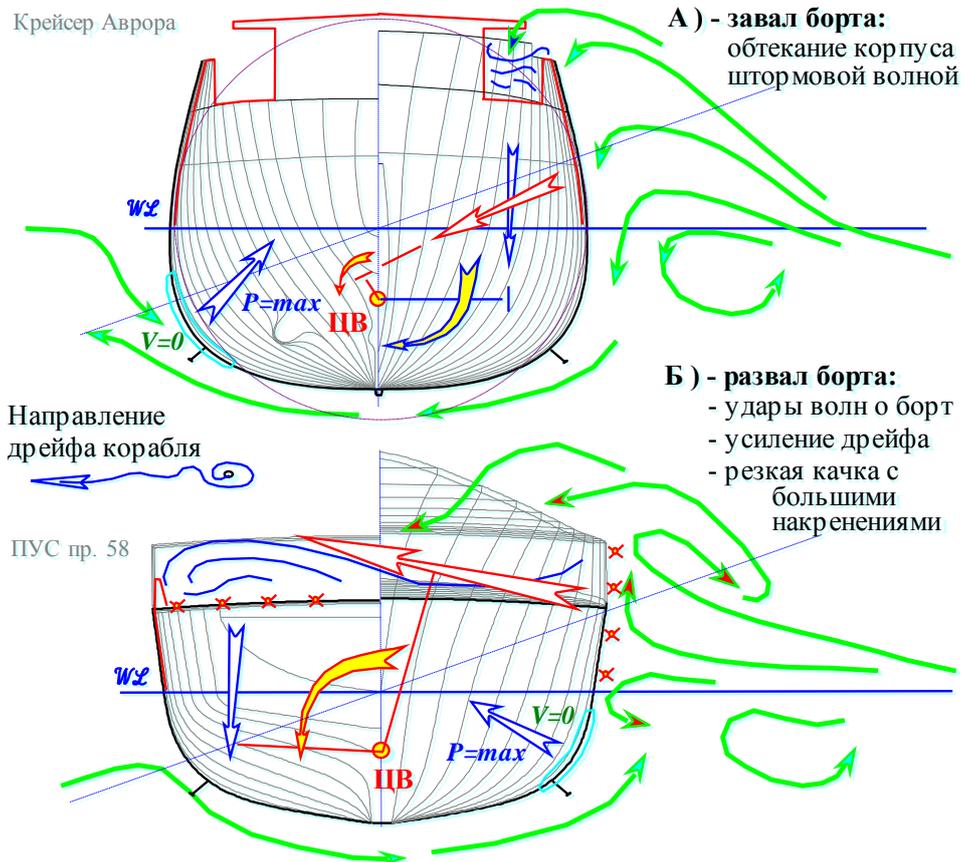


Рис. 2. Гидродинамическое воздействие морского волнения на корпус крейсера «Аврора» практически полностью компенсируется, в то же время для ракетного крейсера «Варяг» (пр. 58) все гидростатические и гидродинамические силы, включая реакцию на бортовых килях, направлены на усиление опасных кренящих моментов и бокового дрейфа

Показанный эффект «прозрачности» корпуса исторического корабля для штормовых волн требовал использования забортных выстрелов для высадки пассажиров и членов экипажа в шлюпки на рейде или в открытом море; в современной морской практике на подветренном борту колебания уровня моря практически отсутствуют, что означает пол-

ное отражение и предельно большое силовое воздействие штормовых волн на наветренный борт корабля.

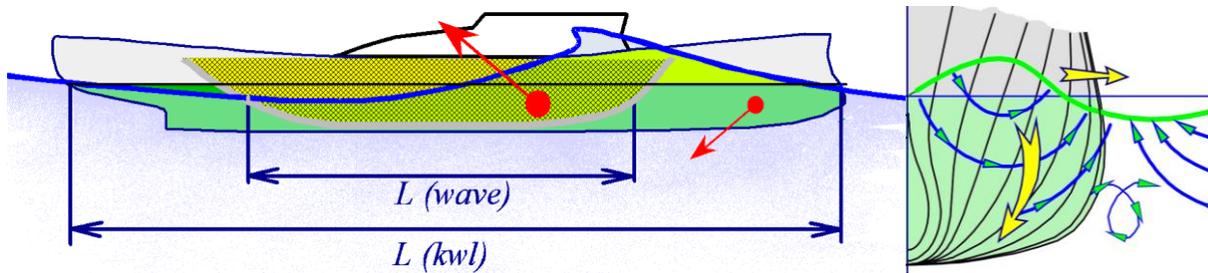


Рис. 3. Закручивание встречного потока под днище корабля представляет гидродинамический принцип построения закрученных бульбовых поверхностей и скуловых обводов корпуса для компенсации килевой качки

Ныне неупотребляемые исторические понятия волнообразующей $L(kwl)$ и волновоспринимающей $L(wave)$ длины корпуса корабля (рис. 3) служат для объяснения и обоснования компенсационного механизма между режимами подныривания и вспрыгивания носовой части корабля при встречах с гребнями крупных штормовых волн. Если $L(wave)$ будет заметно меньше длины корабля $L(kwl)$, то в носовой оконечности корпуса возможна гидродинамическая компенсация килевой качки по тем же принципам, по которым минимизируется или исключается динамический дифферент на больших скоростях хода, что происходит при заметном снижении интенсивности расходящейся волны в корабельном волнообразовании, успешно проверяемых расчетами корабельного волнообразования с помощью интегралов Мичела.

В заключение, с использованием основных результатов технико-исторических обобщений в кораблестроении, формулируются предварительные предложения для проектных решений по форме корпуса и общекорабельной архитектуре кораблей и судов различного назначения.

Приводятся примеры новейших инженерно-технических решений в зарубежном судостроении (рис. 4), где отчасти использованы резуль-

таты настоящих диссертационных исследований, и которые отчасти соответствуют требованиям по минимизации силового взаимодействия корабля с окружающей штормовой стихией, что, в свою очередь, отображается синергетическим эффектом общего улучшения мореходных качеств кораблей и судов специального назначения.



Рис. 4. Новейшие проекты боевого корабля Германии (слева) и рыболовного судна Норвегии (справа) содержат в общеархитектурных решениях ключевые инженерных достижения эволюционного развития кораблестроения

В первой части: **«Предназначение судна – всесезонная навигация в штормовых и ледовых условиях»** – последовательно и целенаправленно исследуются возможные проектные решения по форме корпуса и обводам корабля повышенной штормовой мореходности, для чего рассматриваются особенности маневрирования судов различного назначения в условиях ураганных ветров и крупных штормовых волн.

В рамках теории Герстнера поле скорости и геометрическая форма гравитационных волн на глубокой воде оценивается параметрическим описанием траекторий частиц жидкости, движущихся в лагранжевых (локальных) координатах по циклоидам с переменным радиусом:

$$x_W(a, x, z) = x - a \cdot \sin(x \cdot 2\pi / \lambda) \cdot e^{2\pi \cdot (z + a \cdot \cos(x \cdot 2\pi / \lambda) - a) / \lambda};$$

$$z_W(a, x, z) = z + a \cdot \cos(x \cdot 2\pi / \lambda) \cdot e^{2\pi \cdot (z + a \cdot \cos(x \cdot 2\pi / \lambda) - a) / \lambda},$$

где: x_w, z_w – расчетные аппликата и абсцисса частиц жидкости, включившихся в волновое движение с параметрическими координатами: x, z ; a – коэффициент амплитуды (*полувысоты*) волны относительно теоретического максимума: $A = a \cdot 1,134 \cdot \lambda / (4\pi)$. Область определения аргументов a и x ограничена: $0 < a \leq 1,0$; $z \leq 0$.



Рис. 5. Характерная форма штормовой прогрессивной волны. Угол склона вблизи вершины достигает 30° . При длине волны $\lambda=100$ м (период 8 сек.), суммарная высота от впадины до вершины составляет 12 м (прилив/отлив – 9/3м), а скорость набегающего потока в гребне превышает 20 узлов

С учетом групповой структуры морского волнения (рис. 5), всегда содержащей девятые валы (волны-убийцы) с обрушающимися гребнями, строятся обоснования для применения особых геометрических элементов формы корпуса и общекорабельной архитектуры, способствующих эффективному и безопасному судовождению в заданных по предназначению судна режимах штормового хода: «лагом к волне», «вразрез волны», «носом на волну» и «ходом по волне».

