

Морской Вестник



№2(34)

И Ю Н Ь

2 0 1 0

ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



Первый серийный арктический
танкер «Кирилл Лавров»
планируется сдать
в третьем квартале 2010 года



Главной арктический
танкер «Михаил Ульянов»
сдан в марте 2010 года

На ОАО «Адмиралтейские верфи» строится
серия танкеров ледового класса проекта Р-70046
для перевозки нефти с морской ледостойкой
нефтедобывающей платформы «Приразломная»
на перегрузочный терминал в районе Мурманска

Обращает на себя внимание игра цифр – в 2010 г. исполняется 20 лет группе компаний «Транзас» и 10 лет – ЗАО «Р.Е.Т. Кронштадт», военной дочерней компании.

Компания «Транзас» была создана в 1990 г., когда российский флот тихо разваливался, не оставляя надежд на успех работающим на морском рынке предприятиям. Однако компания добилась успеха. И добилась, как показало время, прежде всего благодаря верной рыночной стратегии: начать с освоения международного рынка, заработать репутацию, одновременно не прекращая разработки продуктов для России, сертифицируя продукцию по международным и российским стандартам.

В настоящее время группа компаний «Транзас» – один из ведущих производителей высокотехнологичных продуктов, пользующихся спросом во всем мире. Общий штат сотрудников предприятий, входящих в группу компаний «Транзас», составляет около 1800 человек, в дистрибьюторской сети – представительства и агенты более чем в 110 странах мира. Производство сертифицировано на соответствие международному стандарту качества ISO 9001 и имеет необходимые лицензии. Годовой оборот группы компаний «Транзас» к 2009 г. достиг 250 млн. долл.

Фактически компании удалось невозможное: работая в сфере ИТ-технологий, не самом популярном и не самом прибыльном в России бизнесе, добиться успеха за рубежом, стать постоянным и уважаемым партнером не только государственных и военных структур, но и крупных частных предприятий, а также участвовать в создании идеологии развития мировой морской электроники в целом.



Спектр разрабатываемой и производимой группой компаний «Транзас» продукции для морской индустрии очень широк. Можно перечислить толь-

ко основные направления: это электронные карты, электронно-картографические системы, интегрированные навигационные (ИНС), мостиковые (ИМС) и комплексные системы управления (ИКСУ) судном (кораблем), системы управления движением судов (СУДС), системы освещения морской обстановки и безопасности мореплавания, системы мониторинга транспорта, гидрографические системы и тренажеры, автоматические идентификационные системы (АИС), морские и речные тренажеры, судовое оборудование.

Говоря о работе «Транзаса» на российском рынке, нельзя оставить без внимания деятельность ЗАО «Р.Е.Т. Кронштадт». Целью создания этой компании в 2000 г. стало активное продвижение отечественной высокотехнологичной продукции на внутреннем и международном военных морских, авиационных и сухопутных рынках вооружений. Соучредителями ЗАО «Транзас» в этом проекте стали ФГУП «Рособоронэкспорт» и ОАО «Объединенная промышленная корпорация «Оборонпром»». За последние годы компаниями ЗАО «Транзас» и ЗАО «Р.Е.Т. Кронштадт» выполнили десятки государственных контрактов на разработку и поставку систем по линии Министерства обороны, Пограничной службы ФСБ РФ, Министерства транспорта, Министерства промышленности и торговли, МЧС

«ТРАНЗАС»: ЮБИЛЕЙ ИТ-КОМПАНИИ

Морское бортовое оборудование «Транзас» успешно используется более чем на 7000 коммерческих судах по всему миру.

Свыше 3 млн. векторных карт продано пользователям по всему миру. Морская коллекция «Транзас» насчитывает более 14 000 карт. Речными электронными картами покрыто около 18 000 км внутренних водных путей. Компания «Транзас» поставила около десятка тысяч электронно-картографических систем (ЭКНИС) и уверенно удерживает 35% мирового рынка ЭКНИС.

Более 5000 тренажеров «Транзас» установлены в 300 учебно-тренажерных центрах 80 стран мира (в том числе в «Meriturva Maritime Safety Training Centre», Финляндия; ГМА им. адм. С.О. Макарова, Россия; California Maritime Academy, США; Calhoun M.E.B.A. Engineering School, США; Akademi Laut Malaysia (ALAM) и др.).



Патрульное природоохранное судно «Спрут»

«Транзас» занимает 45% мирового рынка морских коммерческих тренажеров.

Береговые системы СУДС «Транзас» успешно поставлены и функционируют более чем в 100 портах 48 стран мира.

Коммерческие исполнения ИНС и ИМС сертифицированы на класс автоматизации Е0 – «один человек на мостике» и установлены на 220 судах. Переданы в эксплуатацию Пограничной береговой охране головные образцы ИМС для кораблей «Мираж», «Спрут», «Рубин». Изготовлен головной образец ИКСУ спасательного судна ВМФ.

Российские ИТ-технологии получили международное признание, что позволяет уверенно смотреть в будущее. ■

Редакция журнала поздравляет руководителей и сотрудников компаний «Транзас» и «Р.Е.Т. Кронштадт» с юбилеем и желает им дальнейших успехов.

Редакционный совет

Сопредседатели:

В.Л. Александров, генеральный директор
ОАО «Адмиралтейские верфи»,
президент Российского НТО судостроителей
им. акад. А.Н. Крылова

К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

С.П. Алексеев, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

С.П. Андрушук, генеральный директор
ОАО «Системы управления и приборы»

Н.М. Вихров, генеральный директор
ЗАО «Канонерский судоремонтный завод»

Л.Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «СФ «Алмаз»

Г.В. Егоров, генеральный директор
ЗАО «Морское инженерное бюро СПб»

В.Н. Киреев, начальник управления ОАО «ОСК»

Л.М. Клячко, генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс»

С.Р. Комаров, председатель Совета директоров ЗАО «МНС»

Е.В. Комраков, генеральный директор
ЗАО «РЕ.Т. Кронштадт»

Э.А. Конов, директор ООО «Издательство «Мор Вест»

С.Л. Краусс, председатель Совета директоров
ООО «ИРИСОФТ»

Л.Г. Кузнецов, генеральный директор
ОАО «Компрессор»

А.П. Матлах, генеральный директор
ООО «НПО «Полярная звезда»

Г.Н. Муру, генеральный директор ОАО «51 ЦКТИС»

Н.В. Орлов, председатель
Санкт-Петербургского Морского собрания

К.М. Пономарев, директор «Германишер Ллойд» в России

В.А. Середохо, генеральный директор
ОАО «Средне-Невский судостроительный завод»

И.Г. Смирнов, генеральный директор
ОАО «Новая ЭРА»

В.А. Солонько, генеральный директор
ЗАО «НПО Севзапспецавтоматика»

В.И. Спиридопуло, генеральный директор
ОАО «Северное ПКБ»

Д.В. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

Г.В. Тарица, генеральный директор
ООО «ПКБ «Петробалт»

В.С. Татарский, генеральный директор ОАО «ЭРА»

А.Н. Тихомиров, генеральный директор
ЗАО «Транстех Нева Экспресс»

Г.Д. Филимонов, генеральный директор
ЗАО «Концерн «МорФлот»

А.Б. Фомичев, генеральный директор
ОАО «СЗ «Северная верфь»

В.В. Шаталов, генеральный директор
ОАО «КБ «Вымпел»

К.Ю. Шилов, генеральный директор
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»

А.В. Шляхтенко, генеральный директор –
генеральный конструктор ОАО «ЦМКБ «Алмаз»

В.Е. Юхнин, генеральный конструктор
ОАО «Северное ПКБ»

СОДЕРЖАНИЕ

«Транзас»: юбилей IT-компании	1
«Самый главный проект – развитие нашей компании»	6

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

Подъем флага на ПСКр «Рубин», зав. № 501 и закладка ПСКр зав. № 502	9
О возможностях и планах «Объединенной промышленной корпорации»	11
«Невская застава» на защите города	15
Строительство танкеров ледового класса на «Адмиралтейских верфях»	17
Концептуальные проекты газозовозов для перевозки сжиженного природного газа, разработанные в ОАО «Северное ПКБ»	19
Д.А. Посадов, Ю.В. Терин, В.В. Шаталов. Применение технологии и организации проектирования судов XXI в. в реалиях России	21
В.М. Сержанин. Тенденции развития корабельного состава служб береговых охран иностранных государств	25
Г.Н. Муру, Д.А. Шкодин. Использование информационной модели корабля в системе его технического обслуживания и ремонта	31
В.В. Антипов, А.Н. Ваучский, Р.А. Мыскин. Тенденции изменения сроков постройки зарубежных кораблей	33

ДВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ОАО «Системы управления и приборы»	37
Л.М. Клячко, Г.Э. Острецов. Метод управления движением корабля с «советчиком» судоводителя	39
В.И. Гольтраф, Т.А. Гончарова, А.В. Нефедович. Оценка эффективности работы операторов с системами автоматизации кораблей, судов и их оборудования на этапах создания систем	40
Е.В. Пименов, К.Б. Караваешкин. Применение CAN-технологий в морском приборостроении	45
Д.В. Вавилов. Агрегирование и взаимодействие моделей в программных инструментальных средствах имитационного моделирования	48
В.С. Жемойдо, А.Н. Князев, Ю.Н. Черныш. Перспективы развития судовой приборной техники при реализации федеральных целевых программ	50
Н.П. Шаманов, В.В. Кожемакин, И.М. Алексеенко, Н.В. Шкляров. Ядерный моноблочный паропроизводящий агрегат с кипящей активной зоной, паровым компенсатором объема и струйными средствами циркуляции	53
И.Г. Корж, Б.Н. Латычевский, Р.А. Лукин. О некоторых средствах самообороны подводных лодок	56
В.Ф. Кособоков, В.С. Коршун. Опыт создания современных электрораспределительных устройств для серии кораблей проекта 20380	61

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Р.А. Карпов, В.Н. Разуваев. Оценка безопасности морских нефтегазовых сооружений и их подсистем с использованием логико-вероятностных методов	62
---	----



А.Г. Филимонов, С.Г. Филимонов. Применение пассивных огнезащитных материалов, предотвращающих катастрофическое обрушение элементов конструкции буровых платформ через обеспечение теплоизолирующих экранов на примере МЛСП «Приразломная» 65

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

В.Ю. Бахмутов, В.П. Ленков, Е.И. Руденко. К обоснованию состава, структуры и содержания типового плана навигационно-гидрографического обеспечения объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений Арктического шельфа с учетом этапов их жизненного цикла 69

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Г.Г. Чернобыль. Цифровая верфь «РТС» («PiTiSi»): Часть 2 73

Карстен Хохкирх, Фолькер Бертрам. Оптимизация бульбообразной носовой оконечности в режиме «слоу-стиминга» 79

Май Куок Чыонг, Ю.Л. Маков. Регрессионные формулы для вычисления критических возвышений центра тяжести маломерных рыболовных судов Вьетнама 85

К.Е. Сазонов, Г.В. Тарица, В.И. Штрамбранд, И.В. Щербаков. Анализ влияния компоновки движительного комплекса ледокольного судна на работу в торолах 89

Е.А. Провада. К вопросу о вычислении ледового сопротивления судов 94

Г. В. Егоров. Линеаризация математической модели мореходно-прочностных характеристик судна 97

А.А. Арутюнян, Д.В. Суслов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев. Теоретические подходы к разработке комплексных интеллектуальных систем для решения задач оптимизации на базе универсальной интегрированной среды 101

БИЗНЕС И ПРАВО

А.Б. Грицан, С.И. Логачев, Н.А. Тарасова. Исследование уровня конкурентоспособности отечественного судостроения 104

Г.В. Тарица, К.Г. Жукова. Интегральный ресурс судостроительного предприятия 109

В.А. Мацкевич, В.П. Осипенко, Н.И. Петров. Об оценке и прогнозировании трудоемкости работ в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля 111

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

В.И. Лымарев, М.М. Ермолаев – один из основателей отечественной географии океана 116

В.С. Татарский. Внимание – мины! 120

В.И. Овчинников. Краснознаменные и гвардейские корабли в Великой Отечественной войне 122

С.П. Сирый. Девятый морской министр императорского флота России адмирал С.С. Лесовский 124

В НТО СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

Всемирная морская технологическая конференция WMTC2012 в Санкт-Петербурге 129

Главный редактор

Э.А. Конов, канд. техн. наук
Тел./факс: (812) 6004586
Факс: (812) 5711545
E-mail: morvest@gmail.com
www.morvest.korabel.ru

Редакционная коллегия

К.Г. Абрамян, д-р техн. наук, проф.
Ю.В. Баглюк, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
Ю.В. Варганов, канд. истор. наук, доцент
Е.А. Горин, д-р эконом. наук
Е.В. Игошин, канд. техн. наук
Б.П. Ионов, д-р техн. наук
Ю.Н. Кормилицин, д-р техн. наук, проф.
А.И. Короткин, д-р техн. наук, проф.
С.И. Логачев, д-р техн. наук, проф.
П.И. Малеев, д-р техн. наук
Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.
В.С. Никитин, д-р техн. наук, проф.
В.И. Поляков, д-р техн. наук, проф.
Л.А. Промыслов, канд. техн. наук
Ю.Д. Пряхин, д-р истор. наук, проф.
А.В. Пустошный, чл.-корр. РАН
К.В. Рождественский, д-р техн. наук, проф.
А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.
Ю.Ф. Тарасюк, д-р техн. наук, проф.
В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф.
Б.А. Царев, д-р техн. наук, проф.

Редакция

Тел./факс: (812) 6004586
E-mail: morvest@gmail.com

Редактор

Т.И. Ильичева

Выпускающий редактор

С.Н. Шепляков

Дизайн, верстка

С.А. Кириллов

Адрес редакции

190000, Санкт-Петербург,
наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н
Журнал зарегистрирован Министерством РФ по
делам печати, телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ
№ 77-12047 от 11 марта 2002 г.

Учредитель-издатель

ООО «Издательство "Мор Вест"»,
190000, Санкт-Петербург,
наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н.

Электронные версии журналов 2006–2010 гг.
размещены на сайте ООО «Научная электронная
библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский
индекс научного цитирования

Решением Президиума ВАК журнал «Морской вестник»
включен в перечень ведущих научных журналов и
изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
<http://vak.ed.gov.ru>

Подписка на журнал «Морской вестник»
(индекс 36093) может быть оформлена по каталогу
Агентства «Роспечать» или непосредственно
в редакции журнала через издательство «Мор Вест».

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».

Тираж 1000 экз. Заказ №

Ответственность за содержание информационных и
рекламных материалов, а также за использование
сведений, не подлежащих публикации в открытой
печати, несут авторы и рекламодатели. Перепечатка
допускается только с разрешения редакции.