Рассмотрение особых режимов штормового судовождения (рис. 6), включая аварийные режимы плавания при остановленных машинах, позволяет сформулировать ключевые инженерно-технические решения и критерии проектной оптимизации судовых обводов, формы корпуса и общекорабельной архитектуры, и по необходимости обосновать дополнительные судовые механизмы и устройства на верхней палубе, необхо-

димые для достижения как эффективности мореплавания в штормовых и ледовых условиях северных морей Дальнего Востока России, и безусловной безопасности людей в штормовом море даже случаях возникновения внештатных и аварийных ситуаций.



Рис. 6. На курсе врез волны носовая часть корабля подвергается чрезмерным силовым нагрузкам со стороны штормового волнения (*справа*), возникающими под влиянием подводного бульба и развала скуловых шпангоутов, что исключается подводным подрезом форштевня и уменьшением объема надводного борта выше ватерлинии (*слева*)

Признаком непротиворечивого проектирования и практической оптимизации в морской технике может быть только однообразие в проектных решениях, при которых любые различия в форме обводов корпуса или общего расположении судна должно объясняться лишь эксплуатационными требованиями и особыми условиями района плавания. В хорошей морской практике такое определение соответствует понятию красивого корабля, и означает, что на его борту нет ничего лишнего, нет пустого изобретательства в дельных вещах и все элементы судна строго соответствуют лишь его одному целевому предназначению.

Практическая оптимизация в морской технике опирается на частные инженерные решения при отсутствии «достаточных условий» для определения единственно верного проектного заключения. Свобода и необходимость творческого выбора инженерных решений обуславливается принципиальной противоречивостью исходных требований к пер-

спективному кораблю, разрешающихся исключительно с позиций морской грамотности и на основе глубоких знаний географических условий работы обновляемой или вновь создаваемой морской техники. Суть непротиворечивого проектирования (рис. 7) состоит в одновременном следовании встречными этапами поисковых исследований, построенных по многопроходному принципу независимых логических согласований наиболее естественных инженерных решений, нацеленных на всемерное согласование всех эксплуатационных требований к кораблю.



Рис. 7. Троичная матрица проектной схемы «сверху-вниз»: от теоретических обобщений к частным инженерным решениям. Столбцы матрицы попарно связаны исторически поверенными решениями задач морской практики (слева) и современными достижениями в области корабельной гидромеханики (справа). По строкам образуются уровни этапов адаптации инженерных решений в ограничениях технологических возможностей судостроения, изначально адаптированных к региональным условиям для достижения эффективности

мореплавания в сложных, штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей.

Целевое проектирование и поверка на непротиворечивость всех найденных проектных решений формализуются с помощью двух взаимнообратных логических матриц (троичных иероглифов), как: анализ «сверху–вниз» – от общих требований к частным техническим решениям (рис. 7); и синтез «снизу–вверх» – от доступных технологических возможностей к оптимальному по назначению проекту корабля в целом (рис. 8).



Рис. 8. Обратная матрица формализует синтез заключений мореплавателей в поверочном комплексе оценок в направлении «снизу–вверх»: от множества инженерных новаций - к технической эффективности и экономической оптимальности судна в конкретных навигационно-географических условиях. Как результат – возникает вопрос о техническом совершенстве нового судна в контексте согласования всего комплекса наставлений мореплавателям.

Поверочная или заключительная часть проектных изысканий включает всестороннюю отработку наставлений мореплавателям, с определением эффективных режимов плавания и тщательным анализом опасных ситуаций и действий экипажа во внештатных и аварийных условиях ведения морских работ. Успешные результаты морских изысканий (рис. 8) сводятся к специальным разделам по эффективному управлению судном в наставлениях мореплавателям, а неприемлемые заключения обязательны к учету при комплексном пересмотре обводов, общекорабельной архитектуры и технического оснащения новых перспективных проектов кораблей и судов.

Эволюционные обобщения и новые инженерно-технические решения в историческом контексте служат ориентиром для совершенствования неписанных правил хорошей морской и кораблестроительной практики, которые, в качестве примера, обобщены в рамках троичной логики построения этапов целевого проектирования «сверху-вниз» – от эксплуатационных требований к инженерной реализации в окружении новейших технологических достижений судостроения; с обязательной проверкой всех технических решений при синтезе «снизу-вверх» – от множества инженерных новаций - к технической эффективности и экономической оптимальности судна в конкретных навигационно-географических условиях. Как результат – возникает обоснование или отвержение результата о техническом и эксплуатационном совершенстве создаваемого судна.

Вторая часть: «Ключевые проектные решения для достижения наилучшей мореходности: эффективности и безопасности штормового плавания» – посвящена проектным разработкам различных элементов формы корпуса, корабельных механизмов и общекорабельной архитектуры перспективных кораблей и судов повышенной

штормовой мореходности. С опорой на результаты гидродинамических исследований и специальный анализ диаграмм остойчивости и гидростатических особенностей элементов формы корпуса, разрабатываются геометрические формы для распределенных фрагментов судовых обводов.

В качестве ведущей концепции непротиворечивого целевого проектирования корабля используются инженерно-технические решения, основанные на принципе непротивления силовому воздействию со стороны штормовых волн и ураганного ветра, что позволяет не только добиваться снижения всех видов качки и обеспечения комфортности обитания, и безусловной безопасности крепления грузов и оборудования на борту судна, но, также, согласовать режимы гидродинамической взаимокompенсации влияния формы, инерции и гравитационной массы судна на ходу в условиях крупного волнения, обеспечивая, тем самым, всепогодность эффективной эксплуатации судна в соответствие с предназначением.

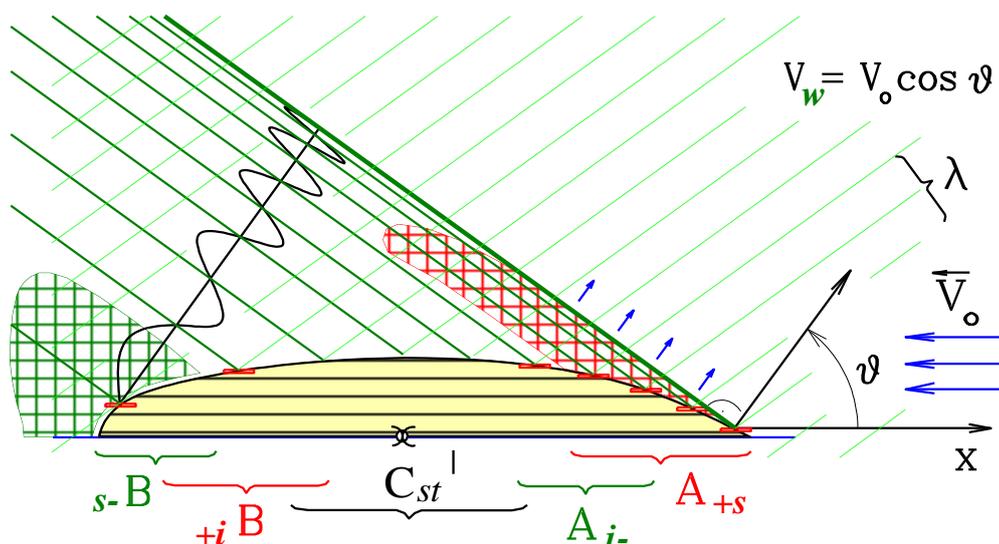


Рис. 9. Волнообразование, как процесс отражения волн от поверхности корпуса корабля. В зонах A_{+s} и $s-B$ происходит рост гребня трохoidalной волны, неспособной оторваться от корпуса судна.

Построение оптимальной формы корпуса корабля может выполняться на основе результатов серии расчетов с использованием интеграла Джона Генри Мичелла [*Mitchell J.H.* 1898], физическая и геометрическая интерпретация которого (рис. 9) выявляет взаимосвязь между корабельным волнообразованием на больших скоростях хода и силовым воздействием на корпус корабля со стороны морского волнения:

$$A(\lambda) = \frac{M}{\lambda} \cdot \left| \int_{\Omega} q(x_0, y_0) e^{k(-z_0 + i\omega_0)} \delta\Omega_0 \right|$$

$$R_x = -\frac{\pi}{2} \cdot \rho V_0^2 \int_{\Lambda} A^2(\lambda) \cdot \frac{\delta\lambda}{\lambda \cdot M^3 \sqrt{M^2 - 1}}.$$

R_x – волновое сопротивление корабля при скорости движения V_0 . Все величины в интеграле Мичелла приведены к размерным физическим функциям и аргументам: $A(\lambda)$ – амплитуда излучаемой корабельной волны; $M = \sqrt{L/\lambda}$ – соотношение длин для максимальной поперечной волны L к расчетной фазовой волне λ ; $k = 2 \cdot \pi / \lambda$ – волновое число для данной фазовой волны; $\omega_0 = x_0 / M + y_0 \cdot \sqrt{M^2 - 1} / M$ – круговая частота расчетной волны во времени.

Физико-геометрическая интерпретация гидродинамических процессов в интеграле Мичелла показывает механизм отражения от корпуса корабля внешних волн, набегающих под косыми углами ϑ в диапазоне длин: $\lambda \in [0 \div L = 2 \cdot \pi \cdot V_0^2 / g]$, где: L – длина поперечной корабельной волны, соответствующая скорости хода V_0 . В оконечностях корабельной волне не хватает скорости для отрыва от корпуса, и волновые процессы заменяются ударным суммированием амплитуд коротких волн в форме простого источника жидкости вблизи судовой обшивки.

В частном случае оптимизация корабельных обводов сводится к поиску геометрических форм с минимальной отражающей способно-

стью в спектре периодов штормовых волн, что создает условия для пропуска штормовой волны через корпус корабля с минимальными искажениями, и что должно обеспечиваться даже в условиях интенсивной вертикальной и килевой качки корабля на крупном штормовом волнении

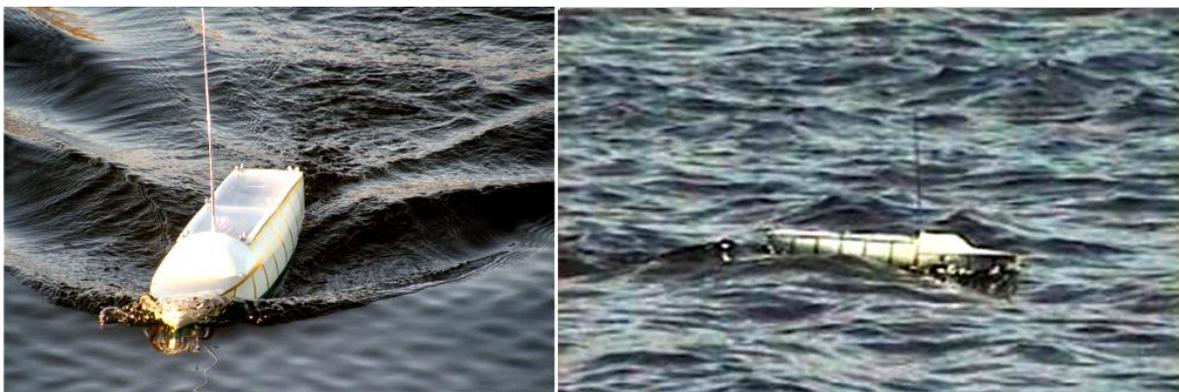


Рис. 10. Оптимизированный по килевой качке корпус не имеет ходового дифферента на большой скорости на тихой воде (*фото слева*). На полном ходу по крупной волне динамическая стабилизация корпуса по дифференту не нарушается, и вся энергия волн трансформируется в вертикальную качку

Минимизация внешних воздействий, построенная на принципах взаимного снижения восстанавливающих и возмущающих сил и моментов (рис. 10), как это часто и бывает в сложной технике, приводит к усилению негативных проявлений воздействий другой или второстепенной природы, изначально считавшихся незначительными. Так, стабилизация качки за счет уменьшения моментов инерции площади действующей ватерлинии может привести к излишнему крену под действием ветра или переключкам рулей; к избыточному дифференту при ускорении или реверсировании хода.

Для эффективной компенсации остаточных воздействий должны использоваться активные стабилизаторы бортовой и килевой качки, обладающие достаточной управляющей энергией для компенсации всех изначально неучтенных и «незначительных» внешних сил.

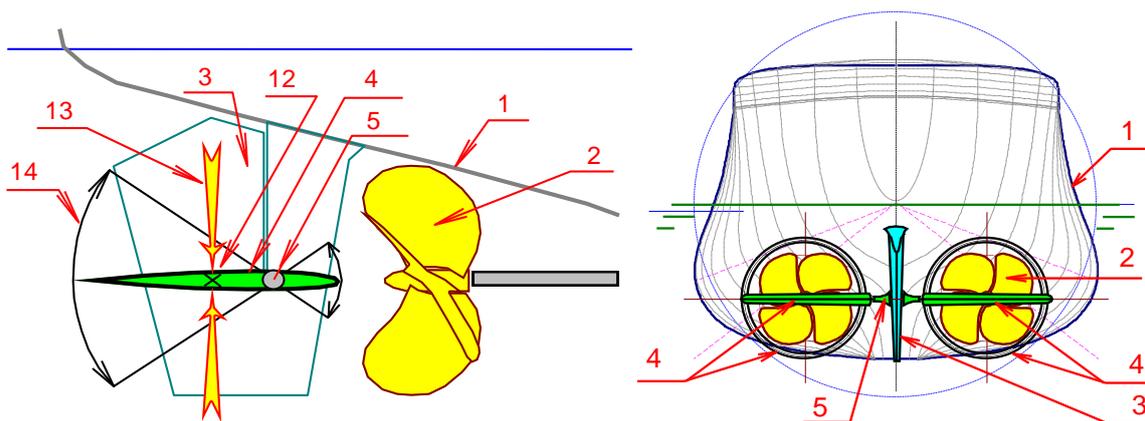


Рис. 11. Винторулевой комплекс с вертикальным рулем (3) и горизонтальными крыльями активных успокоителей килевой и бортовой качки (4), которые в случае остановки гребных винтов (2) работают в качестве аварийных штормовых движителей. 1 – оптимизированный корпус корабля; 4 – крыло может жестко соединяться с поворотными насадками; 5 – горизонтальный баллер установлен строго на линии балансирной оси для потока за гребным винтом и допускает упругий поворот на угол порядка $\pm 30^\circ$; 12 – центр площади горизонтального крыла, к которому сводится суммарная сила (13) при вертикальных перемещениях кормовой части корабля; 14 – угол поворота плоскости крыла

В штормовых условиях стабилизированный по направлению поток жидкости вблизи корпуса корабля, идущего полным ходом вперед, имеется только под кормовым подзором, непосредственно за работающими гребными винтами (рис. 11). Именно здесь возможно получение наибольших сил для активной стабилизации крена и дифферента корабля как в штормовую погоду, так и при быстрой циркуляции на тихой воде.

В случае потери хода кормовая часть корпуса получает значительные вертикальные колебания под воздействием штормовых волн, что обуславливается полными ватерлиниями и большим надводным объемом корпуса над кормовым подзором, устраиваемым для обеспечения безотрывного потока в зоне действия гребных винтов. Интенсивные вертикальные раскачивания являются необходимым условием для работы

крыльевых устройств в качестве машущих плавниковых движителей, которые активизируются в наиболее опасных режимах штормового плавания корабля с остановленными машинами. Пассивный плавниковый движитель не требует дополнительных силовых или управляющих воздействий на крыльевые устройства, а упругий поворот (*люфт*) баллеров на угол до $\pm 30^\circ$ будет одновременно уберегать корпус от ударных воздействий на корпус со стороны штормовых волн, что не менее важно и в режиме активной стабилизации качки на ходу корабля.