Морской Вестник



№2(34)
j u n e
2 0 1 0

Morskoy Vestnik

SCIENTIFIC, ENGINEERING, INFORMATION AND ANALYTIC MAGAZINE

Editorial Council

Co-chairmen:

V.L. Alexandrov, General Director

JSC Admiralty Shipyards,
President of the Russian Scientific and Technical
Association of Shipbuilders
named after Acad. A.N. Krylov

K.P. Borisenko, Rector SPb SMTU

Council Members:

S.P. Alekseev, General Director JSC SRNHI

S.P. Andryushchuk, General Director

JSC Control System and Instrument

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

G.D. Filimonov, General Director

JSC Concern Mor Flot

A.B. Fomichev, General Director

JSC SP Severnaya Verf

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

V.N. Kireev, Head of the Project «DB» in

JSC United Shipbuilding Corporation

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

S.L. Krauss, Chairman

of the Board Directors JSC IRISOFT

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

A.P. Matlakh, General Director

JSC SPA Poliamaya Zvezda

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St.Petersburg Marine Assembly

K.M. Ponomarev, Director

Germanisher Lloyd St. Petersburg GmbH

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB «Vypel»

V.A. Seredokho, General Director

JSC Sredne-Nevisky sudostroitelny zavod

K.Yu. Shilov, General Director

JSC Concern SPA Aurora

A.V. Shliakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

I.G. Smirnov, General Director JSC New ERA

V.A. Solon'ko, General Director

JSC SPA Sevzapspezhavtomatika

Y.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

D.V. Suslov, Director JSC CRISM

G.V. Taritsa, General Director JSC PDB Petrobalt

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

V.E. Yukhnin, General Designer

JSC Severnoye Design Bureau

CONTENTS

«Tranzas»: Jubilee of IT-Company	1
«Crucial Project – Development of Our Company»	6

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

<i>Make the Colours on Border Patrol Ship № 501 and Laying the Keel of BPS № 502</i>	9
<i>On Capacities and Plans of «Integrated Industrial Corporation»</i>	11
<i>«Nevskaya Zastava» for Protection of City</i>	15
<i>Building of Ice-Breaking Tankers at «Admiralty Shipyards»</i>	17
<i>Conceptual Projects of Liquefied Natural Gas Carriers developed in Open Joint-Stock Company «Severnoe PKB»</i>	19
D.A. Posadov, Y.V. Terin, V. V. Shatalov. <i>Application of XXI Ship Technology and Design Management in Realities of Russia</i>	21
V.M. Serzhanin. <i>Foreign State Coast Guard Vessel Development Trends</i>	25
G.N. Muru, D.A. Shkodin. <i>Application of a Ship Information Model in Ship Maintenance System</i>	31
V.V. Antipov, A.N. Vauchskiy, R.A. Myskin. <i>Foreign Shipbuilding Timeframe Change Trends</i>	33

ENGINES, EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

<i>Open Joint-Stock Company «Control Systems and Equipment»</i>	37
L.M. Klyachko, G.E. Ostretsov. <i>Ship Movement Steering Method with Ship Navigator's «Adviser»</i>	39
V.I. Goljtraf, T.A. Goncharova, A.V. Nefedovich. <i>Objective of Operator Performance Efficiency Evaluation as to Ship Automation and Equipment Systems at System Development Stages</i>	40
E.V. Pimenov, K.B. Karavashkin. <i>Application of CAN-Technologies in Sea Instrumentation</i>	45
D.V. Vavilov. <i>Aggregation and Interaction of Models in Software Tools for Simulated Service Test</i>	48
V.S. Zhemoido, A.N. Knyazev, Y.N. Chernysh. <i>Ship Instrumentation Development Perspectives with Implementation of Federal Target Programs</i>	50
N.P. Shamanov, V.V. Kozhemyakin, I.M. Alexeyenko, N.V. Shklyarov. <i>Nuclear Monoblock Steam Plant with Boiling- Water Reactor, Volume Steam Compensator and Jet Circulation Aids</i>	53
I.G. Korzh, B.N. Latychevskiy, R.A. Lukin. <i>On Some Submarine Self-Defense Aids</i>	56
V.F. Kosobokov, V.S. Korshun. <i>Experience of Making Modern Power Distribution Devices for Ship Line under Project 20380</i>	61

INDUSTRIAL SAFETY

Y.A. Karpov, V.N. Razuvaev. <i>Evaluation of Sea Oil and Gas Installation and Subsystem Safety with Application of Logical and Probabilistic Approaches</i>	62
--	----



A.G. Philimonov, S.G. Philimonov. Application of Passive Fire Retardant Materials Preventing from Catastrophic Destruction of Drilling Platform Structural Elements by Using Insulation Shields in terms of MLSP «Prirazlomnaya» 65

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

V.Y. Bakhmutov, V.P. Lenjov, E.I. Rudenko. As to Justification of Composition, Structure and Contents of a Type Plan for Navigation and Hydrographic Provision and Operation of Sea Oil and Gas Deposit Facilities at Arctic Shelf with Consideration of their Life Cycle..... 69

MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

G.G. Chernobyl. Digital Shipyard «PTC» («PiTiSi»): Part 2..... 73

Carsten Khokhkirikh, Folker Bertram. Bulb Bow Shape Optimization in «Slow-Steaming» Mode..... 79

May Kuok Chyong, Y.L. Makov. Regression Formulas for Calculating the Critical Rise of the Center of Gravity of Vietnamese Light Fishing Vessels..... 85

K.E. Sazonov, G.V. Taritsa, V.I. Shtrambrand, I.V. Scherbakov. Reviewing the Influence of Ice Breaker Propulsion System Configuration on Performance in Floe-Ice Conditions..... 89

E.A. Provada. As to Issue of Calculating the Ice Resistance of Vessels 94

G.V. Egorov. Linearization of Mathematical Model of Vessel Seaworthiness and Serviceableness 97

A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavirukho, A.A. Georgiev. Theoretical Approaches to Development of Integrated Intelligent Systems for Addressing Optimization Issues on the Basis of Multi-Purpose Integrated Environment 101

BUSINESS AND LAW

A.B. Gritsan, S.I. Logachiov, N.A. Tarasova. Study of the Domestic Shipbuilding Competitiveness Level 104

G.V. Taritsa, K.G. Zhukova. Integral Lifetime of a Shipbuilding Enterprise 109

V.A. Matskevich, V.P. Osipenko, N.I. Petrov. On Evaluation and Projection of Labor Intensity in Shipbuilding Design Offices..... 111

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

V.I. Lymarev, M.M. Ermolaev – One of the Founders of Domestic Ocean Geography..... 116

V.S. Tatarskiy. Beware of Mines! 120

V.I. Ovchinnikov. Red Combat Bannered and Guard Ships in the Great Patriotic War..... 122

S.P. Siriy. The Ninth Naval Minister of Imperial Fleet of Russia, Admiral S.S. Lesovskiy 124

IN THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL ASSOCIATION OF SHIPBUILDERS

The World Maritime Technological Conference 2012 in Saint-Petersburg..... 129

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.
Phone/Fax: +7 (812) 6004586
Fax: +7 (812) 5711545
E-mail: morvest@gmail.com
www.morvest.korabel.ru

Editorial Collegium

K.G. Abramyan, D. Sc., Prof.
Y.V. Baglyuk, Ph. D.
V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.
E.A. Gorin, D. Sc.
E.V. Igoshin, Ph. D.
B.P. Ionov, D. Sc.
Y.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.
A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.
S.I. Logachev, D. Sc., Prof.
P.I. Maleev, D. Sc.
Y.I. Nechaev, D. Sc., Prof.
V.S. Nikitin, D. Sc., Prof.
V.I. Polyakov, D. Sc., Prof.
L.A. Promyslov, Ph. D.
Y.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.
A.V. Pustoshny, corresponding member of the Academy of Sciences of Russia
K.V. Rozhdvestvensky, D. Sc., Prof.
A.A. Rusetsky, D. Sc., Prof.
Y.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof.
B.A. Tzarev, D. Sc., Prof.
Y.V. Varganov, Ph. D.
Editorial staff
Phone/Fax +7 (812) 6004586
E-mail: morvest@gmail.com

Editor

T.I. Ilyichiova

Observer of publication

S.N. Shepljakov

Design, imposition

S.A. Kirillov

Editorial office

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,
190000, St. Petersburg
The magazine is registered by RF Ministry of Press,
TV and Radio Broadcasting and Means of Mass
Communications, Registration Certificate
ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"
office 13H, 84, Nab. r. Moyki,
190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2010
are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya
biblioteka" www.elibrary.ru and are also included to the
Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy
Vestnik magazine is entered on the list of the leading
scientific magazines and editions published in the
Russian Federation where basic scientific outcomes of
doctoral dissertations shall be published.
http://vak.ed.gov.ru

You can subscribe to the Morskoy Vestnik magazine
using the catalogue of "Rospechat" agency (subscription
index 36093) or directly at the editor's office via the
Morvest Publishing House.

Printed in the Printing-House "Premium-press".

Circulation 1000. Order №

Authors and advertisers are responsible for contents of
information and advertisement materials as well as for
use of information not liable to publication in open press.
Reprinting is allowed only with permission of the
editorial staff.

«САМЫЙ ГЛАВНЫЙ ПРОЕКТ – РАЗВИТИЕ НАШЕЙ КОМПАНИИ»

В преддверии юбилея группы компаний «Транзас» нам удалось побеседовать с **Андреем Белентьевым**, генеральным директором ЗАО «Транзас». Мы спросили его о перспективах морского рынка России и работы российской компании на этом рынке.

– Андрей Владимирович, поздравляем «Транзас» с юбилеем! Большие высоты достигнуты компанией. Но не спросить о трудностях мы тоже не можем: как «Транзас» переживает кризис?



– Сейчас так много говорят о кризисе, что тема становится в некоторой степени банальной. На мой взгляд, каждая компания должна регулярно проводить ревизию своей деятельности и организационной структуры. Во время экономических кризисов, которые, кстати, тоже имеют вполне прогнозируемую цикличность, заняться своей формой заставляют не только внутренние потребности, но и внешняя необходимость. Так, в 2008 – 2009 гг. компания реструктурировалась по дивизионному принципу с целью повышения управляемости при одновременном внедрении процессного подхода.

К счастью, «Транзас» подошел к 2008 г. с устойчивым ростом, и это, безусловно, помогло преодолеть осенний штормовой удар, а уже в 2009 г. благодаря финансированию федеральных целевых программ, в которых наша компания принимает участие, общий оборот не только не снизился, но и возрос, хотя и не так интенсивно, как мы планировали.

Основными проблемами для нас стали значительное повышение кредитных ставок и некоторое смятение российского финансового рынка. Использование привлеченных средств позволило

нам выдержать запланированный производственный и инвестиционный планы, но, конечно, негативно отразилось на общей эффективности бизнеса.

– В этих условиях что «Транзас» будет развивать прежде всего?

– Направления деятельности остаются прежними, а вот о глубине и качественном освоении традиционных рынков несколько слов сказать следует.

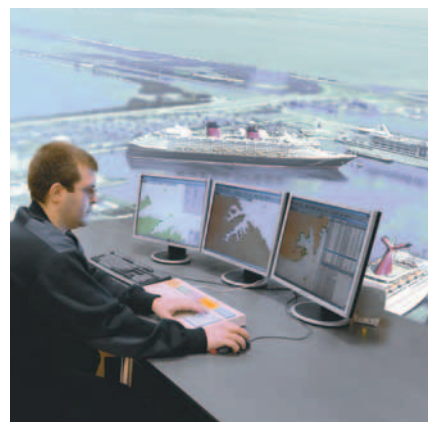
Безусловным трендом является развитие компании от традиционных решений в области навигационной безопасности к решениям комплексным, включающим общую безопасность, и, может быть, выглядит это небольшой «тавтологией», но мы шагнули от систем безопасности на транспорте к системам транспортной безопасности, что отражает современные тенденции развития отрасли. Эту тенденцию можно рассмотреть на примере шельфовых проектов.

Нахождение десятков судов, как специализированных, так и транспортных, в районе расположения буровой платформы не позволяет обеспечить общую безопасность, если не рассматривать данный сегмент как единую систему взаимодействия стационарных, надводных, подводных и летающих объектов, связанных в единой коммуникационной среде и, в конечном итоге, в единой вычислительной сети, в которой задаются строго регламентированные параметры взаимодействия.

Хорошим примером таких решений могут стать создаваемые нами интегрированные навигационные системы и комплексные системы управления судном с автоматическими принципами передачи информации в направлении

«берег–судно» и с неперенным анализом достоверности и актуальности передаваемых данных.

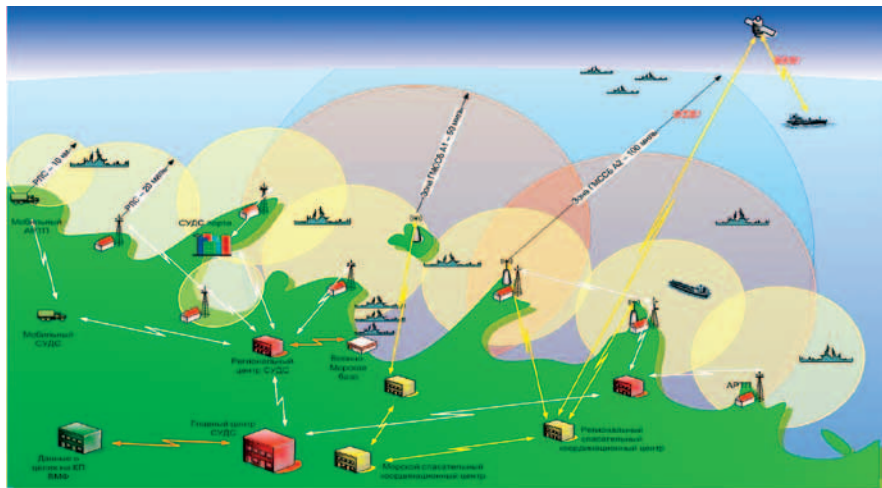
В тренажерном направлении очевидна тенденция создания виртуального пространства, в котором «живут» и интерактивно взаимодействуют математические модели различного рода, стационарные, движущиеся, процедурные. Очень интересна для нас задача развития роботехники, особенно при работе в тяжелых климатических условиях или в агрессивных средах. В общем, планов достаточно много.



Рабочее место СУДС

– А если обратиться к оценкам рынка, что можно сказать о современном морском бизнесе в России: раньше он значительно отставал от зарубежного. Есть ли сдвиги? В каких областях?

– Современный морской бизнес в России я оцениваю как возрождающийся. К сожалению, потери, которые понесла транспортная индустрия в целом и морская в частности в 90-х гг., трудно восстановимы.



Региональная система мониторинга и управления движением судов

Потери грузовых баз, линейных маршрутов, судов и судостроительных мощностей отразились также на оттоке из отрасли части квалифицированного персонала. Но, с другой стороны, сегодняшний день позволяет нам выстраивать транспортную систему, используя самые передовые технологии, вести подготовку персонала с применением самых современных инструментов средств. Я и мои коллеги смотрим в будущее с оптимизмом и принимаем вызов времени как шанс выстроить морскую транспортную инфраструктуру на новом качественном уровне.

– На практике есть сейчас государственные проекты, федеральные программы, которые могут изменить нынешнее положение морского флота?

– Они есть и выполняются, что не может не радовать, так как без государственной поддержки задачи, поставленные временем, не решить. При этом крайне важно не забывать о коммерческой привлекательности и востребованности продукции, которая создается в рамках многочисленных НИР, НИОКР и ОКР. Для нас, российской компании с международным признанием, этот фактор очевиден. Чем выше будет экспортный потенциал создаваемых российскими предприятиями устройств и технологий, тем успешнее будет развиваться судостроительная, транспортная и электронная промышленность нашей страны.

– Какую часть в общем пакете заказов на российском рынке составляют заказы государственные, военные?

– Примерно 70 % на данный момент составляют государственные и связанные с государственными проектами заказы. Кстати, на международном рынке мы в большем объеме выполняем коммерческие проекты, долю их можно оценить в 90%. Российский рынок, по моему мнению, будет развиваться в коммерческую сторону, но, как я уже говорил, государство помогает его формировать.

– В чем отличие работы с государственными заказчиками?

– Я бы отметил следующие: скорость принятия решений по сравнению с коммерческими заказами достаточно низкая, документальная часть и формализация высока, но это ни в коем случае не критика. Существуют правила игры, и им необходимо следовать. К слову, такие же, а в некоторых случаях даже более глубокие, проблемы существуют в любой государственной структуре за рубежом. И это объяснимо.

– Частный морской бизнес: можно ли назвать в свою очередь его достаточно развитым?

– По моему мнению, рынок находится в стадии формирования. Принципы, которые мы стараемся закладывать в процессе деятельности, немногим отличаются от международных и общепринятых.