В третьей части: «Непротиворечивые проектные решения для дальневосточных кораблей и судов повышенной мореходности» – представлены концептуальные проектные решения для кораблей и судов повышенной штормовой мореходности, адаптированные к эффективному решению различных транспортных, рыбопромысловых, изыскательских, спасательных и патрульных работ в открытом море:

- 1 – универсальное транспортное судно;
- 2 – три варианта рыболовных траулеров;
- 3 – патрульно-гидрографический корабль (корвет);
- 4 – океанский спасатель – научно-исследовательское судно;
- 5 – морское пассажирское судно для мелководных портов;
- 6 – гиперболизированное судно с малой инерцией площади действующей ватерлинии;

Заданием целевого проектирования определяется требование безусловного сохранения ходкости в любых погодных условиях, при этом на интенсивном штормовом волнении судно должно испытывать минимальные вертикально-поступательные ускорения в оконечностях, плавность и умеренность качки в целом не должна приводить к опасности

смещения тяжелых и относительно слабо закрепленных грузов в трюмах или на верхней палубе многоцелевого транспортного судна.

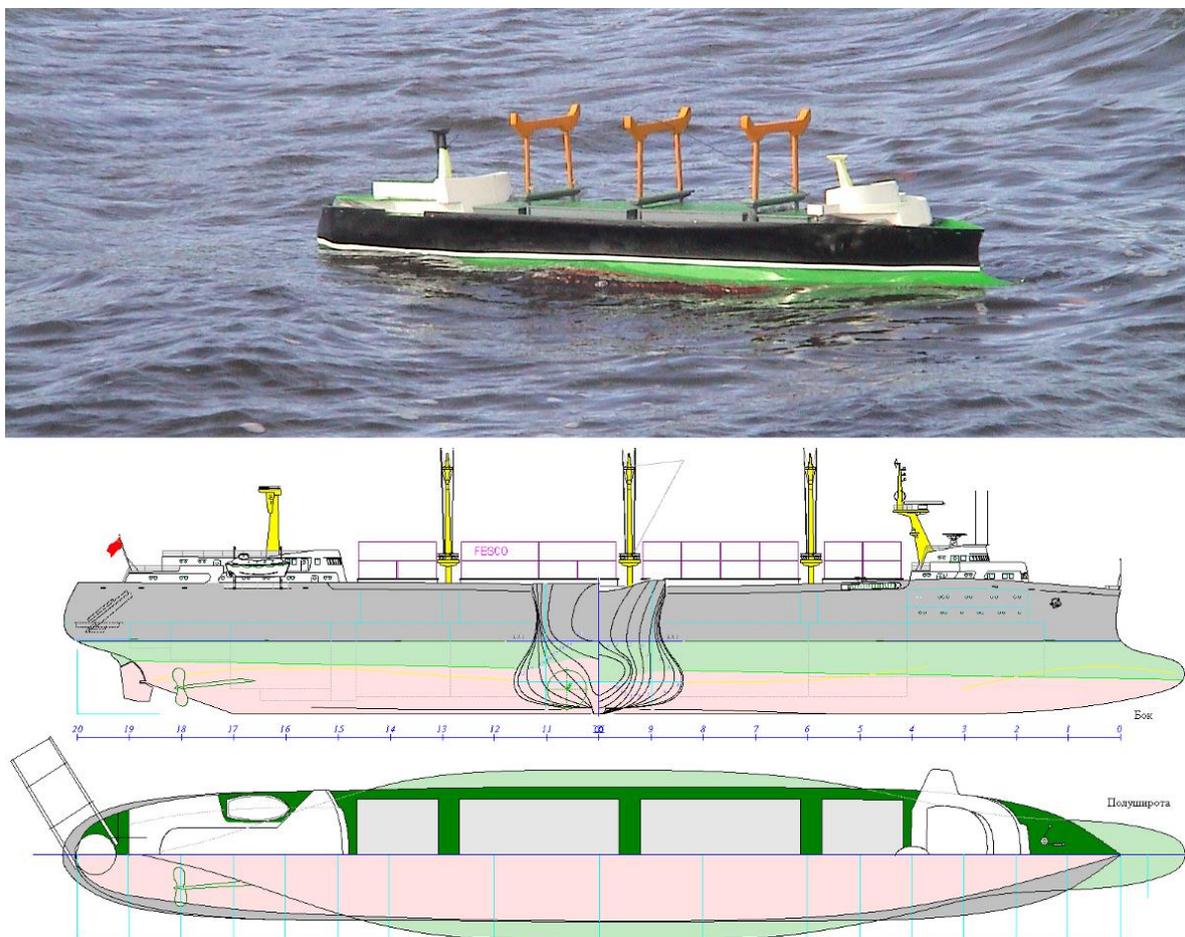


Рис. 12. Универсальное многоцелевое транспортное судно повышенной штормовой мореходности, принимающее до 560 стандартных 20-футовых контейнеров, и допускающее горизонтальную обработку грузов.

$L_{MAX} = 171,6$ м; $L_{KWL} = 160$ м; $B_{MAX} = 26$ м; $B_{KWL} = 20$ м; $B_{Deck} = 20,5$ м;
 $T = 10$ м (с килем = 11 м); $\delta = 0,716$; $W = 25\,168$ м³; $S = 5\,343$ м².

Гипотетический проект ориентирован на различные варианты грузообработки (рис. 12): вертикальная автономная или портовая погрузка контейнеров и генеральных грузов через палубные люки; горизонтальная погрузка накатных грузов, автомобилей и железнодорожных вагонов через кормовой слип; а также прием на борт пассажиров, размещаемых в каютах носовой части корпуса и в кормовой надстройке.

Как транспортное судно для генеральных грузов новый проект не нарушает традиционных канонов общекорабельной архитектуры, в нем сохранены основные функциональные возможности современного универсального судна. Для достижения хорошей штормовой ходкости, при малой качке корпуса, достаточно лишь пожертвовать свободными объемами бортовых надводных твиндеков, а в качестве компенсации потерянных объемов и сохранения большой грузоподъемности (как коэффициента общей полноты корпуса), к примеру: увеличить общую полноту корпуса с помощью объемного носового бульба.

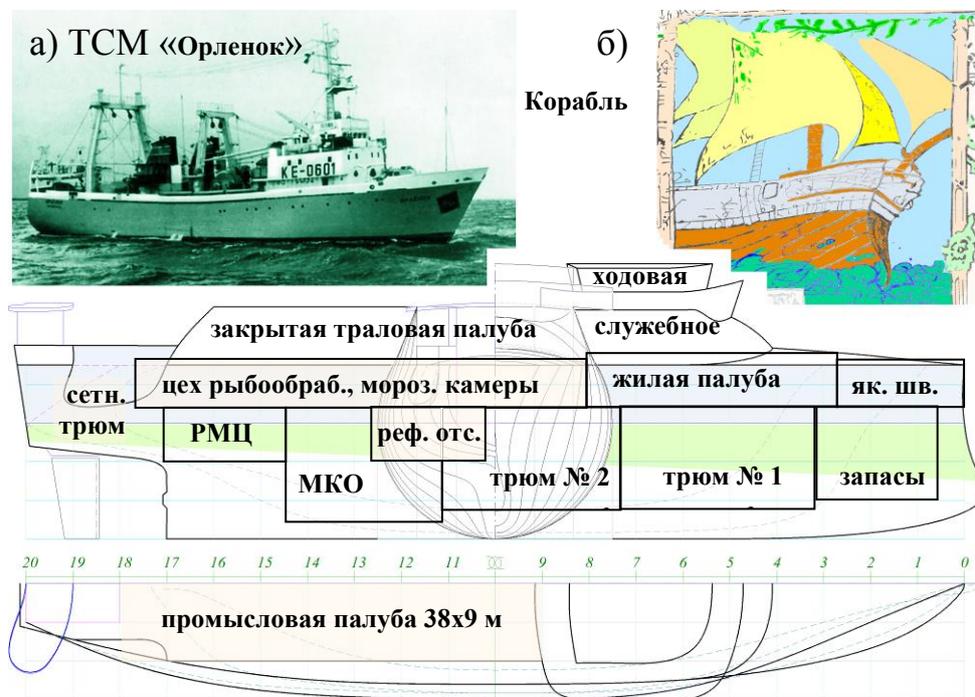


Рис. 13. Траулер-сейнер морозильный с рыбопромысловым оснащением по прототипу Атлантик–333 («Орленок»), скомпонованный в корпусе древнего китайского корабля, изображенного Марко Поло в XIII веке. $L = 60$ м; $B = 15$ м; $T = 7,5$ м; $W = 3444$ м³; $S = 1\,500$ м²; $\delta = 0,55$. (МКО – машинно-котельное отделение; РМЦ – рыбомучной цех)

Полагая в качестве прототипа средний траулер-сейнер морозильный типа «Орленок» обводы корпуса строятся по аналогии с рисунком корабля Марко Поло из XIII века (рис. 13), с использованием ключевых

технических решений по оптимизации формы корпуса и общекорабельной архитектуры для достижения наилучшей штормовой мореходности рыболовного судна.