Если будет много добываться, строиться, перевозиться, и мы, и наши коллеги по цеху найдут свое место.

– Стоит вернуться к вашей компании: проекты за всю историю «Транзаса» вы назвали бы самыми главными?

– Самым главным проектом я бы назвал создание и развитие нашей компании.



Создатели интегрированных систем

Этот проект живет и развивается благодаря коллективу, объединенному одной целью и политике основателей и владельцев компании, которые и сегодня активно и эффективно трудятся, реализуя поставленные задачи.

Результатом этого главного проекта являются тысячи реализованных подпроектов, приносящих поль-

городный прагматизм в их реализации и, конечно же, настрой быть лучшими в своей области.

Проблемы в работе бывают самые разные, но главное уметь находить их решения, это мы и наши партнеры умеем делать, что очень важно, особенно в периоды нестабильности и потрясений.

Но я не стал бы заострять внимание на проблемах именно нашего восприятия экономики. В любой стране, а мы оперируем в более чем в 100 странах мира, существуют свои особенности, японские, китайские, американские, африканские и т.д. Самое главное понять заказчиков и выдать им решение их задач, а не решать свои, и тогда все получается.



Комплексный тренажер подготовки экипажа и боевых расчетов корабля

зу и блага предприятиям и работникам, их использующих. Безопасность не может быть маленькой или большой, она должна быть комплексной, и каждый ее элемент имеет несомненную важность.

К успеху «Транзас» привели смелый подход к решению сложных задач, бла-

– Подведем итоги?

– В завершение разговора я просто хочу поблагодарить редакцию за предоставленную возможность высказаться, а всех партнеров – за совместную продуктивную работу на благо нашего государства и каждого гражданина. С юбилеем, «Транзас»! ■

12 мая 2010 г. на ОАО «Судо-
строительная фирма «Алмаз»
состоялись торжественные ме-
роприятия, посвященные церемо-
нии подъема флага на ПСКР проекта
22460 «Рубин», зав. № 501 и церемо-
нии закладки ПСКР проекта 22460,
зав. № 502.

Первый серийный пограничный
сторожевой корабль проекта 22460 для
пограничной службы ФСБ России был
заложен 12 мая на стапелях Судострои-
тельной фирмы «Алмаз». Одновремен-
но с этим на предприятии состоялись
мероприятия, посвященные церемонии
подъема флага на головном погранич-
ном сторожевом корабле проекта 22460
«Рубин». Этот корабль поступает в рас-
поряжение Черноморско-Азовского уп-
равления береговой охраны погранич-
ной службы ФСБ РФ.

Пограничный сторожевой корабль
проекта 22460 спроектирован Север-
ным проектно-конструкторским бюро
(г. Санкт-Петербург) и предназначен
для охраны государственной границы
и территориального моря, а также для
борьбы с терроризмом и пиратством.

ПОДЪЕМ ФЛАГА НА ПСКР «РУБИН», ЗАВ. № 501 И ЗАКЛАДКА ПСКР ЗАВ. № 502



Водоизмещение корабля 630 тонн,
скорость хода 30 узлов, дальность пла-
вания 3500 миль, автономность 30 су-
ток, длина 62,5 метра.

Корабль оборудован самыми сов-
ременными средствами навигации
и связи, имеет на борту вертолет,
систему автоматизации управления
кораблем.

Планируется осуществить серийное
строительство 25 единиц кораблей дан-
ного проекта.

На торжественных мероприяти-
ях присутствовали Губернатор горо-
да В.И. Матвиенко, Директор ФСБ
РФ А.В. Бортников, первый заместитель
директора – руководитель Пограничной
службы ФСБ РФ В.Е. Проничев.



31 марта 2010 г. на «Северной верфи» состоялся торжественный спуск на воду первого серийного корвета проекта 20380 «Сообразительный».

Об этом знаменательном событии и планах на будущее главный редактор журнала «Морской Вестник» Эдуард Конов взял интервью у директора проекта «Судостроение» «Объединенной промышленной корпорации», генерального директора «Северной верфи» и Балтийского завода Андрея Фомичева.

В состав судостроительных активов «Объединенной промышленной корпорации» («ОПК») входят два крупнейших судостроительных предприятия Санкт-Петербурга: ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»» и ОАО «Балтийский завод», имеющие более чем столетний опыт строительства кораблей и судов разных классов и назначения, а также проектное бюро ОАО «ЦКБ «Айсберг»» – разработчик десятков проектов судов ледокольного флота, включая атомные ледоколы и плавучие атомные электростанции для северных широт.

– На верфи спустили на воду первый серийный корвет проекта 20380 «Сообразительный». В чем его уникальность?



– Прежде всего проект 20380, к которому относятся «Сообразительный» и головной корабль серии «Стережущий», который уже несет службу на флоте, не является «перелицовкой» старых советских проектов. Он был разработан в Центральном Морском конструкторском бюро «Алмаз» уже в новой России. В корвете используется технология «Стелс», снижающая радиолокационную заметность за счет применения композитных конструкционных материалов, поглощающих и рассеивающих радиоволны РЛС, а также благодаря созданию рациональной формы корпуса и надстроек. В процессе конструирования корабля был внедрен

О ВОЗМОЖНОСТЯХ И ПЛАНАХ «ОБЪЕДИНЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ»

ОАО «СЗ «Северная верфь»»,
контакт. тел. (812) 3242914

21 патент на изобретение и выдано 14 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. Высокая автоматизация систем управления корветом и ведения огня позволяет сократить численность экипажа. Наконец, корветы оснащены самым современным оружием в основном российской, а не советской разработки. Это вооружение, включая палубный вертолет, позволяет корвету успешно поражать надводные, подводные, воздушные и береговые цели, вести боевые действия в составе ударной группы или самостоятельно, в том числе против кораблей противника более тяжелых «весовых» категорий.

На верфях «ОПК» размещен госзаказ еще на корветы данной серии – «Бойкий» и «Стойкий».

екта 20380, по которому строятся корабли для ВМФ, имеется экспортный вариант – проект 20382 «Тигр». Он вызывает огромный интерес у иностранных заказчиков. По оценкам зарубежных специалистов, у кораблей проекта 20382 нет и в обозримом будущем не появится конкурентов на глобальном рынке вооружений. Поэтому экспортный потенциал корветов «Тигр» оценивается очень высоко – от нескольких миллиардов до двух-трех десятков миллиардов долларов.

– Означает ли это, что Россия получит новые конкурентные преимущества на мировом рынке оружия?

– Безусловно! До последнего времени в рамках военно-технического сотрудничества Россия поставляла зару-



Главком Военно-Морского Флота России адмирал Владимир Сергеевич Высоцкий сказал, что корветы морской зоны проекта 20380 составят основу ВМФ России до 2030 г. По оценке руководства ВМФ, отечественному флоту необходимо несколько десятков новых корветов. Иными словами, верфи «ОПК» положили начало не просто серийному строительству надводных кораблей в новой России, а крупносерийному производству.

– А как выглядит корвет по сравнению с зарубежными аналогами?

– Эти корабли уникальны по техническим и боевым характеристикам не только для Российского ВМФ. У про-

бежным клиентам в основном добротное модернизированное оружие советской разработки. Конкуренты России за рубежом ожидали, что уже в следующем десятилетии потенциал модернизации будет полностью исчерпан. Тогда, по их представлениям, Россия начала бы терять партнеров по военно-техническому сотрудничеству и постепенно ушла бы с рынка вооружений. Создание корветов проекта 20380 и разработка экспортного варианта 20382 означают, что у Российской Федерации начинают появляться высоко конкурентные «военные товары», отвечающие всем требованиям XXI века. Они не только позволяют нашей стране сохранить ее нынешние позиции

в глобальной системе торговли вооружениями, но, скорее всего, приведут к расширению роли в глобальном военнотехническом сотрудничестве.

– По каким еще направлениям работает «Объединенная промышленная корпорация» в сфере военного кораблестроения?

– Основными направлениями работы «ОПК» в сфере кораблестроения являются расширение серийного производства корветов проекта 20380 и их модернизированных версий, фрегатов проекта 22350, участие в военнотехническом сотрудничестве, выполнение ремонтов и модернизации кораблей ВМФ РФ и ВМС других стран. Нами освоены методики создания электронных 3D-моделей кораблей любых производителей, не имевшихся ранее, с применением операции «реинжиниринга» и лазерных сканеров.

Создана система организационной и конструкторско-технологической поддержки производства на основе GALS-технологий (Continuous Acquisition and Life cycle Support), соответствующая западным стандартам. Мы заинтересованы в получении заказа от морских сил Пограничной службы ФСБ РФ на строительство корабля первого ранга охраны исключительной экономической зоны, и при этом уверены, что сумеем выполнить его в короткие сроки, с хорошими экономическими показателями и высоким качеством. В 2009 г. Федеральная служба по оборонному заказу (Рособоронзаказ) утвердила «Северную верфь» в качестве единственного поставщика фрегатов проекта 22350.

Верфи «ОПК» акцептованы Федеральным агентством по промышленности и «Рособоронэкспортом» по 10 направлениям военнотехнического сотрудничества как потенциальный подрядчик по разным заказам и для разных стран. Верфи «ОПК» продолжают строительство для отечественного флота океанского фрегата проекта 22350 «Адмирал Флота Советского Союза Горшков», строят головное судно связи, начато строительство второго фрегата проекта 22350 «Адмирал Касатонов».

Ведется серьезная работа и по линии военнотехнического сотрудничества. В настоящее время ведутся работы по модернизации нескольких кораблей для ВМС Алжира. Для реализации контракта с АНДР впервые в отрасли судостроения был выполнен комплекс работ по созданию системы организационной и конструкторско-технологической поддержки производства на основе GALS-технологий. Созданные электронные модели кораблей, построенных около тридцати лет назад и подлежащих ремонту, позволили:

– произвести объективную дефектацию и описать фактическое поштучное состояние кораблей;

– вписать ремонтное производство в единое электронное информационное пространство верфи;

– сформировать 3D-модель корпуса, по которой обеспечена возможность формирования отдельных секций корпуса, подлежащих замене в сборе;

– оптимизировать процессы управления затратами и закупками комплектующих изделий;

– организовать интеграцию всех участников (заказчик–проектант–верфь–поставщики комплектующих изделий–эксплуатация и утилизация) жизненного цикла изделия, прошедшего модернизационно-восстановительный ремонт и не имевшего ранее документации в электронном виде, в информационное пространство в режиме on-line. Это позволило перевести эксплуатацию кораблей на современный технический уровень и удовлетворить перспективные требования заказчика. Впервые в отрасли, в условиях отсутствия плазовых данных (в частности по нишам успокоителей качки и выкружкам гребных валов) проведены операции «реинжиниринга» с применением лазерных сканеров и последующим 3D-моделированием. На базе полученных данных задачи раскроя заменяемых листов были интегрированы в единую систему управления верфью, а также разработаны средства гибки листов. Указанное стало возможным только благодаря многолетнему планомерному внедрению в производство цифровых интеллектуальных технологий.

– Немного о гражданском судостроении. Сегодня в мире активно обсуждается перспектива освоения шельфовых месторождений углеводородов. Для этого потребуется серьезная инфраструктура, в том числе, транспортная. Какие в этой связи планы «ОПК»?

– На заседании Совета безопасности 17 марта 2010 года Д.А. Медведев констатировал: «Сегодня полярные страны предпринимают активные шаги по расширению своего научно-исследовательского, экономического и даже военного присутствия в зоне Арктики. При этом, к сожалению, наблюдаются попытки ограничить доступ России к разработке и освоению арктических месторождений, что недопустимо с правовой точки зрения и несправедливо географического положения и самой истории нашей страны».

Такая ситуация заставляет еще раз вернуться к проблеме создания линейки морской техники для обеспечения добычи и транспортировки углеводородов. В состав такой линейки наряду с буровыми платформами различных типов должны входить ледоколы, танкеры, суда-газовозы, суда снабжения

платформ, дешевые источники энергии и многие другие суда, корабли охраны. По нашему мнению, предприятия судостроения «ОПК» могут ответственно претендовать на одну из ведущих ролей в реализации указанных задач.

ЦКБ «Айсберг» развернуты работы по созданию атомного двухосадочного ледокола нового поколения проекта 22600.

В настоящий момент Балтийский завод ведет строительство головного образца плавучего энергетического блока (ПЭБ), предназначенного для работы в составе атомной теплоэлектростанции и обеспечивающего на номинальной мощности выдачу в береговые сети 60 МВт электроэнергии и 50 Гкал/ч тепловой энергии для нагрева теплофикационной воды. Срок службы ПЭБ составляет около 40 лет.

С 2004 года ОАО «СЗ «Северная верфь»» активно занимается освоением технологии строительства на экспорт судов снабжения типа PSV грузоподъемностью от 3000 т и выше для буровых морских платформ. Пройдя путь от голого корпуса к корпусам с насыщением, затем к поставке судов «под ключ», «Северная верфь» впервые в отечественном судостроении обеспечила себе вход на европейский рынок, удовлетворив норвежского заказчика приемлемой ценой. При этом в распоряжении верфи остаются определенное количество специальной оснастки, отработанные технологии и, что самое главное, опыт полноформатного строительства современных судов-снабженцев, практически отсутствующий в отечественном судостроении.

Кроме того, в сотрудничестве с ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и финским проектным бюро «Aker Arctic» проработан ряд проектов многоцелевых судов снабжения ледового класса для обслуживания месторождений на шельфе Арктики и Сахалина. Эти проекты судов предложены к поставке ОАО «Совкомфлот» в рамках имеющегося Соглашения о сотрудничестве.

В сотрудничестве с ведущими зарубежными компаниями, в частности «GE Oil & Gaz» (Норвегия), «ОПК» ведет подготовку к совместному изготовлению глубоководного оборудования для шельфовой добычи углеводородов: темплетов и манифольдов. Она ведется в рамках организованной компанией «Штокман Девелопмент АГ» тендера по обустройству Штокмановского месторождения. Ведутся переговоры с концерном «Saipem» по участию предприятий «ОПК» в изготовлении насыщенных модулей надстройки для плавучего производственного комплекса (FPU), также предназначенного для Штокмановского месторождения.

– Что конкретно в связи с этим предпринимает и собирается предпринимать государство?

– Россия располагает самым крупным по численности ледокольным флотом. В его состав входят порядка 40 судов различных классов и назначений. К тому же Россия – единственная страна, имеющая ледоколы с атомными энергетическими установками. Действующий атомный ледокольный флот России насчитывает шесть атомных ледоколов, один контейнеровоз и четыре судна технологического обслуживания. Подавляющее большинство атомных ледоколов (за исключением «Ленина») было построено на Балтийском заводе. Самый большой в мире атомоход «50 лет Победы» «ОПК» передала заказчику – государству – в марте 2007 года.

Максимальная толщина льда, которую способен преодолевать ледокол, составляет 2,8 м. До появления этого судна, атомные ледоколы были способны ломать лед толщиной не более 2 м.

Но, несмотря на то, что сдача ледокола «50 лет Победы» стала настоящим прорывом в обновлении ледокольного флота, надо признать, что его состав является «списочным»: за последнее время выведены из эксплуатации первый советский атомный ледокол «Ленин», ледоколы «Сибирь» и «Арктика», плавбазы «Лепсе» и «Володарский». В 2013 году «на пенсию» отправятся атомоходы «Таймыр» и «Вайгач». Без пополнения атомного ледокольного флота в его составе к 2018 г. осталось бы всего два судна – «Ямал» и «50 лет Победы».