Якорно-швартовные устройств размещаются в закрытом помещении форпика (рис. 13), укрывается от ветров и ледяных брызг промышленная палуба, что важно для организации эффективной работы экипажа в зимних условиях холодных морей России. Минимальная по площади палуба бака устраивается для открытого доступа к горловине трюма № 1, что необходимо для выгрузки мороженой рыбопродукции в открытом море в спокойную погоду или в укрытии высоких бортов транспортного рефрижератора.

В обводах траулера использовано техническое решение по гидродинамической компенсации килевой качки при движении судна произвольным курсом относительно штормовых волн трохoidalной природы [4].

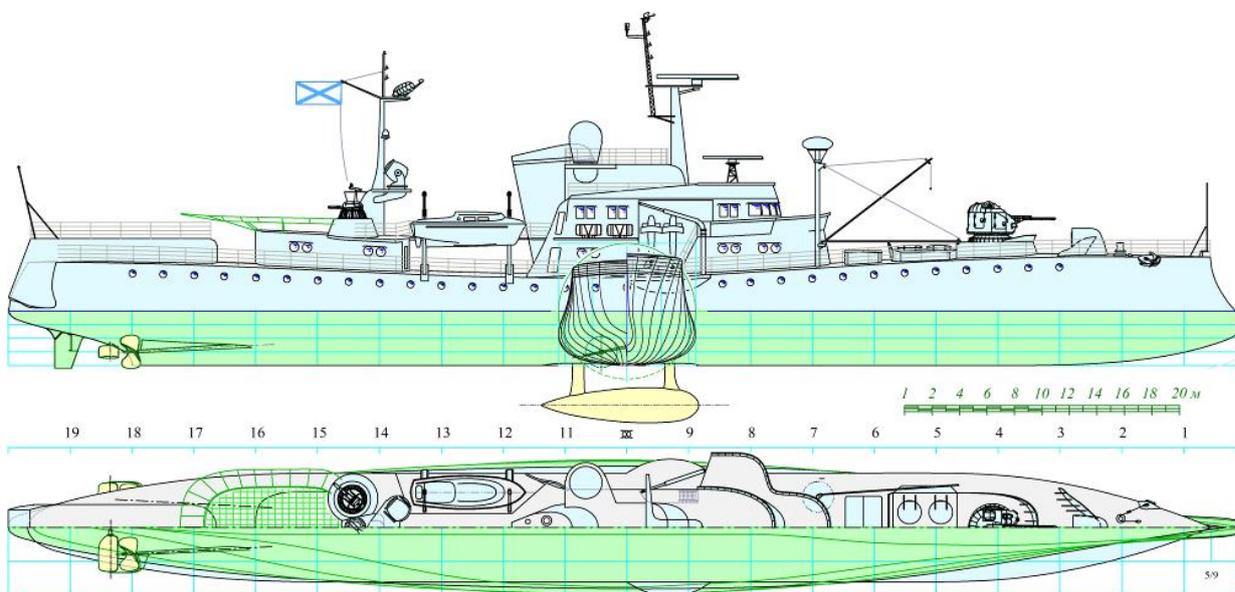


Рис. 14. Всепогодный океанский корабль, способный держать высокую скорость хода любым курсом относительно ураганного ветра и штормовых волн с минимальной бортовой и килевой качкой, чем обеспечивается эффективное использование бортовых средств наблюдения и корабельных вооружений (ва-

риант с подкильной гондолой). $L_{MAX} = 90$ м; $L_{KWL} = 88,6$ м; $B_{MAX} = 10$ м;
 $B_{KWL} = 9$ м; $T = 4$ м (с гондолой = 8 м, с носовым бульбом = 5 м); $\delta = 0,484$;
 $W = 1\,920$ м³; $S = 1\,050$ м²; $V = 25$ узл.

В мореходных испытаниях подтвержден устойчивый режим хода с прорезанием гребней штормовых волн, в котором траулер практически не искажает формы рассекаемых волновых фронтов, что является условием сохранения ходкости и плавности килевой качки на крупном штормовом волнении.

Корабль повышенной штормовой мореходности (рис. 14) для открытого океана предназначен для непрерывного и комплексного контроля состояния морских акваторий; наблюдения за надводной и подводной обстановкой в открытом море и вблизи побережья Сахалина и Курильских островов, в том числе способный обеспечивать решение поисковых и научно-исследовательских задач, проводить морскую разведку, гидрографическую и гидрометеорологическую поддержку морских коммуникаций; а также, во взаимодействии с береговыми службами решать задачи спасения человеческой жизни на море и информационного обеспечения эффективности и безопасности мореплавания в штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана.

Особенностью проектной концепции является исключение сколь-нибудь чужеродных требований к кораблю. Лишь только необходимость наилучшим образом обеспечивать всепогодное морское дежурство, с быстрыми переходами и непрерывным циклом измерения параметров водной и воздушной среды, с синтезом в реальном времени всей доступной информации для решения задач охраны морских рубежей и поддержания эффективности морских работ в контролируемых океанских районах Дальнего Востока России.

В обоснование улучшения штормовой мореходности новых проектов перспективных судов приводится анализ результатов мореходных испытаний гипотетической модели МИДВ-85 и модели быстроходного транспортного судна 60-й серии в опытовом бассейне Санкт-Петербургского морского технического университета (*кафедры теории корабля Ленинградского кораблестроительного института*) и последующих испытаний самоходных моделей вышеописанных концептуальных проектов в опытовом бассейне кафедры кораблестроения Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета.

Свободное движение опытовых моделей на интенсивном волнении обеспечивалось либо гравитационной буксировочной системой, либо бортовыми электродвигателями и системой дистанционного радиуправления. Непрерывное измерение мгновенных значений скорости хода, бортовой и килевой качки проводилось с помощью цифровой радиотелеметрии и автономными бортовыми регистраторами. Опорные оценки ходкости выполнялись на тихой воде, затем проводились мореходные испытания на регулярном волнении.

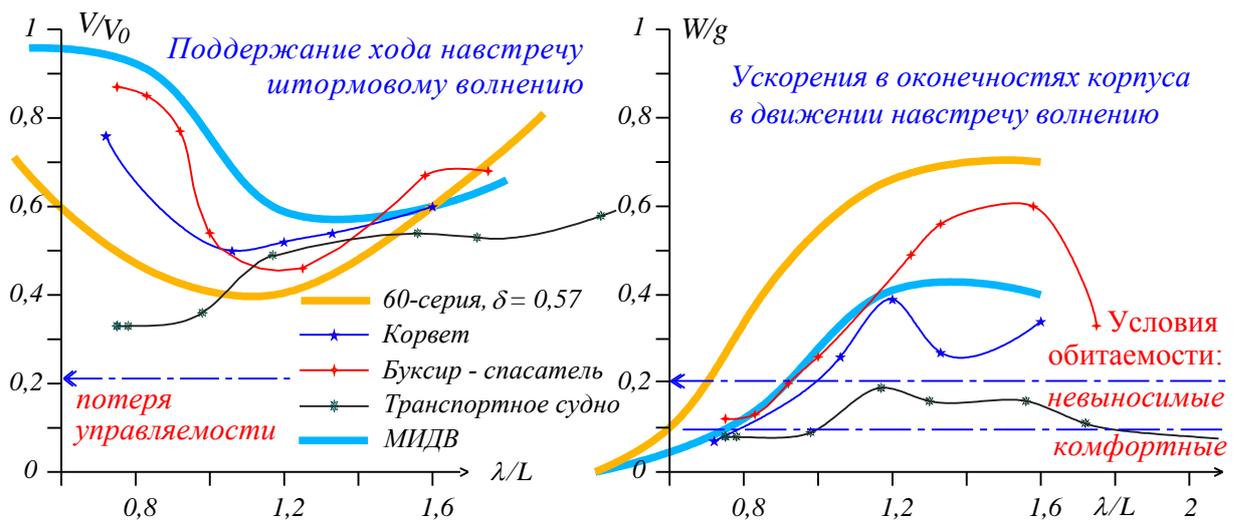


Рис. 15. Результаты мореходных испытаний ходкости (слева) и килевой качки (справа) для серии моделей из стандартного, гипотетического и трех перспективных судов.