Российское правительство приняло решение о строительстве серии новых атомных ледокольных судов мощностью по 60 МВт. В 2007 году была завершена разработка эскизного проекта новых атомоходов. В 2008 году началась разработка технического проекта. Она завершится в 2009 году. До 2020 года предполагается построить три универсальных атомохода мощностью по 60 МВт, а также один ледокол-лидер мощностью 110 МВт. Пока нет правительственного решения о том, где будут размещаться заказы на все эти суда. Много аргументов в пользу того, что значительная часть новых ледоколов, как атомных, так и «обыкновенных», должна быть построена на верфях «ОПК».

– А как обстоит дело с «обыкновенными» ледоколами?

– Очевидная проблема неатомного ледокольного флота России – солидный возраст. Кроме того, практически все дизельные и дизель-электрические ледоколы были построены за рубежом. Поэтому строительство новых неатомных ледоколов могло бы стать второй серьезной проблемой флота. Построенные на верфях «ОПК» дизель-электрические ледоколы проекта 21900 «Москва» и «Санкт-Петербург», мощностью 16 МВт, стали первыми на отечественных заво-



дах, более чем за 30 лет. Корпуса ледоколов спроектированы с учетом новых технологических разработок по снижению энергозатрат на разрушение льда и улучшению эксплуатационных качеств судна, оснащены двумя полноповоротными винторулевыми колонками, что обеспечивает им повышенную маневренность. Ледоколы рассчитаны на толщину проходимого льда более метра. Важность события подтверждается присутствием на передаче второго ледокола премьер-министра В.В. Путина. На базе проекта 21900 в настоящий момент разработан ледокол мощностью 25 МВт.

– Как можно оценить потребности России в ледокольном флоте, как атомном, так и неатомном?

– Конечно, строительство на верфях «ОПК» трех новых ледоколов (атомного, а также двух дизель-электрических) – это исключительно важный, но при этом только первый шаг в государственном деле обновления и модернизации ледокольного флота России. По оценкам экспертов вице-преьера С.Б. Иванова, который возглавляет Морскую коллегию при правительстве России, речь должна идти о 80 транспортных судах ледового класса, в том числе 14 ледоколов, как атомных, так и дизель-электрических. В «Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу» масштабы намеченного ледокольного строительства были расширены. В документе говорится, цитирую: «Всего для выполнения прогнозируемых объемов работ на период до 2030 г. по транспортировке углеводородов континентального шельфа России потребность в специализированных транспортных судах арктического плавания составляет около 90 единиц суммарным дедвейтом около 4 млн. тонн и обслуживающего флота – около 140 единиц. Кроме того, необходимо будет построить 10–12 новых ледоколов (в со-

вокупности с ледоколами различных типов, которые будут обеспечивать транспортные морские перевозки, их потребуются более 40 единиц)».

– Предполагают ли эти планы модернизацию имеющихся производств?

– «ОПК» запланировала на период до 2015 года глубокую реконструкцию и модернизацию действующих мощностей судостроительного завода «Северная верфь» без остановки действующего производства. В результате на территории завода появится современный судостроительный комплекс, способный строить крупнотоннажные суда, включая суда-газовозы при годовом объеме производства не менее 500 тыс. т дедвейта. Проект создания нового судостроительного комплекса разрабатывается ведущими проектными институтами. Одновременно ведется активная работа по вопросам подготовки строительства на мощностях заводов «ОПК» судов-газовозов вместимостью 155–216 тыс. м³ СПГ по программе комплексного освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения.

– Насколько готовы российские судостроители к таким объемам?

Могу отвечать только за предприятия «ОПК». Они имеют уникальный для России и всего мира опыт строительства ледоколов с атомными энергетическими установками, стали отечественными первопроходцами в деле сооружения дизель-электрических ледоколов. Кроме того, как я уже говорил, проходит глубокая модернизация производственных мощностей. По сути, «ОПК» сможет самостоятельно и на доказанном высоком уровне выполнить ледокольную судостроительную программу. В части военного кораблестроения, верфи «ОПК» имеют достаточно мощностей для увеличения программы по государственному оборонному заказу как минимум в три раза. ■

История буксира ледового класса для аварийной службы по ликвидации разливов нефтепродуктов «Невская застава» началась в июле 2007 г., когда ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»» выиграло тендер и подписало контракт на его строительство. Заказчиком судна стал Комитет по природопользованию, Охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга и гидрометеорологов.

Необходимость создания такого буксира возникла в связи с ежегодной проблемой образования заторно-зажорных явлений на р. Неве в период с ноября по март и угрозой подтопления территории Невского района, а также в связи с невозможностью оперативной ликвидации нефтеразливов в ледовых условиях.

Буксир ледового класса пр. 2805 предназначен для ликвидации разливов нефтепродуктов на акватории Санкт-Петербурга, разрушения и ликвидации ледовых образований у мест забора воды из р. Невы, тушения пожаров (в том числе на высокобортных судах), прокладывания каналов для экстренной ледовой проводки судов после закрытия навигации по р. Неве и Волго-Балтийскому водному пути.

Буксир спроектирован специализированной проектной организацией ОАО «Инженерный центр судостроения» на класс по Российскому Речному Регистру ✦ М-СП-3,5 (лед) А в интересах Санкт-Петербурга.

Основные характеристики судна

Длина габаритная, м	41
Ширина габаритная, м	11,6
Высота борта, м	5,2
Мощность гл. двигателей, кВт.....	2×1800
Численность команды, чел.	9



«НЕВСКАЯ ЗАСТАВА» НА ЗАЩИТЕ ГОРОДА

**ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»»,
контакт. тел. (812) 2354820**

30 ноября 2007 г. на фирме «Алмаз» состоялась торжественная закладка этого буксира.

А в октябре 2009 г. на предприятии состоялся его спуск на воду.

Таким образом, буксир был построен судостроителями «Алмаза» для родного города в кратчайшие сроки и по очень умеренной цене.

27 марта 2010 г. губернатор Санкт-Петербурга В.И. Матвиенко приехала на верфь, чтобы с борта ледокола посмотреть ледовую обстановку на Неве. Вместе с губернатором на

буксире был и председатель Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Д.А. Голубев. Он подчеркнул, что судно такого класса давно нужно Петербургу для обеспечения экологической безопасности городских акваторий, в том числе зимой, и для выполнения аварийно-спасательных работ. Одна из серьезных экологических проблем города – это риск затопления прибрежной зоны вдоль Невы из-за зажорных явлений. При этом подъем



уровня воды в реке иногда достигал 3–3,5 м.

Справиться с этими проблемами и признан ледокол «Невская застава». Он будет бороться с зажорами и заторами на Неве, разрушая кромку льда и «формируя канал по его спуску», – обозначил сегодняшнюю миссию нового судна Дмитрий Голубев.

Впрочем, не только борьба с ледовой стихией – удел данного судна, ледокол может также участвовать в тушении пожаров, с него можно выполнять работы по ремонту подводных сетей коммуникаций в зимний период и, кроме того, данное судно будет служить защитой при нефтеразливах.

После передачи буксира ледового класса городу он сразу приступит к выполнению своих функций. ■

На ОАО «Адмиралтейские верфи» – одной из старейших верфей Европы, основанной в 1704 г. Петром I, было построено к сегодняшнему дню более 2600 судов и кораблей различных типов и классов.

Ныне «Адмиралтейские верфи» – это современное высокотехнологичное многопрофильное предприятие, успешно работающее как на российском, так и на мировом рынках. Его производственные мощности и оснащение позволяют строить суда, отвечающие всем современным международным требованиям.

ОАО «Адмиралтейские верфи» располагает стратегией развития судостроения до 2016 г., основной целью которой является создание современного, высокоэффективного судостроительного комплекса по постройке кораблей и судов различного класса и водоизмещения.

Предприятием накоплен и сохранен опыт строительства уникальных судов и кораблей, в том числе и усиленного ледового класса, большой серии портовых и научно-исследовательских ледоколов, ледокольных пограничных сторожевых кораблей. В последние годы деятельность верфи была направлена на строительство танкерного флота. С 1994 по 2008 г. российским и иностранным заказчикам был передан 21 танкер дедвейтом от 7000 до 47 400 т, в том числе 5 арктических танкеров дедвейтом 20 000 т.

«Адмиралтейские верфи» в процессе постройки танкеров для компании «Лукойл» накопили большой опыт строительства арктических судов, а также знания специфики их эксплуатации. По отзывам судовладельцев, суда постройки «Адмиралтейских верфей» выгодно отличаются от своих конкурентов не только высоким качеством и надежностью, но и уникальными инженерными решениями, обеспечившими их успешную работу в Арктике. В частности, на танкерах «Усинск» и «Саратов», построенных на предприятии, было установлено устройство носового приема груза в арктическом исполнении, успешно эксплуатировавшееся при вывозе нефти с Варандейского терминала.

На верфях для компании «Совкомфлот» с 2003 по 2008 г. построено восемь танкеров-продуктовозов пр. 05-55 дедвейтом 47 400 т.

В настоящее время на верфи реализуется проект танкера дедвейтом 70 тыс. т. Проект этого судна во многом является уникальным. В его основу положен принцип двойного действия (DASTM) – это принципиально новая технология эксплуатации судна, запатентованная фин-

СТРОИТЕЛЬСТВО ТАНКЕРОВ ЛЕДОВОГО КЛАССА НА «АДМИРАЛТЕЙСКИХ ВЕРФЯХ»

ОАО «Адмиралтейские верфи»,
контакт. тел. (812) 7148863

скими судостроителями, согласно которой судно в воде, свободной ото льда, движется носом вперед, а в ледовых полях – кормой. В этом случае на свободной воде достигается снижение сопротивления судна за счет применения оптимальной формы носовой оконечности, а для движения в тяжелых ледовых условиях кормой вперед требуется меньшая мощность энергетической установки за счет эффекта размыва льда специально спроектированными винторулевыми колонками. В нашем случае уменьшение мощности энергетической установки составило около 7000 кВт.

Судно спроектировано для самостоятельной круглогодичной транспортировки в арктических условиях сырой нефти, нефтепродуктов и газового конденсата удельной плотностью от 0,70 до 1,025 т/м³ и возможностью одновременной загрузки, транспортировки и выгрузки трех сортов груза.

Основное назначение судна – прием нефти со стационарной нефтедобывающей платформы «Приразломная» через носовое погрузочное устройство судна, транспортировка нефти до плавучего объекта – хранилища в порт Мурманск, выгрузка перевозимого груза через бортовые трубопроводы.

Основные районы плавания – Баренцево море и другие арктические моря, но специально оговорена возможность эксплуатации без ограничения района плавания.

Основные характеристики танкера

Длина наибольшая, м.....	257,44
Длина между перпендикулярами, м.....	236,03
Ширина, м.....	34
Осадка по КВЛ, м.....	14
Высота корпуса на миделе, м.....	20,8
Габаритная высота от основной плоскости, м.....	53,8
Грузовместимость нетто, м ³	87 576
Дедвейт, т.....	70 000

Одна из особенностей – наличие на нем специально спроектированного для работы с платформой усовершенствованного носового погрузочного устройства, которое обеспечивает работу танкера практически с любым морским

терминалом, включая терминалы Северного моря и Варандейский. Прием нефти с «Приразломной» обеспечивается системой динамического позиционирования по данным комплекса телеметрии с платформы. Ход операции контролируется дистанционно с терминала на ходовом мостике. Производительность носового погрузочного устройства составляет 10 000 м³/ч.

Жилые помещения судна рассчитаны на экипаж из 35 человек, включая лоцманов, судовладельца и практикантов.

Для реализации проекта ОАО «Адмиралтейские верфи» потребовалось решить ряд сложных технических проблем:

- провести капитальную реконструкцию наклонного стапеля, позволившую выполнить успешный спуск танкеров проекта Р-70046 спусковым весом до 25 тыс. т – рекордным за всю историю предприятия;

- приобрести крановое оборудование;

- реконструировать энергоснабжение достроечной набережной с увеличением потребляемой мощности;

- выполнить дноуглубительные работы.

Финансирование указанных мероприятий было осуществлено из чистой прибыли предприятия и составило порядка 1,1 млрд.руб.

В период с 21 декабря 2009 г. по 7 января 2010 г. были проведены заводские ходовые испытания танкера «Михаил Ульянов». Они проходили в условиях, приближенных к условиям его реальной эксплуатации. Судно подтвердило спецификационные характеристики, а 26 февраля 2010 г. был подписан приемный акт и судно передано заказчику.

Когда шла подготовка «Михаила Ульянова» к выходу в море, на предприятии состоялась торжественная церемония спуска на воду второго танкера серии – «Кирилл Лавров», в которой принял участие Председатель правительства РФ В.В. Путин, который затем провел на ОАО «Адмиралтейские верфи» выездное заседание правительства, посвященное развитию российского военного кораблестроения. ■



В последнее время в связи с активным обсуждением планов поставок российского сжиженного природного газа (СПГ) потребителям в Западной Европе и Америке перед отечественными проектными организациями с особой актуальностью встает задача создания проектов судов для перевозки СПГ. Необходимо особо подчеркнуть, что раньше в нашей стране подобные суда не проектировались и не строились.

СПГ по своим свойствам резко отличается от любых других перевозимых на судах грузов. Особенные свойства СПГ, такие как низкая температура транспортировки (-163°C) и повышенная взрыво- и пожароопасность предъявляет особые требования ко многим техническим решениям, применяющимся при проектировании судна. Кроме этого сжиженный природный газ, будучи энергетическим сырьем, перевозится в значительных количествах, что приводит к необходимости создания судов больших размеров и грузоподъемности вплоть до 250 тыс. м³.

К сожалению, существующие в настоящее время отечественные судостроительные заводы имеют определенные ограничения размеров построечных мест и без существенной реконструкции способны построить только относительно небольшие, по грузовым меркам, суда грузоподъемностью до 80 тыс. м³, потребность в которых на рынке перевозки СПГ весьма ограничена.

При проектировании газозовозов для перевозки СПГ необходимо решить ряд принципиальных задач. И первой в этом перечне стоит задача выбора типа грузовых танков, от которых полностью зависят архитектурно-конструктивные особенности будущего судна. При решении этой важнейшей задачи необходимо учитывать целый ряд обстоятельств, таких как надежность конструкции, технологичность, экономические показатели судна в целом и т.д. В настоящее время в мире широко используются три основных типа систем хранения груза: сферические вкладные танки типа Moss, призматические вкладные танки типа SPB, мембранные грузовые танки фирмы GTT. Все типы грузовых танков, представленные на рынке, имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Выбор наиболее рациональной системы хранения груза целесообразнее проводить не на основе сравнения грузовых систем как таковых, а на основе проработок нескольких вариантов судна с различными типами грузовых танков, созданных для определенной линии с заданным грузопотоком и физико-географическими особенностями района предполагаемой эксплуатации. Кроме указанного, для отечественного судостроения немаловажен вопрос объема первоначальных вложений для освоения нового производства и, соответственно, его дальнейшей окупаемости. Очевидно, что судовладелец не заинтересован в существенном повышении цены на судно из-за необходимости учитывать дополнительные затраты на освоение новых производств. В этом случае система хранения груза с наименьшими первоначальными затратами может приобрести некоторые дополнительные преимущества.

Следуя данному подходу, следует отметить, что использование мембранных технологий или призматических вкладных танков на проектируемых отечественных газозовозах представляется более рациональным, так как эти технологии имеют наиболее высокие показатели использования полезного объема судна, соответственно, варианты судов с применением данной технологии хранения груза имеют лучшие экономические показатели. Кроме этого, подготовка и освоение производства грузовых емкостей данных типов потребует существенно меньших капитальных вложений.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ ГАЗОВОЗОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА, РАЗРАБОТАННЫЕ В ОАО «СЕВЕРНОЕ ПКБ»

ОАО «Северное ПКБ»,
контакт. тел. (812) 7846774

Второй важнейшей задачей, встающей перед проектировщиком, является вопрос о выборе типа и состава энергетической установки будущего газозовоза. Основные требования, предъявляемые к ГЭУ, – это гибкость и эффективность, а также способность приспосабливаться к различным скоростям судна и альтернативным рабочим профилям. Дополнительным немаловажным моментом при выборе ГЭУ для газозовоза является необходимость учета испаряющегося в процессе транспортировки природного газа. Какая бы не была выбрана пропульсивная установка, важно наиболее полезно использовать этот испаряющийся газ. Существуют два варианта: либо с использованием газа в качестве топлива, либо с его повторным сжижением. В течение многих лет паровой котел был простейшим решением проблемы. Эта особенность долгое время была препятствием для внедрения других пропульсивных систем на суда для перевозки СПГ, вследствие чего паровые турбины становились стандартным вариантом для газозовозов.