Оценка реальных параметров волнения проводилась по видеозаписям, фиксирующим прохождение волн по специально размеченной стенке опытового бассейна.

Мореходные испытания на свободном ветровом волнении проводились вблизи побережья острова Сахалин и в Охотском море вблизи Курильских островов.

В заключение: «**О Сахалинском морском экспериментальном полигоне для проектных и мореходных изысканий в штормовом море**» – рассматривается необходимость комплексных мореходных испытаний и непрерывного контроля мореходных качеств новых образцов морской техники, выполняемых как с использованием телеуправляемых моделей судов, так и непрерывно в период эксплуатации действующих кораблей и судов, с тем же комплексом измерительной аппаратуры.

Регулярные мореходные испытания телеуправляемых моделей перспективных и действующих судов означает практическое единение морских и корабельных наук в интересах поддержания эффективности мореходства на всех этапах жизненного цикла морских судов: проектирование – эксплуатация – модернизация, включая совершенствование автоматизированных систем судовождения в сложных, штормовых и ледовых условиях плавания в составе штурманских счетно-решающих контроллеров, основанных на базах знаний авторитетных мореплавателей о хорошей морской практике в заданных географических регионах.

По географическим и гидрометеорологическим условиям наилучшим в России морским экспериментальным полигоном признается побережье с множеством малых портов и причалов в южной части острова Сахалин; с постоянным присутствием и практической активностью опытных мореплавателей – наставников, и молодых судоводителей –

определяющих будущую техническую политику в эксплуатации действующего флота, и готовых принимать ответственность за реализацию новых региональных кораблестроительных программ.

Основное содержание диссертации отражено в научных монографиях, статьях, патентах на изобретения и сертификатах программ для ЭВМ

Монографии

1. *Храмушин В. Н. Поисковые исследования штормовой мореходности корабля.* Владивосток: Дальнаука, 2003. ISBN 5-8044-0367-2, 172 с.

2. **История штормовой мореходности (от древности до наших дней).** *По материалам поисковых и научно-исследовательских работ: Калининград, 1975 – Владивосток – Санкт-Петербург – Сахалин, 2003. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство. 2004. Отв. ред. В. Н. Храмушин. ISBN 5-7442-1363-5, 5-88453-062-5. 288 с. авторы: Храмушин В.Н. Антоненко С.В. Комарицын, и др.*

3. *Храмушин В. Н. Трехмерная тензорная математика вычислительных экспериментов в гидромеханике.* Владивосток: ДВО РАН, 2005. 18,6 п.л. ISBN 5-742-1402-X. 212 с.

4. *Храмушин В. Н. Поисковые исследования штормовой мореходности корабля (История эволюционного развития инженерно-технических решений об обводах и архитектуре корабля, о единении морских наук и хорошей морской практики).* LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Dudweiler Landstr. 99 66123 Saarbrücken, Germany. (2011-01-20, 48 п.л.). ISBN: 978-3-8433-0488-7. 288 с. ShipDesign.ru/Khram/History-II.pdf

Научные статьи

5. Ачкинадзе А. Ш., Храмушин В. Н., Фигурин С. В. Расчет изолированного гребного винта с использованием обобщенного условия оптимума // *Материалы по обмену опытом: Совершенствование ходовых мореходных и маневренных качеств судов / НТО им. А.Н. Крылова. – Л.: Судостроение, 1985. – вып. 414. – С. 42–50.*

6. Ачкинадзе А. Ш., Храмушин В. Н. Алгоритм и программа проектировочного расчета гребного винта приспособленного к попутному потоку, с учетом окружной составляющей // *Проблемы совершенствования комплексных методов прогнозирования мореходных качеств судов. Всесоюзная конференция. – Л.: Судостроение, 1987. – С. 22–24.*

7. Храмушин В. Н. Геометрическая интерпретация волнового сопротивления с целью проектирования формы корпуса судна // *X Дальневосточная научно-техническая конференция. «Опыт проектирования и модернизации судов для дальневосточного бассейна». – Владивосток: ВНТО им. ак. Крылова, 1989г. – С. 56–58.*

8. Храмушин В. Н. Историко-технический анализ мореходности и выработка эвристических правил проектирования формы корпуса судна // *Там же. – С. 59–60.*

9. Храмушин В.Н. Трехмерная тензорная математика вычислительных экспериментов в гидромеханике // *Высокопроизводительные вычисления и их приложения. Материалы всероссийской научной конференции. – М.: НИВЦ МГУ, 2000. С. 114-117.*

10. Храмушин В.Н. Оптимизация формы корпуса корабля. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. / *Дальневост. гос. техн. ун-т, Владивосток, 2002, - 22 с., библи. 9. – Рус. 22 с.*

11. Храмушин В. Н., Турмов Г. П., Антоненко С. В., Бугаев В. Г., Суоров О. Э. Форма корпуса корабля повышенной мореходности. Всемирный салон инноваций, научных исследований и новых технологий: «Брюссель-Эврика-2002», 12 – 17 ноября 2002 года (золотая медаль)

12. Храмушин В. Н. Исследования по оптимизации формы корпуса корабля. Вестник ДВО РАН. 2003, № 1(107). С. 50-65.

13. Vasily N. Khramushin. Stormy seakeeping and navigation safety researches for hull form design // Proc. of the 2nd Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics. Sangman International House, Busan, Korea, June 21-22, 2004. P. 398-402.

14. Храмушин В. Н., Антоненко С.В. Малашенко А.Е. Поисковые исследования штормового мореходства // Вестник ДВО РАН. 2004, № 1(113). С. 26-39.

15. Храмушин В. Н., Файн А. В. Тензорное представление алгоритмов вычислительной гидромеханики // Вестник ДВО РАН. 2004, № 1(113). С. 52-68.

16. Храмушин В. Н., Гусев А.В., Гуральник Д.Л., Красный М.Л. Разработка судовых комплексов контроля экологического состояния нефтепромысловых акваторий (Приборно-техническое оснащение российского природоохранного флота) // Вестник ДВО РАН. 2004, № 1(113).

17. Храмушин В. Н., Втюрина А.С., Шустин В.А., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. Исследование гидродинамического режима на акватории Холмского морского торгового порта. Вестник ДВО РАН. 2004, № 1(113). С. 40-51.

18. Храмушин В. Н., Корытко А.С. Исследование путей создания сверхмалого телеуправляемого корабля для решения задач мониторинга водной среды и несения охранно-сторожевой службы // Морские иссле-

дования и технологии изучения природы Мирового океана. Вып. 1: сб.ст./ ред. выпуска В.Н. Храмушин. – Владивосток: ДВО РАН, 2005. С. 176-178.

19. Храмушин В. Н. Исследование путей создания гибкого плавникового движителя с динамически изменяемой геометрией машущего крыла. Там же. С. 179-183.

20. Храмушин В. Н., Шкуть Г.И. О возможности активного штормового маневрирования самоходного приборно-измерительного модуля с повышенным запасом плавучести. Там же. С. 184-188.

21. Храмушин В. Н. Морские исследования и экспертные работы в интересах обустройства побережья дальневосточных морей России // Труды XII Съезда Русского географического общества. Том 5. Мировой океан, водоемы суши и климат. Часть 1. Мировой океан. – СПб: 2005. С. 81-82.

22. Храмушин В. Н. Морское дело и научно-техническое творчество юношества // Вестник ДВО РАН. 2005, № 5(123). С. 137-148.

23. Храмушин В. Н., Корытко А. С. Исследование путей создания сверхмалого телеуправляемого корабля. Вестник ДВО РАН. 2006, № 1(125). С. 115-120.

24. Vasily Khramushin. Shipbuilding Researches for a Small Autonomous Hydrophysical Vessel // Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics. Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, June 27-28, 2006. P. 35-38.

25. Храмушин В. Н. Навигационный комплекс контроля состояния моря, атмосферы и мореходности корабля // Крыловские чтения. Проблемы мореходных качеств судов и корабельной гидромеханики / Сборник избранных докладов. 21-23 октября 2003 г. (6-10 декабря 2006 г.). – СПб, Изд-во Остров. 2007. – 109 с. С. 17-32.

26. Храмушин В. Н. Достижение наилучшей штормовой мореходности. Проведение опытовых испытаний в условиях естественного ветрового и прибойного волнения // Морской вестник. 2007. № 3 (6) / Труды Российского НТО судостроителей им. акад. А.Н.Крылова. «Единение науки и практики». III Съезд Российского Научно-технического общества судостроителей им. акад. А.Н. Крылова. I Российская научно-практическая конференция судостроителей. 5-8 сентября 2007 г. – СПб, Изд-во «Мор Вест». 2007. С. 48-51.

27. Храмушин В. Н. История штормовой мореходности от древности до наших дней // История корабля. № 1/2007 (15). – СПб, 2007, 96 с. ISSN 1814-6589. С. 60-72.

28. Храмушин В. Н. О перспективных организационно-технических решениях и путях их реализации для обеспечения эффективности и безопасности мореплавания в сложных, штормовых и ледовых условиях Дальнего Востока России // Мореходство и морские науки-2008: избранные доклады Первой Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (12 февраля 2008 г.) / Под ред. В.Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2008. ISSN 2227-4375. С. 10-23.

29. Храмушин В. Н. Гидродинамическая стабилизация качки корабля на тяжелом волнении. Там же. С. 47-51.

30. Храмушин В. Н. Перспективные проекты сверхмалых автономных и телеуправляемых плавсредств для решения задач мониторинга и контроля морских акваторий. Физические основы обеспечения ходкости и живучести судов в условиях экстремального морского волнения. Там же. С. 62-68.

31. Vasily N. Khramushin. Hydrodynamics approaches to ship stabilization on heavy waves // Proceedings of the 4th Asia-Pacific Workshop on

Marine Hydrodynamics. National Taiwan University, Taipei, China, June 16-18, 2008. P. 87-92.

32. Алгоритмические особенности тензорной математики для построения вычислительных экспериментов в гидромеханике // Сборник трудов X Международной научной школы «Гидродинамика больших скоростей» и Международной научной конференции «Гидродинамика. Механика. Энергетические установки» (к 145-летию со дня рождения академика А.Н. Крылова). 10-13 сентября 2008. – Чебоксары: ЧПИ МГОУ, 2008. – 748 с. ISBN 978-5-902891-35-2. С. 431-440.

33. Храмушин В.Н. Гидродинамическая стабилизация качки корабля на тяжелом волнении. // Моринтех-2008. Седьмая международная конференция и выставка по морским интеллектуальным технологиям. 18-19 сентября 2008 г, Санкт-Петербург.

34. Храмушин В. Н. Аналитический обзор текущих результатов морских исследований на Дальнем Востоке, в России, в Мире // Мореходство и морские науки-2009: избранные доклады Второй Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (23 сентября 2009 г.) / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. ISSN 2227-4375. – С. 7–16

35. Храмушин В. Н. Поисковые решения и инженерные подходы в проектировании и оптимизации формы корпуса и общекорабельной архитектуры корабля // Там же. – С. 49–72

36. *Khramushin V.* Key Design Solutions and Specifics of Operation in Heavy Weather (*Fluid Mechanics Approach to Stabilization of Ship in Heavy Seas*) // Proceedings. 10th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles. STAB-2009, June 22-26, 2009. S-Petersburg, Russia. P. 473-482. ShipDesign.ru/Khram/Art/STAB2009-eng.html

37. Храмушин В. Н. Активный стабилизатор килевой и бортовой качки корабля – штормовой аварийный движитель. // Доклады научно-технической конференции «Проблемы мореходных качеств судов, корабельной гидромеханики и освоения шельфа. XLIII Крыловские чтения. 20-21 октября 2009 г. СПб: Тип. ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова. С. 74-76.

38. Храмушин В. Н. Единение искусства мореплавания и морских наук – миссия Географического общества на Сахалине – Записки Общества изучения Амурского края. Том 39. Третьи Муравьевские чтения, 1 октября 2009 г. – Владивосток: ДВГУ, 2009. – 240 с. ISBN 978-57444-2393-3. С. 215-221.

39. Храмушин В. Н. Аналитический обзор текущих результатов морских исследований на Дальнем Востоке, в России, в Мире // Мореходство и морские науки-2009: избранные доклады Второй Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (23 сентября 2009 г.) / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. – ISSN 2227-4375. С. 7-16.

40. Храмушин В. Н. Поисковые решения и инженерные подходы в проектировании и оптимизации формы корпуса и общекорабельной архитектуры корабля. Там же. С. 49-72.

41. Vasily Khramushin, Alexey Masolov, Sergey Chizhiumov. Basic researches and engineering approaches in ship designing for advanced storm seaworthiness // The 5th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics – APHydro-2010. Osaka, Japan, July 1-4, 2010. P. 125-128, 175-178.

42. Храмушин В. Н. Согласование элементов формы корпуса и общекорабельной архитектуры для достижения эффективности и безопасности штормового плавания // Морские интеллектуальные технологии. 2010. Спецвыпуск / II научно-практическая конференция по судострое-

нию «Наука и практика - 2010» 14 октября 2010 г., г. Санкт-Петербург. – С. 55–61.

43. Единение искусства мореплавания и морских наук – миссия Географического общества на Сахалине. *(по материалам конференций «Мореходство и морские науки»)* 14 Съезд Русского географического общества. Книга 3. Климат, Мировой океан и воды суши. Часть I. Исследования мирового океана. Секция Е-3. Процессы в Мировом океане. 11-14 декабря 2010 г., г. Санкт-Петербург. С. 130-134.

44. Храмушин В.Н. Ключевые аспекты единения фундаментальных наук и морской практики в решении актуальных задач эффективности мореплавания *(актуальные задачи становления морской научной школы Сахалина и Курильских островов)* // Мореходство и морские науки – 2011: избранные доклады Третьей Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (15-16 февраля 2011 г.) – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. ISSN 2227-4375. С. 9-23.

45. Храмушин В.Н. Концептуальные проекты рыболовных, спасательных и патрульных судов для Сахалина и Курильских островов. Там же. С. 64-81.

46. Кроленко С. И., Храмушин В. Н. Ключевые проектные решения и особенности штормового кораблевождения // Доклады научно-технической конференции «Проблемы мореходных качеств судов, корабельной гидромеханики и освоения шельфа» (XLIV Крыловские чтения). СПб: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, Центральное Правление РосНТО судостроителей им А.Н. Крылова, секция мореходных качеств судов. 15-16 ноября 2011 г., Санкт-Петербург. – С. 72–85.

47. Храмушин В. Н. Проекты рыболовных, спасательных и патрульных судов для сложных, штормовых и ледовых условий Сахалина и Курильских островов // Там же. – С. 86–94.

48. Храмушин В.Н. Проектные и эксплуатационные испытания морских стационарных и плавучих инженерных сооружений в открытом море // Морские интеллектуальные технологии. 2012. № 1. (*Моринтех-Океанотехника-2012, 21-22 марта, Санкт-Петербург*). С. 119-124.

49. Храмушин В. Н., Царев Б. А. Проектный анализ условий штормовой мореходности // Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 1 (19). ISSN: 2073-7173. С. 48-53.

50. Храмушин В. Н., Царев Б. А. Проектные аспекты создания рыболовных судов с высоким уровнем штормовой мореходности. // Морской вестник. 2013. № 1. ISSN 1812-3694. С. 6-9.