Основной недостаток традиционной паротурбинной установки – ее низкая эффективность, а отсюда – высокий уровень расхода топлива. Нехватка альтернативных методов использования испаряющегося газа привела к мысли о том, что испаряющимся газом можно пользоваться без ограничений. Появление альтернативных методов использования испаряющегося газа вызвало изменение этого предположения. Более того, количество испаряющегося газа на современных судах для перевозки СПГ уменьшается благодаря успехам в применении технологий изоляции танков и их проектирования.

В результате наблюдается нехватка природного испаряющегося газа для обеспечения пропульсивной мощности, требуемой для достижения относительно высоких эксплуатационных скоростей судов. Таким образом, для обеспечения котлов топливом необходимы принудительно испаряющийся газ или тяжелое топливо, что повышает эксплуатационную стоимость газозовоза.

Также следует учитывать аспекты охраны окружающей среды. Высокий уровень расхода паротурбинной установки приводит непосредственно к высокому уровню выброса CO_2 , что становится еще большим препятствием для ее использования в будущем. Хотя уровень выбросов NO_x традиционных судов для перевозки СПГ очень низок вследствие характеристик горения котлов, выбросы SO_x значительны из-за тяжелого топлива, используемого для обеспечения потребности в энергии.

Среди прочих аргументов против паровой установки, которые часто можно услышать, – отсутствие компетентных паровых техников, плохие характеристики маневрирования и ограниченное пропульсивное резервирование.

Одна из наиболее интересных альтернатив как с технической, так и экономической точек зрения – это сочетание двухтопливных двигателей и электрической пропульсивной установки.

Электрическая пропульсивная установка позволяет, несомненно, альтернативы расположения механизмов. Также при разделенных машинных отделениях и вспомогательных системах легко обеспечить требуемый уровень резервирования. В качестве привода генераторов используются двухтопливные дизельные двигатели низкого давления, которые могут работать на либо испаряющемся газе, либо дизельном топливе. При электрической пропульсивной установке нет необходимости использовать отдельные вспомогательные генераторные установки, поэтому общая установленная мощность может быть снижена. При проведении грузовых операций одной генераторной установки достаточно, чтобы обеспечивать необходимым количеством энергии всех потребителей.

Система электрического привода обеспечена соответствующим резервированием, и поэтому может быть выбрана одновинтовая электрическая пропульсивная установка с винтом фиксированного шага. При этом гребные электродвигатели спарены с помощью суммирующего редуктора. Электрические двигатели могут также быть с двойной обмоткой для дополнительного резервирования. Установка характеризуется высокой эффективностью, безопасностью и гибким использованием установленных главных механизмов. В дополнение к этому существует возможность осуществлять профилактическое техобслуживание и ремонт в море и во время захода в порт, что не реально при использовании паровой установки или других альтернатив с одним двигателем.

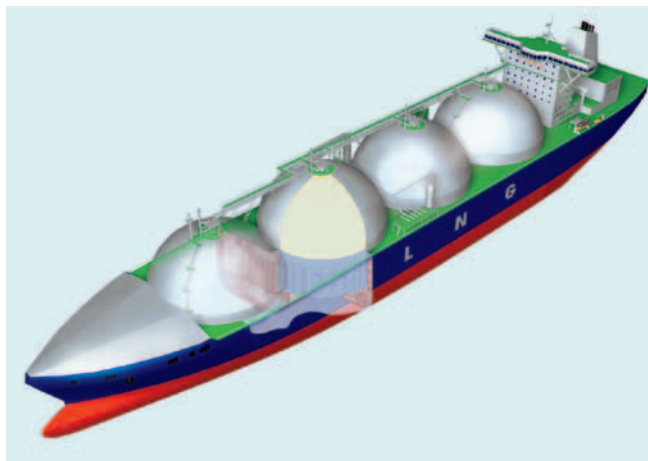
С учетом вышеизложенного специалистами ОАО «Северное ПКБ» были разработаны несколько концептуальных проектов газозовозов разной вместимости с различными системами хранения груза, которые могут быть успешно использованы в качестве базовых вариантов для детального проектирования. При этом учитывались требования и пожелания некоторых отечественных судоходных компаний, занимающихся перевозкой СПГ. В числе разработок – проекты:

– газозовоза грузовой вместимостью 79,3 тыс. м³, длиной 235 м, шириной 35 м, осадкой 10 м, высотой борта 22 м, скоростью хода 17 уз. Тип грузовых танков – мембранные грузовые танки NO96, выполненные по лицензии фирмы GTT. Энергетическая установка – одновальная дизель-электрическая, состоящая из четырех двухтопливных дизель-генераторов и двух гребных электродвигателей.



Газозовоз грузовой вместимостью около 80 тыс. м³ с мембранными грузовыми танками NO96

– газозовоза грузовой вместимостью 155,3 тыс. м³, длиной 280 м, шириной 49 м, осадкой 11,5 м, высотой борта 26 м, скоростью хода 19,5 уз. Тип грузовых танков – сферические танки типа Moss. Энергетическая установка – двухвальная дизельная с использованием низкооборотных двухтопливных дизельных двигателей или дизель-электрическая состоящая из четырех двухтопливных дизель-генераторов и двух гребных электродвигателей.



Концептуальный разрез газозовоза грузовой вместимостью 155 тыс. м³

– газозовоза грузовой вместимостью 215,5 тыс. м³, длиной 310 м, шириной 52 м, осадкой 12 м, высотой борта 28 м, скоростью хода 19,5 уз. Тип грузовых танков – складные призматические танки типа SPB. Энергетическая установка – двухвальная дизельная с использованием низкооборотных двухтопливных дизельных двигателей или дизель-электрическая состоящая из пяти двухтопливных дизель-генераторов и двух гребных электродвигателей.



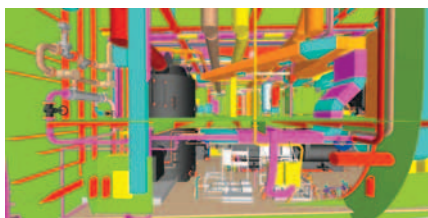
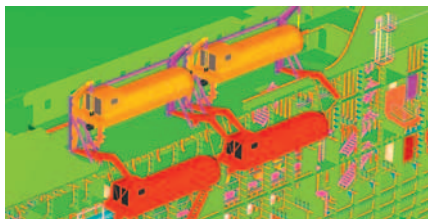
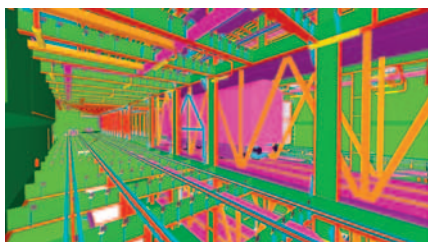
Проектный внешний вид газозовоза грузовой вместимостью 215 тыс. м³ с складными призматическими танками типа SPB

Высокий научно-технический потенциал и большой опыт коллектива ОАО «Северное ПКБ» в области создания разнообразной морской техники позволяет с уверенностью говорить о возможности реализации данных проектов в ближайшем будущем. ■

Основной технической особенностью выполнения проектных работ в настоящее время является применение современных информационных технологий.

Когда ОАО «КБ «Вымпел»» в 1993 г. начало выходить на западный рынок в поисках заказов, работы по проектированию выполнялись с минимальным применением информационных технологий, в основном вручную. Стало очевидным отставание от западных технологий и то, что без перехода на уровень информационных технологий, существующий в западных судостроительных фирмах, КБ «Вымпел» не сможет работать с зарубежными партнерами и предлагать новые решения отечественным судостроительным заводам. Тогда руководством КБ было принято решение о переходе на принципиально новый технический уровень.

В тяжелых экономических условиях, несмотря на трудности с финансированием КБ «Вымпел» закупило новые персональные компьютеры и передовое программное обеспечение, в 1997 г. приобрело в кредит и освоило современную интегрированную систему трехмерного проектирования CAD/CAM Tribon. Она позволяет на основе единых проектных данных создавать 3D-модель судна, включая работу всех специализаций. В модели наглядно отражены все устройства, системы, оборудование, трубы, кабели и элементы конструкции корпуса по всем помещениям.



Элементы трехмерной модели автомобильно-железнодорожно-пассажирского парома пр.00650 для Балтийского моря (вагонная палуба, спасательное устройство, вспомогательное машинное отделение)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ XXI в. В РЕАЛИЯХ РОССИИ

Д.А. Посадов, зам. генерального директора – главный инженер,
Ю.В. Терин, главный конструктор,
В.В. Шаталов, проф. НГТУ, генеральный директор,
ОАО «Конструкторское бюро по проектированию судов «Вымпел»,
контакт. тел. (831) 4334149

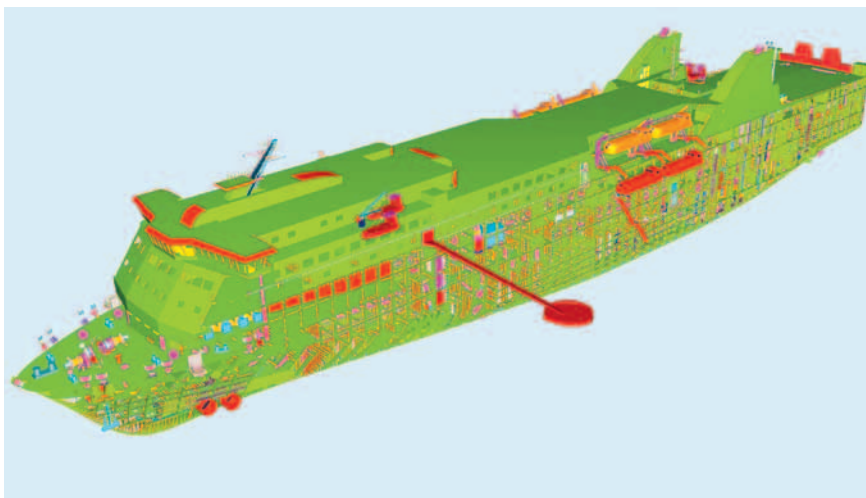
После проектирования трехмерной модели начинается разработка конструкторской документации и поставка рабочих чертежей в электронном виде заводу-строителю. Такая схема работы соответствует западным стандартам и современному уровню развития технологий проектирования судов.

Создание математической трехмерной модели судна в системе автоматизированного проектирования позволяет КБ «Вымпел» взаимодействовать в кооперации с зарубежными проектными организациями и фирмами, резко сокращая сроки проектирования. Так, например, раньше на разработку технического проекта судна средней сложности гражданского назначения уходило 9–12 месяцев, а с применением современных информационных технологий время работ сократилось до 2–3 месяцев. Разработка рабочей конструкторской документации (РКД) в объеме, необходимом заводам-строителям, выполняется комплектно по районам и блокам, что позволяет заводу выбрать оптимальную технологию постройки и осуществлять комплексный запуск в производство по модулям. Однако при этом сроки разработки РКД зависят не только от трудоемкости работ, но в основном и от сроков получения ис-

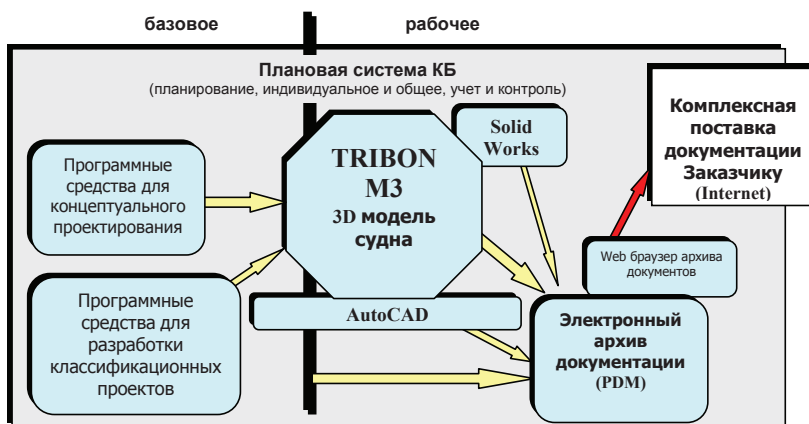
ходных данных разработчиком по комплектующему оборудованию (на этом мы подробнее остановимся ниже).

Современное КБ «Вымпел» – это инжиниринговая организация, которая ведет проекты от разработки идеи до ее реализации в постройке и испытаниях. Применяемые в проектировании судов технологии обеспечивают весь цикл инжиниринга, позволяют работать в диалоге с заказчиком, учитывая его индивидуальные требования и реализуя новые технические решения, оказывать любую помощь заводам в строительстве и сдаче судов на всех стадиях проектирования и производства.

Существует множество мелких фирм, включая «однодневки», которые берутся за начальную стадию проекта – за разработку идеи, эскизные и даже технические проекты с одобрением классификационным обществом (класс-проекты), в то время как для разработки качественной рабочей документации предприятию необходимо иметь достаточное количество квалифицированного инженерного состава, мобилизованного работать на выпуск РКД для конкретного завода-строителя с его эксклюзивными условиями. Практика показала, что такие проектные предприятия востребова-



Трехмерная модель автомобильно-железнодорожно-пассажирского паром пр.00650 для Балтийского моря, выполненная в CAD/CAM Tribon



Принципиальная схема информационных потоков при автоматизированном проектировании в КБ «Вымпел»

ны и будут востребованы в перспективе, особенно в России, и до тех пор, пока все судостроительные заводы не возьмут на себя разработку нужных им рабочих (на Западе говорят – цеховых – Shop drawings) чертежей.

Освоение и применение новых информационных технологий повышает эффективность не только проектных работ, но и самого строительства в основном за счет резкого сокращения сроков на подготовку производства. Разработка математической и строевой модели корпуса проектантом с применением 3D-технологии и поставкой плазово-технологической документации (ПТД) в электронном виде дает возможность отказаться от трудоемких и продолжительных работ по разбивке плаза на заводе. Получение ПТД от проектанта позволяет заводу оперативно запускать производство деталей корпуса, причем возможность запуска зачастую определяется сроками получения или наличия требуемой судостроительной стали, а не отсутствием программ резки стали. Передача заводу документации в электронном виде позволяет также быстро формировать технологическую документацию и другую вторичную техническую документацию верфи.

Таким образом, мероприятия по приобретению компьютерной техники и программного обеспечения в конце XX в. позволили осуществить разработку, освоение и применение уже в XXI в. новых информационных технологий,

обуславливающих технологию и организацию постройки судов в настоящее время. Наряду с достигнутыми революционными успехами в области новых технологий проектирования хочется отметить некоторые российские реалии и проблемы, решение которых поможет вскрыть некоторые резервы сокращения сроков и повышения качества проектирования и постройки судов.

1. *Увеличение сроков разработки технического проекта из-за отсутствия выбора конкретных поставщиков комплектующего оборудования и материалов.* В российских условиях отсутствие такого утвержденного перечня фирм-поставщиков на начало разработки технического проекта судна объясняется отсутствием у потенциального судовладельца опыта работы с оборудованием соответствующих фирм-поставщиков и доминирующим желанием снизить капитальные затраты за счет снижения цены комплектующего оборудования. Если, согласно контракту на постройку судна, стоимость оборудования входит в цену постройки судна, то поиск выгодных фирм-поставщиков выполняет завод-строитель (или его контрагент).

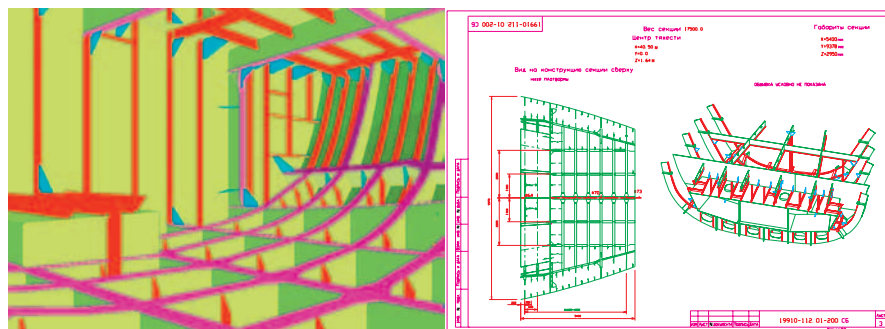
В любом случае процесс выбора поставщиков затягивается и не укладывается в сроки разработки технического проекта, т.е. переходит на стадию разработки РКД. В этих случаях, чтобы выдержать сроки разработки технического проекта и получить одобрение классификационного общества в полном его

объеме, проектант вынужден принимать по согласованию с заводом-строителем волевые решения в части назначения условных поставщиков или настаивать на перенесении сроков разработки по «объективным» причинам (не зависящим от проектанта).

Затяжка сроков во втором случае, как говорится, налицо, а в первом – мы получаем «неполноценный» проект, который подлежит переработке и пересогласованию с классификационным обществом в части, зависящей от «неугаданного» при назначении оборудования. Объем и сроки переработки иногда переходят на стадию разработки РКД, что также влечет за собой увеличение времени и снижение качества разработки за счет влияния человеческого фактора при нарушении технологии комплексного проектирования. Часто замены оборудования и материалов с целью снижения капитальных затрат проводятся и в процессе разработки РКД и постройки судна при наличии поставщика, уже согласованного в техническом проекте. Это также приводит к затягиванию сроков строительства судна при соответствующем увеличении стоимости постройки, так как автор замены, как правило, не анализирует условия внедрения соответствующих изменений и не учитывает задел. При большом количестве замен, как правило, возникают запутанные ситуации, в которых сам их автор «забывает» об истинных причинах изменений и несоответствий (ошибках), возникает ненужная напряженность в отношениях «проектант–завод», доходящая иногда до разбирательств в арбитражном суде.

Следовательно, для исключения перечисленных ситуаций при заключении договора на разработку технического проекта необходимо иметь утвержденный судовладельцем перечень фирм-поставщиков основного оборудования и материалов и исключить или минимизировать возможные замены в дальнейшем, а в случае реализации изменений компенсировать затраты разработчика технического проекта и РКД на корректировку.

По опыту работы западных верфей, состав оборудования и материалов и их поставщиков, обычно определяет судовладелец. Для неущемления интересов верфи в контракте предусматривается условие компенсации судовладельцем разницы цены предложенного им оборудования и цены равнозначного по качеству оборудования, предлагаемого верфью в случае появления более выгодных условий другой фирмы-поставщика. Перечень поставщиков отражается в контракте. Серьезные игроки (судовладельцы и заказывающие управления) не опасаются обнародования своих желаний по выбору поставщиков оборуду-



Трехмерная модель корпусных конструкций

дования, так как имеют долгосрочные отлаженные связи с производителями оборудования и соответствующие гарантии ценовых предложений. Поставщики (производители) оборудования, в свою очередь, предельно дорожат такими связями с судовладельцами, не позволяя себе спекулировать на том, что они уже выбраны для обеспечения постройки того или иного судна. То есть, отношения «судовладелец–поставщик оборудования» регулируются рынком, в случае ошибки недобросовестный поставщик легко может оказаться «за бортом».

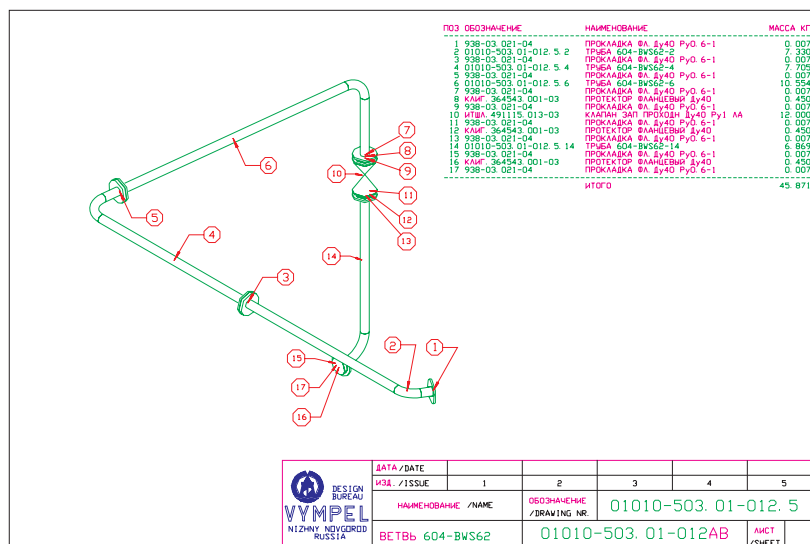
В российских условиях может быть использована другая схема – завод-строитель, имеющий опыт работы с разными фирмами-поставщиками в тесном сотрудничестве с разработчиком технического проекта, также имеющим большой опыт сотрудничества с инофирмами, предлагают и согласовывают с судовладельцем перечень поставщиков основного оборудования и материалов. Этот перечень прилагается к контракту на постройку судна и действует на всех стадиях создания судна.

2. *Неготовность многих отечественных судостроительных заводов работать по одобренному классификационному (расширенному техническому) проекту.* Эта неготовность вынуждает разрабатывать документацию в полном объеме силами проектных бюро или других контрагентов. Цена этих работ также значительна, а сроки продолжительны.

Здесь также целесообразно использовать опыт западных и японских верфей, где разрабатываются только личные, относящиеся к конкретному судну, технические документы с широким применением типовых технологий и технических требований выполнения работ. Организация производства в этом случае оптимизируется по конечному результату с отказом от сдельной пооперационной оплаты труда при усилении технического контроля качества выполнения работ.

Для решения технико-организационных задач на верфи требуется усиление и развитие конструкторско-технологических, и других инженерно-технических служб. Имеющее место сокращение кадров конструкторских и технологических отделов на многих верфях в настоящее время представляется неправильным.

3. *Медленное распространение применения на многих отечественных верфях 3D-технологий.* Например, прогрессивная технология изготовления деталей труб по эскизам с применением результатов разработки трехмерных моделей используется только на некоторых заводах, на большинстве других «буксует» до полной остановки, заканчиваясь обвинением разработчика в некачественной документации. Конечно, влияние человеческого фактора распространя-



Эскиз трубопроводной ветви

ется и на конструкторскую продукцию – могут возникать отдельные, частные, но не системные ошибки, которые легко устранимы при монтаже трубопроводов на головном судне. К основным причинам, по которым не изготавливаются детали труб согласно эскизам, можно отнести следующие:

- непонимание руководящими кадрами верфи важности внедрения 3D-технологий, возможностей их применения и совершенствования в ближайшей перспективе;
- недостаточная квалификация инженерно-технического состава и низкая квалификация производственных работников верфи;
- устаревшее производственное оборудование, не способное обеспечить точное изготовление деталей труб по эскизам и их полный монтаж на судне по старым традициям.

В этом случае энергия и усилия специалистов верфи, по нашему мнению, должны быть направлены не на критику конструкторской документации и эскизов труб, а на поиск совместных путей эффективного решения, включая разработку типовых технологий и технических требований по изготовлению и монтажу труб, определяющих очередность и последовательность монтажа в единой системе координат для всех конструкций (от базовых плоскостей и линий); ужесточение допусков на корпусные конструкции; обеспечение изготовления труб в требуемых допусках. Эти технические требования должны выполняться начиная с этапа разработки эскизов труб. Этот пример также подтверждает вывод по кадрам, приведенный выше в п. 2.

Что касается вопроса использования технологии 3D, то следует отметить, система трехмерного проектирования применяется в настоящее время при разработке трехмерных моделей корпуса судна в целом, его наиболее насы-

щенных помещений (энергетические помещения). Электронные модели передаются на заводы-строители, но там практически не используются по причинам, перечисленным выше на примере эскизов труб. Из-за невостребованности тормозится разработка трехмерных моделей остальных помещений.

Отсутствие трехмерных моделей помещений резко снижает возможности самостоятельной разработки заводом-строителем требующихся верфи рабочих чертежей и других технических документов, так как нет возможности получения с модели любого масштабного плана помещений, сечений и видов на плоскости, нет возможности виртуально (в компьютере) пройти по этому помещению посмотреть его насыщенность и переделать какую-либо несогласованность или замену в случае ее возникновения внести соответствующие коррективы в распорядительную документацию. (Объем РКД может быть сокращен до минимума, к которому придет верфь в процессе освоения 3D-технологий).

4. *Недостаточное привлечение к постройке судна специализированных контрагентов на базе выбранных фирм-поставщиков комплексов на всех стадиях создания судна: разработка и одобрение проекта классификационным обществом; постройка-монтаж на судне; проведение испытаний с обеспечением приемки классификационным обществом, то есть со сдачей заводу-строителю «под ключ».* Эти технологии частично используются проектантом судна при проектировании, но не в производственной части работы.

Перечисленные резервы повышения качества и снижения сроков проектирования и постройки судов относятся к модернизационным, требуют нового мышления, новых подходов и подготовки новых квалифицированных кадров, способных принимать инновационные решения. ■

Правовые нормы по регулированию морских пространств, рыболовства, добычи минеральных ресурсов, по поиску и спасанию на море и т.п., изложенные в международных актах*, вызвали у прибрежных государств необходимость охранять и контролировать морские ресурсы.

На основе международных правовых документов и внутренних законодательных актов формулируются основные задачи для сил охраны и контроля морских пространств прибрежных государств. А это прежде всего корабли, суда и катера** прибрежных государств, именуемые, как правило, патрульными. В соответствии с предназначением службы береговой охраны (корабельный состав) большинства зарубежных государств в общем случае выполняют следующие задачи:

- охрана государственной границы, исключительной экономической зоны (ИЭЗ), континентального шельфа (КШ);
- контроль за деятельностью рыболовных и иных судов в ИЭЗ и Конвенционных районах;
- проведение поисково-спасательных мероприятий;
- предотвращение незаконных перевозок оружия, ядерных и других боеприпасов, наркотиков;
- охрана портов и портовых сооружений, якорных стоянок, фарватеров, а также нефтяных и промышленных сооружений на континентальном шельфе и в открытом море;
- контроль за состоянием морской среды и ее защита;
- обслуживание маяков, буев, бакенов и др. устройств, связанных с мореплаванием, радионавигационных систем;
- надзор за соблюдением иммиграционных, таможенных, рыболовных и др. законов в открытом море, ТМ, в ИЭЗ и на КШ;
- охрана гидротехнических сооружений и другие задачи.

Службы береговых охран в наиболее развитых морских державах (США, Япония, Канада и др.) представлены практически как самостоятельные структуры и выполняют более широкий круг задач: контроль за безопасностью плавания и

* Это прежде всего Конвенция по морскому праву 1982 г. подразделила морское пространство прибрежных государств (ВМВ, ТМ, КШ, ИЭЗ и т.д.); определила правила навигации судов, защиты побережья, ответственности за ресурсы всех видов и морские исследования и т.п.; Конвенция об открытом море 1958 г. определяет принцип свободы открытого моря в части судоходства и т.п.; Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г.; Конвенция по поиску и спасанию на море 1979 г.; Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов открытого моря 1958 года.

** По классификации многих стран военные суда водоизмещением до 500 т проходят как катера.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОРАБЕЛЬНОГО СОСТАВА СЛУЖБ БЕРЕГОВЫХ ОХРАН ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ

В.М.Сержанин, вице-адмирал запаса, г. Москва,
контакт. тел. +7 903 7554468

навигационное обеспечение кораблей и судов, в том числе и иностранных во внутренних водах (ВВ), в ТМ, ИЭЗ, открытом море; лоцманская служба; ведение ледовой и метеорологической разведки, обеспечение ледовой проводки судов; проведение океанографических исследований и ряд других задач мирного времени.

В различных странах службы береговых охран различаются по своему месту в структурах органов исполнительной власти. Принято выделять три основных типа:

1. Английская система – береговая охрана входит в состав военно-морских сил (ВМС). Такая организация сил охраны морских пограничных пространств была характерна для раннего периода правового закрепления юрисдикции государств над прибрежными морскими водами. В настоящее время сохранилась в ряде государств (Великобритания, Дания, Норвегия, Италия, Мексика и др.).

2. Северо-американская система – береговая охрана входит в состав невоенного ведомства. Сформировалась в ходе активного развития экономики и торговли США и Канады. По такому же принципу создано и действует Управление безопасности на море Японии.

3. Немецкая система – береговая охрана организационно входит в состав пограничных ведомств, органов безопасности и внутренних дел, имеет ярко выраженный характер морской спецслужбы, обладающей широкими полномочиями по контролю за режимом морских пограничных пространств, проведению оперативно-розыскных мероприятий на побережье, в портах и на морских судах (Германия, страны Восточной Европы, Южная Корея и др.).

4. Комбинированная система – в зависимости от региона несения службы береговая охрана одного государства может входить как в структуру органов безопасности, так и в состав военно-морских сил. Например, охрана сухопутной государственной границы Ирана и побережья Каспийского моря, Персидского и Оманского заливов возложена на силы

охраны правопорядка, входящие в систему МВД страны. Территориальное море, исключительную рыболовную зону и континентальный шельф в Персидском и Оманском заливах охраняет служба береговой охраны Ирана, замыкающаяся на Военно-морские силы.

Ведомственная подчиненность оказывает влияние на состав и состояние кораблей, и их вооружение.

В составе зарубежных служб береговых охран насчитывается более 4000 патрульных кораблей и катеров различных типов. Большинство патрульных кораблей имеет водоизмещение от 500 до 2000 т, и это предопределяет их возможности решения задач в прибрежной, ближней морской зонах и дальней морской зонах. Патрульные корабли водоизмещением от 2000 т и более решают задачи в дальней морской и океанской зонах.

Анализ патрульных кораблей и катеров по водоизмещению, позволяет сделать вывод, что наибольшее количество патрульных катеров (70% общего количества) имеют водоизмещение порядка 20–150 т, патрульные корабли и катера водоизмещением 150–500 т составляют более 20%, патрульные корабли более 500 т – около 10%. Данные справочников «Janes Fighting Ships» 2000–2007 гг. показывают, что в составе флотов иностранных государств находится немногим более 400 кораблей данного водоизмещения, решающих в основном задачи служб береговых охран.

Корабли служб береговых охран целесообразно классифицировать по классам (группам) с учетом тактико-технических возможностей и их предназначения.

1. Морские патрульные корабли и суда большой продолжительности плавания, предназначенные для действий в пределах исключительной экономической зоны, континентального шельфа, конвенционных районов. Их водоизмещение составляет, как правило, от 2000 т и более. На борту размещаются один-два легких вертолета или 1

тяжелый вертолет. Имеется ангар для вертолетов.

2. Морские патрульные корабли и суда средней продолжительности плавания, предназначенные для действий в территориальном море и исключительной экономической зоне, на континентальном шельфе. Их водоизмещение составляет от 1000 до 2000 т. На борту размещается, как правило, один вертолет с ангаром или без него.