51. Храмушин В.Н. Штормовые мореходные изыскания в проектировании дальневосточного флота // Доклады научно-технической конференции «Проблемы мореходных качеств судов и корабельной гидромеханики» (XLIV Крыловские чтения 2013 г.). 22-23 сентября 2013. г. Санкт-Петербург. С. 98-101.

52. Храмушин В. Н., Богданов А. В., Дегтярев А. Б. Проектирование и построение вычислительного эксперимента – формализация числовых структур и математических операций // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий, VII Международная конференция ПМТУКТ-2014 (Modern problems of applied mathematics, control theory and computer science, AMCTCS-2014). 14-21 сентября. – Воронеж: Изд-во «Научная книга». С. 38-41.

53. Храмушин В.Н., Дегтярев А.Б. Проектирование и построение вычислительных экспериментов в гидромеханике с использованием явных численных схем и алгоритмов тензорной математики // Математическое моделирование. 2014 год, том 26, № 11, С. 4-17.

54. *Vasily Khramushin*. Features architecture of mean ship to navigation in heavy, stormy and ice conditions on the northern seas // Proceedings of

the 14th International Ship Stability Workshop / Session 2. Naval Ship Stability, 29th September – 1st October 2014, Kuala Lumpur, Malaysia. P. 47-57.

55. *Vasily Khramushin, Alexander Degtyarev, Vladimir Mareev.* Design and construction of computer experiments in fluid mechanics and ship stability. Там же. P. 187-198.

56. *Vasily Khramushin.* Achieve special seaworthiness of the ship due to hull form peculiarities // Proceedings of the 7th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics in Naval Architecture, Ocean Technology and Subsea Technology, September 9-13, 2014, Editor in Chief S.V.Antonenko, Far Eastern Federal University, School of Engineering, Vladivostok. P. 100-105.

Патенты и заявки на изобретения

1. *Храмушин В.Н.* Корабль без бортовой качки на волнении. *Патент № 2360827* от 10 июля 2009 г. shipdesign.ru/Invent/01.html

2. *Храмушин В.Н.* Корабль без килевой качки на ходу на волнении. Заявка на выдачу патента на изобретение № 2007133625/11 от 07.09.2007 г., Опубликовано 20.03.2009, бюл. № 8.
shipdesign.ru/Invent/02.html

3. *Храмушин В.Н.* Корабль с плавниковым движителем. *Патент № 2360831* от 10 июля 2009 г. shipdesign.ru/Invent/03.html

4. *Храмушин В.Н.* Активный стабилизатор килевой и бортовой качки корабля – штормовой аварийный движитель. *Патент № 2384457* от 2010.03.20. shipdesign.ru/Invent/04.html

5. *Храмушин В.Н.* Корабль гидрографической и патрульной службы. *Патент № 2384456* от 2010.03.20. shipdesign.ru/Invent/05.html

6. *Храмушин В.Н.* Корабль, устойчивый в штормовом плавании. *Патент № 2487043* от 2012.11.01. shipdesign.ru/Invent/06.html

7. Храмушин В.Н. Рыболовное судно северных морей. Патент № 2535382 от 2014.07.28. shipdesign.ru/Invent/07.html

8. Храмушин В. Н. «Носовая оконечность быстроходного надводного корабля или относительно тихоходного гражданского судна повышенной штормовой мореходности и ледовой проходимости в автономном плавании» - [Форштевень и скула корабля \(Stem\)](#). Патент № 2607136, Бюл.№ 1 от 2017.01.10. Рег.№ 2015107067/20(011473), от 2015.03.02. shipdesign.ru/Invent/08.html

9. Храмушин В. Н. «Кормовая оконечность стабилизированного для штормового плавания корабля» - [Ахтерштевень и кормовой подзор корабля \(Stern\)](#). Патент № 2607135, Бюл.№ 1 от 2017-01-10. Рег.№ 2015107068/20(011474), от 2015-03-02. shipdesign.ru/Invent/09.html

10. Храмушин В. Н. «Универсальное транспортное судно» (Univer86). Патент № 2603709 (СахГУ). Рег. № 2015126838/11 (041761), от 2015-07-03. shipdesign.ru/Invent/10.html

11. Храмушин В. Н. «Морской спасатель - научно-исследовательское судно» (A1202). Патент № 2603818 (СахГУ). Рег.№ 2015126828/11 (041748) от 2015-07-03. shipdesign.ru/Invent/11.html

12. Храмушин В. Н. «Каботажное пассажирское судно» (A1205). Патент № RU-2653906, бюл. № 14 от 2018-05-15. Заявка: № 2016150049 от 2016-12-19. shipdesign.ru/Invent/12-Coaster.html

13. Храмушин В. Н. «Надводный борт и верхняя палуба корабля» (Deck). Заявка: № 2016150045 от 2016-12-19. shipdesign.ru/Invent/13-Ship_Deck.html

14. Храмушин В. Н. «Гидродинамическая модель источника штормовых нагонов и экстремальных течений под воздействием подвижного атмосферного тайфуна». Заявка: № 2016150042 от 2016-12-19.

15. Храмушин В. Н. «Гидродинамическая модель очага цунами». Заявка: № 2016150038 от 2016-12-19.

16. Храмушин В.Н., Малашенко А.Е. Сверхмалое автономное гидроразлическое судно с плавниковым движителем. Патент на полезную модель № 65018⁽¹³⁾, Бюл. № 21 от 2007.07.27.

17. Храмушин В. Н., Малашенко А. Е. Сверхмалое автономное гидроразлическое судно. Патент на полезную модель № 51586⁽¹³⁾, Бюл. № 6 от 2006.02.27.

Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных для ЭВМ

1. Храмушин В.Н. «Контекстная графика» – (Window-Place) Контекстно-зависимая среда построения трехмерной графики OpenGL с использованием виртуальных процедур C++ и многооконного интерфейса Windows со стековым наложением графических и текстовых фрагментов. № 2010615850 от 2010.09.08. shipdesign.ru/SoftWare/2010615850.html

2. Храмушин В. Н. «Tensor» – Программа для построения числовых объектов и функций трехмерной тензорной математики при реализации вычислительных экспериментов в гидромеханике. № 2013619727 от 2013.10.14.

3. Храмушин В.Н. «Hull» – Построение аналитической формы корпуса корабля, расчеты волнового сопротивления, кривых элементов теоретического чертежа и диаграмм остойчивости морских судов. № 2010615849 от 2010.09.08. shipdesign.ru/SoftWare/2010615849.html

4. Храмушин В. Н. «Ani» – Прямые вычислительные эксперименты для моделирования цунами, штормовых нагонов, экстремальных течений и приливного режима в открытом океане и вблизи побережья. № 2010615848 от 2010.09.08. shipdesign.ru/SoftWare/2010615848.html

5. Храмушин В. Н. «Sakhalin» – Информационно-картографическая система. № 2010615845 от 2010.09.08. shipdesign.ru/SoftWare/2010615845.html

6. Храмушин В. Н., Дегтярев А. Б., Богданов А. В. «Волна» – Интерактивный графический программный комплекс для построения и визуального анализа штормовой поверхности моря. № 2013619728 от 2013.10.14.

7. Дегтярев А. Б., Храмушин В. Н. «SpecrM» – Программа интерактивной графической визуализации спектральных зависимостей для парных и распределенных по морским акваториям временных рядов. СПбГУ № 2015618259 от 4 августа 2015 г. Shipdesign.ru/SoftWare/2015618259.html;

8. Богданов А. В., Храмушин В. Н. База данных: «Vessel» – Цифровые теоретические чертежи для проектного анализа гидростатических характеристик, остойчивости и ходкости корабля → (Проектные чертежи для анализа гидростатических характеристик, остойчивости и ходкости корабля). СПбГУ № 2015621368 от 8 сентября 2015 г. Shipdesign.ru/SoftWare/2015621368.html;

Василий Николаевич Храмушин

**ЦЕЛЕВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ
ДЛЯ ШТОРМОВЫХ И ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ**

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора
технических наук**

Лицензия № _____ от __. __. __ г.
Подписано в печать __ _____ 2018 г. Формат 60x84/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. ____. Уч.-изд. л. ____.
Тираж 100 экз. Заказ № ____.

Отпечатано в типографии издательства СахГУ
Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290