3. Патрульные корабли, предназначенные для длительного патрулирования территориального моря с эпизодическим пребыванием в исключительной экономической зоне. С вертолетной площадкой для взлета и посадки легкого вертолета. Их водоизмещение составляет от 500 до 1000 т.

4. Прибрежные патрульные корабли и катера, предназначенные для решения задач в территориальном море, во внутренних морских и архипелажных водах (внешний и внутренний рейды, заливы, межкостровое водное пространство, проливной зоне, бухты, фиорды и т.д.) Их водоизмещение – от 50 до 500 т. На отдельных проектах имеется вертолетная площадка для посадки легкого вертолета (водоизмещением свыше 300 т). Это самый распространенный класс применяемый в службах береговых охран.

5. Речные патрульные катера для решения задач на реках и озерах. Их водоизмещение составляет, как правило, менее 30 т.

Береговая охрана США имеет на вооружении около 300 единиц корабельного состава и около 2 тыс. малых катеров.

Статус Береговой охраны (БОХР) США юридически закреплен более чем в 20 законодательных актах, подробно определивших задачи и права. Береговая охрана является структурным компонентом вооруженных сил США. В мирное время она находится в составе министерства внутренней безопасности (Department of Homeland Security), а в военное время переводится в состав ВМС на правах отдельной службы.

Многие задачи БОХР решает совместно с ВМС. На БОХР США возложен ряд следующих задач военного времени: обеспечение развертывания сил флота, защита прибрежных коммуникаций, оборона портов, борьба с минами, борьба с подводной опасностью во внутренних водах, противолодочная борьба, обеспечение конвоев, ледовая проводка, обеспечение безопасности портов, причалов и дамб, разведка. По мнению иностранных специалистов, передача БОХР (в случае войны) в распоряжение ВМС окажет существенное влияние на повышение их боевых возможностей по защите морских коммуникаций и в борьбе с подводными лодками противника.

Береговая охрана и военно-морской флот утвердили совместную Концепцию

развития национального флота. В соответствии с этим документом оба ведомства осуществляют конкретные разделенные задачи, но их силы дополняют друг друга. Военно-морской флот осуществляет многоцелевые боевые действия на море в полном спектре морских операций, в то время как Береговая охрана США наделена полицейскими полномочиями.

БОХР США участвовала и в агрессивных акциях против нашей страны в 1918–1922 гг. на Чукотке, при высадке американского корпуса во Владивостоке в 1918 г., на Черном море в 2008 г. в период конфликта с Грузией. Агрессивные акции против Кубы в 1962 г. и Вьетнама в 1967 г. так же свидетельствуют об активности БОХР США в области военно-морской деятельности и тесной связи с ВМС государства на протяжении всей истории своего развития вплоть до наших дней.

Несмотря на участие личного состава БОХР во всех значительных вооруженных конфликтах США, с 1790 г. береговая охрана выполняет много задач невоенного характера.

В современных условиях роль и задачи БОХР возросли в системе обороны территории страны и районов прилегающего континентального шельфа. В настоящее время правительством и Конгрессом США больше уделяется внимания в составе БОХР относительно крупным кораблям в связи с расширением задач (с объявлением в США ИЭЗ), а также вопросам обновления корабельного состава.

В Береговой охране США используются патрульные корабли (пять проектов) различных типов, имеющие необходимое вооружение. В военное время предусмотрена установка дополнительного вооружения. Все корабли имеют высокие модернизационные возможности и мореходные качества.

Корабли водоизмещением 1–3 тыс. т имеют вертолетную площадку с ангаром для вертолета или без него. Катера водоизмещением 66–105 т оснащены одним-двумя пулеметами и незначительным РТВ, обычно РЛС.

Наиболее быстроходные боевые корабли развивают скорость до 29 уз. Дальность их плавания – 14 000 миль. Вооружение – 127-, 40-, и 22-мм артиллерийские установки.

Строительство и поставку кораблей и катеров для БОХР осуществляют ВМС, они же переоснащают и довооружают их по своему усмотрению в рамках нормативнооговоренных возможностей. Существенное внимание командованием Береговой охраны уделяется организации разработок систем вооружения совместно с видами ВС США.

По оценкам самих американцев, если рассматривать БОХР как отдельную государственную структуру, то по количеству кораблей она заняла бы 12-е место в мире среди военно-морских флотов.

Одна из серьезных проблем для БОХР – это старение основного корабельного состава и его вооружения. Средний возраст этих кораблей в 2005 г. составил 30 лет. Некоторые корабли находятся в строю со времен Второй мировой войны, хотя они и подвергались модернизации. Как отмечают отдельные специалисты БОХР США, высокий моральный износ большинства кораблей представляет как угрозу, так и открывает новые возможности по дальнейшему развитию сил и средств.

В настоящее время в США реализуется программа «Дипутер». Она рассчитана на 25 лет. Ее потенциальная стоимость может составить 24 млрд долл. В соответствии с планами намечено закупить более 90 кораблей, включая восемь больших сторожевых кораблей нового типа (large National Security Cutter) водоизмещением 4000 т. Это корабли ледового класса, 25 средних сторожевых кораблей (Offshore Patrol Cutter) водоизмещением 3200 т и 58 быстроходных патрульных катеров (Fast Response Cutter) водоизмещением 200 т, а также около 100 малых катеров водоизмещением 9 и 15 т.

БОХР США в соответствии с данной программой получила в 2006 г. новый корабль «Бертолф» (водоизмещение – 4300 т, скорость – 28 уз, ГЭУ-ГТУ, дальность плавания – 12 000 миль, вооружение: 57-мм АУ, 20-мм ЗАК «Фаланкс», 4х12,7-мм, 2 вертолета, беспилотные летательные аппараты). Планируется серия таких кораблей.

Особенности кораблей БОХР США:

- высокий уровень модернизационных возможностей;
- высокий уровень оснащения различным боевым оружием;
- большая автономность плавания.

Наибольшее количество специализированных патрульных кораблей имеется в составе **Управления безопасности на море (УБМ) Японии**. УБМ располагает различной боевой и специальной техникой, основу которой составляют патрульные корабли и катера, самолеты и вертолеты, оснащенные артиллерийским вооружением, но не относящиеся к военным объектам.

В составе сил УБМ числится около 600 ед. корабельной техники (122 корабля, 241 патрульный катер, 186 вспомогательных судов).

Патрульные корабли и катера не рассматриваются в качестве военных, хотя имеют военизированную команду и незначительное артиллерийское и пулеметное вооружение (1-2 АУ калибром 20-40 мм или 12,7-мм пулемет). Вместе с тем корабли и катера УБМ имеют большую дальность плавания (от 5000 до 9000 миль).

Плотность прикрытия морских участков границы у Японии корабельным составом ниже, чем у американцев, однако рассматривать надо все

силы в совокупности. При этом их корабли имеют высокую техническую оснащенность, в том числе радиолокационные средства и аппаратуру РЭР.

Успешное решение возложенных на УБМ Японии задач во многом определяется уровнем развития корабельного радиотехнического вооружения, его качественным состоянием и эффективностью использования. РТВ кораблей включает: РЛС; средства радиосвязи, радиоэлектронной разведки и радиоэлектронного подавления; управления оружием; радионавигации; гидроакустики; оптико-электронные и специальные (магнитометрические, радиометрические и газоанализирующие).

Корабли УБМ в зависимости от водоизмещения и назначения вооружаются такими же РЛС, как и корабли ВМС. Малые катера, действующие в прибрежной зоне, РЛС обычно не имеют.

На вооружении УБМ Японии находится девять проектов патрульных кораблей, из которых четыре строились крупной серией (Soya, Shiretoko, Teshio, Bihoro). Характерная черта вооружения кораблей УБМ – однотипность по составу оружия, главной энергетической установки (ГЭУ) и др.

Остальные проекты имеются в единичных вариантах. Все проекты японских кораблей имеют срок службы менее 30 лет.

Особенности данных кораблей:

- новизна (построены в основном по новым проектам);
- однотипность вооружения (оружие, ГЭУ);
- высокий уровень оснащения радиоэлектронным вооружением;
- большая автономность плавания.

Береговая пограничная охрана Германии (БПОХР) организационно входит в состав Федеральной пограничной службы МВД Германии. Охрана территориального моря (ТМ), ИЭЗ и КШ возложена на Береговую охрану и ВМС Германии.

Патрулирование организовано в рыболовной зоне Северного моря и вдоль побережья Германии. В составе БПОХР Германии – семь кораблей, часть из которых построена и собрана в России, полностью автоматизированных (водоизмещением 1,5–2 тыс. т). Корабли не требуют частых или длительных ремонтов и поэтому обеспечивают высокую напряженность использования. Экипаж задействован таким образом, что неделю находится в море, вторую отдыхает, третью – на учебе в базе, четвертую – на практической службе для решения общих вопросов. Экипажи еженедельно меняются в море. Это корабли типа «Bad Bramstedt» (водоизмещение – 1000 т, скорость – 22 уз, ГЭУ – 1 дизель MTU) и «Bredstedt» (водоизмещение – 673 т, скорость – 25 уз, ГЭУ – 1 дизель MTU).

Особенности данных кораблей:

- построены по коммерческим стандартам;
- ГЭУ одновальные;
- высокий уровень автоматизации;
- низкий уровень обеспечения живучести кораблей;
- небольшие сменные экипажи;
- отсутствие боевого вооружения.

БОХР Норвегии организационно входит в состав вооруженных сил и подчиняется командованию ВМС страны. Основная задача БОХР – охрана КШ и контроль промысловой деятельности в экономической зоне. Также выполняет задачи исследований, поиска и спасания, надзора и др.

В связи с тем, что БОХР Норвегии входит в общую систему оборонной структуры государства, для решения задач в морском пограничном пространстве используются военные корабли и самолеты ВМС страны. Всего задействовано около 50 кораблей и катеров (в основном ледового класса). При необходимости к охране прибрежных морских районов может быть привлечено почти 300 катеров добровольного военизированного формирования ВМС «Хеймвер».

Все районы несения службы в основном свободны ото льда, однако зоны у о. Ян-Майен и архипелага Шпицберген в зимнее и весеннее время имеют сложные ледовые условия и требуют наличия в составе БОХР кораблей ледового или ледокольного класса. До недавнего прошлого БОХР Норвегии имела три патрульных корабля типа «Нордкап», которые могут нести службу во льду толщиной до 1 м. В военное время на них предусматривается установить ПКРК и ЗРК «Си Спарроу». В 2001 г. в Норвегии был построен первый специализированный ледокол Береговой охраны «Svalbard».

В состав БОХР Норвегии также входит несколько патрульных судов, в разное время переоборудованных из кораблей гражданского назначения (по большей части из рыболовных траулера). Они используются для патрулирования и охраны рыбопромысловых зон, как правило, имеют легкое артиллерийское оружие (40 мм). Обладают низкими скоростными характеристиками (до 14 уз), дальностью плавания до 8000 миль.

Корабли БОХР ежегодно несут службу в море до 48 недель, делая кратковременные заходы в базу для пополнения запасов и производства ремонтных работ. Эти корабли имеют сменные экипажи; в среднем проходят около 500 тыс. миль в год.

В апреле 1999 г. принят нормативный правовой акт, положивший начало созданию в Норвегии системы спутникового наблюдения за деятельностью рыбопромысловых судов. Корабли БОХР могут получать информацию об обстановке в море непосредственно от

спутников (включены в общую систему мониторинга), имеют высокий уровень технической оснащенности. Корабли являются частью единой информационной системы. Весь процесс обмена информацией автоматизирован.

Особенности данных кораблей:

- наличие ледового пояса;
- высокий уровень автоматизации и надежность эксплуатации;
- высокая автономность и дальность плавания;
- высокий уровень оснащения различными видами оружия.

Береговая охрана Индии входит в состав ВМС. К охране морских пространств привлекаются фрегаты, малые ракетные и противолодочные корабли. В конце 80-х – начале 90-х гг. проходило усиление ВМС Индии за счет закупок за рубежом и строительства на собственных верфях кораблей и катеров. На данный момент на ее вооружении стоят 18 современных специализированных патрульных кораблей трех проектов.

Задачи **службы в Италии** выполняют корабли ВМС, в состав которых входит 17 современных кораблей, в том числе: восемь класса корвет, водоизмещением 1285 т, построенных в 2001–2003 гг.; шесть специализированных патрульных кораблей водоизмещением 1520 т, построенных в 2001–2005 гг.; четыре специализированных патрульных корабля водоизмещением 1475 т, построенных в 1989–1990 гг.

В состав Морской полиции Южной Кореи входит 15 патрульных кораблей, серийными из которых были только два проекта (9 ед.).

Как видно из всего отмеченного выше, а также анализа состава патрульных кораблей, построенных с 1990 г. в мировой зарубежной практике в целом для решения задач служб береговых охран применяются в основном следующие типы кораблей (судов) и катеров:

- **боевые корабли** (фрегаты, корветы, сторожевые корабли), оснащенные противолодочным, ракетным и другим видом оружия характерным для кораблей предназначенных вести ограниченные боевые действия в прибрежной зоне. Таких кораблей из числа построенных с 1990 года – 22%;

- **корабли, построенные по типу боевых кораблей класса фрегат, корвет** (как правило без ракетного и противолодочного вооружения но оно может быть установлено в случае участия в военных действиях). Таких кораблей – 68%;

- **суда, созданные по коммерческим (гражданским) стандартам**. Таких судов около 5%. Боевой техники (оружие и средства, обеспечивающие его применение) данные суда, как правило, не имеют. На вооружении данных судов имеется только техника, необходимая для решения функциональных задач (не связанных с применением оружия);

• *корабли и суда ледового класса (ледоколы).* Таких кораблей около 5%. Строятся по коммерческим стандартам, однако на них не исключается установка артиллерийского, ракетного и другого вооружения.

В последнее время внимание руководства зарубежных стран направлено на возможное расширение строительства судов ледового класса (ледоколов). Например, Канада планирует потратить 7 млрд. долл. на строительство и обслуживание восьми арктических патрульных судов, которые должны оберегать канадский суверенитет. Планируется построить восемь арктических патрульных кораблей к имеющимся в БОХР 17 ледоколам. По мнению руководства страны, это призвано укрепить канадский суверенитет в Арктике.

Инвестиции в свой ледокольный потенциал, в его поддержку и расширение делают также Германия, Китай, Швеция и другие страны. США тоже готово вкладывать средства в строительство новых ледоколов, так как срок эксплуатации двух американских тяжелых полярных ледокола «Полар стар» и «Полар си» подходит к концу.

На основании изложенного следует, что примерно 90% состава зарубежных патрульных кораблей может выполнять функции боевого корабля и в то же время традиционные задачи контроля за рыболовством, патрулирования исключительной экономической зоны, защиты стационарных морских сооружений, перехвата судов с наркотиками, охраны окружающей среды и др.

Исходя из типа патрульных кораблей, их корпуса различны, так как требования по вопросам обеспечения живучести у военных и гражданских судов различны. Для БОХР США строительство и поставки осуществляют военно-морские силы по военным стандартам. Причем необходимо учитывать, что процесс приобретения и закупки систем оружия и оборудования для БОХР США и ряда других ведомств в интересах обеспечения национальной безопасности является наиболее масштабным из всех видов деятельности правительства США. В реализации данного процесса только в министерстве обороны вовлечено десятки тысяч специалистов.

В основу строительства и поставки кораблей и катеров в военных ведомствах в настоящее время закладывается модульная концепция, т. е. в ходе проектирования и строительства предусматриваются возможности модернизации. При этом учитываются требования по безопасности, непотопляемости, взрывопожаробезопасности военных стандартов. Военно-морские силы также осуществляют переоснащение и довооружение по своему усмотрению кораб-

лей в рамках законодательства. Такие же подходы наблюдаются в Англии, Испании, Канаде, Норвегии, Италии и других странах, где службы БОХР входят в состав военных ведомств или же обеспечиваются корабельным составом за счет этих ведомств.

В отдельных странах (Германия, Швеция) проектирование и строительство патрульных судов ведется по коммерческим стандартам. В этом случае к данным судам предъявляются требования по безопасности, непотопляемости, взрывопожаробезопасности гражданских стандартов.

Германская фирма «Blohm+Voss» разработала проект корпуса патрульного корабля по модульной концепции (технология типа Меко). Корабли, построенные по этой концепции, могут быть в короткое время переоборудованы в боевые с установкой ракетного или противолодочного вооружения. В частности создан специальный проект морского патрульного судна «Меко D-100 OPV». Проект предполагает блочную конструкцию корпуса и модульное оснащение корабля вооружением и оборудованием. Он позволяет оснастить корабль в любом варианте, обладает большим модернизационным запасом, но эти проекты достаточно дорогие для большинства стран, нуждающихся в развитии морских патрульных служб.

В составе служб БОХР довольно много старых кораблей. Срок службы корабля в среднем – 30–40 лет. Более 120 кораблей выслужили установленные сроки службы (около 30% от всего состава).

По выработанным критериям современным может считаться корабль, имеющий срок службы менее половины назначенного. Исходя из этого, современным патрульным кораблем можно считать, корабли, построенные после 1990 г.

В настоящее время в составе служб БОХР иностранных государств более 35% современных кораблей (водоизмещением более 500 т).

Рассматривая состав современных кораблей по водоизмещению как одному из критериев предназначения корабля (табл. 1) видно, что, в состав служб береговых охран зарубежных государств, начиная с 1990 г., поступают в основном корабли водоизмещением от 500 до 2000 т, способные решать задачи в территориальном море и исключительной экономической зоне.

Анализ основных тактических характеристик патрульных кораблей показывает, что диапазон скоростей патрульных кораблей (табл. 2) в основном от 15 до 26 уз. Абсолютное большинство

Таблица 1
Состав современных патрульных кораблей по водоизмещению*

Водоизмещение, тыс. т	Количество
500 – 1000	78
1000 – 2000	50
2000 и более	30
Всего	158

* Табл. 1–2 составлены автором на основании данных справочников «Jane s Fighting Ships» 2000–2007 гг. и журналов «Зарубежное военное обозрение» за 2000–2009 гг.

Таблица 2
Основные тактические характеристики патрульных кораблей

Диапазон			Экипаж, чел.
скоростей полного хода, уз	экономической скорости, уз	дальности пла- вания, мили	
Водоизмещение от 500 до 1000 т			
24–34 (38)*	12–15 (30)	2000–6000	24–50 (54)
Водоизмещение от 1000 до 2000 т			
22–24 (30)	12–18 (19)	4000–10 000	15–80 (140)
Водоизмещение 2000 т и более			
15–26 (30)	12–15 (18)	6500–14 000 (20 000 м)	35–120 (140)

* Максимальные показатели

кораблей имеет скорость 20 – 25 уз. Скорость до 15 уз имеют в основном корабли, построенные небольшими сериями и более старой постройки. Максимальные скорости – до 30 уз.

Экономическая скорость – в пределах 12–18 уз; рассчитывается из необходимой скорости обеспечения патрулирования, автономности, а также технических возможностей корабельной энергетической установки, обеспечивающей максимальную экономичность.

Дальность плавания для судов от 500 до 1000 т у абсолютного большинства патрульных кораблей данного класса более 2500 миль. Что касается кораблей большего водоизмещения, то физико-географические и условия имеют немаловажную роль для этого показателя, однако минимальный показатель 6500 миль явно недостаточен для несения службы кораблями данных классов в отдаленных районах.

Автономность большинства кораблей водоизмещением от 500 до 1000 т составляет 15–20 сут.; для кораблей 1000 до 2000 т – от 15 до 25 суток; для кораблей от 2000 и более – один-два месяца.

Укомплектованность экипажем зависит от уровня автоматизации патрульного корабля. Патрульные корабли Германии, Швеции, Финляндии имеют высокий уровень автоматизации и соответственно экипажи небольшие (сменные). Для кораблей от 500 до 1000 т экипажи на кораблях этих стран от 11 до 30 человек. От 1000 до 2000 т – от 15 до 30 человек. ■

Продолжение следует.

Мировая практика создания высоко-технологичной продукции предусматривает сегодня создание информационной модели, обеспечивающей сопровождение продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

В рамках пилотных проектов ЦМКБ «Алмаз», «Адмиралтейские верфи», ЦКБ МТ «Рубин», «СЗ «Северная верфь», «СПКБ», КБ «Вымпел» и другие предприятия активно разрабатывают информационные модели корабля (ИМК). Оживленные дискуссии о ходе работ проводятся как НТО им. акад. А.Н. Крылова, так и органами управления ОАО «ОСК».

ИМК, создаваемые сегодня проектан-тами и заводами-строителями, на-правлены в основном на информаци-онное взаимодействие в системе «ЦКБ – завод-строитель». Вместе с тем в этих моделях практически отсутствует систе-ма взаимодействия проектанта с заво-дом-строителем и эксплуатирующими организациями.

ЦКБ-проектанты в настоящее время, как правило, самостоятельно не разраба-тывают ремонтные документы. Декларация о «снижении стоимости владения» сводится к обоснованию затрат на при-менение дорогостоящих САПР, создание ИЭТР, каталогов ЗИП в процессе про-ектирования и строительства.

Общеизвестно, что за весь период эксплуатации корабля затраты на ЗИП, ремонт и техническое обслуживание превышают стоимость нового обо-рудования: машин в 5–12 раз, радиотех-нического оборудования – в 10–12 раз, военной техники – в 20 раз. А такой важный инструмент «снижения сто-имости владения», как интегрирован-ная логистическая поддержка корабля, формируется без блока планирования технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) и разработки ремонтной до-кументации.

В создаваемых ИМК, как правило, отсутствует система ТО и Р, спроекти-рованная с учетом автоматизированной вахтенной отчетности анализа данных встроенных систем диагностики, «элек-тронного формуляра» корабля, «элект-ронной ремонтной ведомости».

Учитывая данное обстоятельство, не-обходимо признать, что основное пред-назначение информационных моделей – «уменьшение стоимости владения из-делием» – в значительной степени не обеспечивается.

В соответствии с требованиями ГОСТ 15.601–98 «Техническое обслу-живание и ремонт техники. Основные положения» информационное обеспече-ние системы ТО и Р изделия включает документы следующих видов:

- конструкторские, в том числе экс-плуатационные и ремонтные;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОРАБЛЯ В СИСТЕМЕ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

*Г.Н. Муру, канд. техн. наук, генеральный директор,
Д.А. Шкодин, руководитель направления, ОАО «51 ЦКТИС»,
контакт. тел. (812) 3154945*

- технические условия на ремонт;
- организационно-технические;
- технологические;
- данные контроля эффективности функционирования системы ТО и Р изделия.

К сожалению, требования этого ГОСТ относятся к изделиям машино-строения и не используются в кораб-лестроении для корабля в целом. От-сутствие в ИМК полноценного блока системы ТО и Р усложняет информаци-

онное взаимодействие в системе «проект-ант – завод-строитель – эксплуатирую-щая организация».

Спроектированный технологичес-кий процесс ТО и Р с использованием РКД верфи, эксплуатационной и ремон-тной документации в условиях приме-нения информационных технологий может показать все недостатки проектно-конструкторских решений и обеспе-чит возможность их устранения. Более того, проектирование процесса ТО и Р



по данным ИМК позволяет сравнить требования ТТЗ, данные технического проекта и результаты строительства, которые могут уточнить стоимость владения кораблем, обоснованную расчетами по надежности и долговечности на стадии технического проекта.

В ВМФ планирование даже разработанных элементов ТО и Р с учетом ИМК еще не реализовано ни на одном проекте, что во многом обусловлено неурегулированностью вопросов внедрения ИМК в повседневную деятельность ВМФ. В то же время планирование ТО и Р судового состава по требованиям и правилам классификационных обществ давно свершившийся факт.

В условиях адаптации системы сервисного обслуживания и ремонта вооружения и военной техники (ВВТ) к новому облику Вооруженных сил РФ на разработчика и производителя предлагается возложить задачу технического обслуживания и ремонта для готовности ВВТ к использованию.

Решение этого задания потребует от исполнителя и заказчика наличия системы взаимодействия для получения информации о техническом состоянии ВВТ по данным эксплуатации, прогнозирования отказов и планирования работ, с обоснованием стоимости ТО и Р по требованиям ФЗ № 94-2005 г.

Для реализации задач сервисного обслуживания и ремонта, «снижения стоимости владения» за счет применения информационных технологий жизненного цикла корабля представляется необходимым:

1. На стадии технического проекта наряду с традиционными документами, представляемыми в доказательство достигнутого уровня приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту (соответствию заданных количественных показателей ремонтпригодности в ТТЗ и полученных расчетным путем), подтвердить данные расчетов проектированием системы ТО и Р с использованием ИМК.

Проектировать процесс технического обслуживания и ремонта корабля, основанных на данных ИМК.

На базе спроектированного процесса повторно оценивать стоимость жизненного цикла корабля с демонстрацией на ИМК.

2. На стадии разработки РКД и строительства разрабатывать документацию для сервисного обслуживания и ремонта, ибо ее отсутствие противоречит концепции ИПИ-технологий и не подтверждает того, что проектантом сделано все для «снижения стоимости владения».

Разрабатывать проект технологического процесса сервисного обслуживания и ремонта корабля с использованием ИМК до уровня исполнителей.

По идеологии п. 4.1. ГОСТ Р В 50666 – 94 этот проект кроме ремонтных документов на корабль (РДК), включает:

- отдельные документы технического проекта корабля;
- неполный комплект рабочих конструкторских документов верфи;
- неполный комплект судовых эксплуатационных документов;
- комплект КД на спецсредства технологического оснащения;
- комплект документов для ремонта комплектующих корабль изделий;
- технологические и организационно-технические документы.

Таким образом, будет получен «блок планирования ТО и Р», работающий на основании данных учета технического состояния, встроенных систем диагностики, автоматизированного учета наработки.

Одним из результатов функционирования блока планирования ТО и Р в ИМК должна стать технологическая (типовая ремонтная) ведомость с нормированными: трудовыми затратами, расходом ЗИП и материалов, другими ресурсами и средами.

После поступления от корабля информации об отказах и наработке на базе этой ведомости можно оперативно формировать ремонтную ведомость корабля, цену и сроки выполнения работ. ■

В настоящее время отечественное кораблестроение находится на этапе возобновления серийного строительства. Уже заложена серия корветов пр. 20380 и первый серийный фрегат пр. 22350, завершается создание головных подводных лодок новых проектов. Программы кораблестроения предусматривают расширение серийного строительства. Корабельный состав военно-морского флота неуклонно стареет, а ввод в строй новых кораблей пока не покрывает убыль в результате списания.

Президентом РФ в Послании Федеральному Собранию 12 ноября 2009 г.

задача переоснащения войск новыми системами и образцами вооружений и военной техники поставлена в качестве приоритетной. Однако производственно-технологические возможности предприятий и опыт организации серийного строительства кораблей частично утрачены.

В период расцвета отечественной судостроительной промышленности, в 70–80-х гг. прошлого века, государство обеспечивало годовой выпуск кораблей и судов для ВМФ общим стандартным водоизмещением более 300 тыс. т. Ежегодно флоту сдавалось четыре-пять атомных подводных лодок, включая подводные ракетоносцы стратегического назначения, один крупный надводный корабль типа авианесущего или ракетного крейсера, три-четыре корабля классов эскадренный миноносец и большой противолодочный корабль, значительное количество средних и малых боевых кораблей, тральщиков, катеров и вспомогательных судов. На судостроительных заводах (ССЗ) постоянно в постройке находилось более 100 кораблей [1].

После распада Советского Союза в 90-е гг. преимущественно велась достройка кораблей, заложенных ранее. Существенное снижение государственного оборонного заказа (ГОЗ) и длительные планово-технологические сроки постройки кораблей (до трех–семи лет) не позволили государственным заказчикам и предприятиям судостроительной промышленности проводить адекватные им изменения. К 1997 г. на стапелях судостроительных заводов скопилось большое количество кораблей, исключенных из ГОЗ, возникла задолженность по оборонному заказу, превышающая его годовой объем. Финансирование по заказам, оставшимся в ГОЗ, было существенно ниже уровня, требуемого для планового срока окончания постройки [2]. В результате сроки постройки кораблей возрастали, иногда превышая 10 лет. При этом в относительно высоком темпе велась постройка не более одного корабля на каждом судостроительном заводе.

В 2000-е гг. во многом удалось решить указанные проблемы. Объемы ассигнований на постройку кораблей ежегодно растут. Достаточно успешно была организована постройка серии малых артиллерийских кораблей проекта «Буян». Созданы предпосылки для серийного строительства боевых кораблей других классов. Опыт серийной постройки кораблей пр. 11356, 956Э, 956ЭМ и 636 на экспорт показывают способность отечественного оборонно-промышленного комплекса успешно реализовывать подобные программы.

Однако на пути эффективной организации серийного строительства кораблей еще много проблем. Одна из них – обеснование наиболее приемлемого срока постройки.

В коммерческом судостроении в последние десятилетия короткий срок постройки судна стал таким же конкурентным преимуществом, как и выгодная стоимость постройки. Это вызвано стремлением заказчиков сократить косвенные затраты, связанные с «замораживанием» средств в ходе постройки корабля и возрастанием суммы процентов по кредитам. В результате верфи внедряют прогрессивные технологии постройки, а сроки создания гражданских судов существенно сократились.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СРОКОВ ПОСТРОЙКИ ЗАРУБЕЖНЫХ КОРАБЛЕЙ

В.В. Антипов, д-р техн. наук, проф., ОАО «Концерн «НПО «Аврора»»,

А.Н. Ваучский, д-р техн. наук, проф.,

1 ЦНИИ МО РФ (Филиал «ВНУЦ ВМФ ВМА

им. Адмирала Флота Советского Союза Н.В. Кузнецова»),

Р.А. Мышкин, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»»,

контакт. тел. (812) 7025533

Указанная тенденция не может не найти свое отражение в кораблестроении. Но в этой области играют существенную роль и иные факторы. В частности, существенно возросло насыщение кораблей различными системами и комплексами оружия, вооружения и технических средств, усложнились их сопряжение на корабле, испытания и отладка.

В период плановой системы экономики был накоплен значительный методический задел для оценки срока постройки, используемый и в настоящее время. В ходе проектирования корабля на основе технологического плана постройки оценивается период строительства применительно к производственно-технологическим условиям определенного предприятия. Затем на начальной стадии конструкторской подготовки на судостроительном предприятии создается укрупненный генеральный график, определяющий сроки выпуска заказной документации и рабочих чертежей, начала работ по постройке, закладке и спуске на воду, достройке и сдаче головного корабля заказчику. В дальнейшем генеральный график уточняют, например, в виде сетевой модели. Исходя из сетевого генерального графика, составляют межцеховой генеральный график и более детальные графики технологические, цикловые, оперативно-производственные и др. [3].

Но насколько полученные в результате таких расчетов сроки будут отвечать современному уровню мирового кораблестроения? Имеются ли резервы сокращения сроков постройки кораблей или, наоборот, данные сроки будут чрезмерно жесткими, что приведет к повышенному риску срыва сроков? Ответы на данные вопросы невозможно получить без анализа практики мирового кораблестроения за длительный период.

В качестве примера нами был выбран наиболее распространенный класс универсальных боевых кораблей – фрегаты. Для этого класса кораблей были проанализированы тенденции изменения сроков постройки, начиная с 1960 г. (тут и далее указывается год сдачи корабля). В расчетах использованы данные о постройке более 450 фрегатов в 24 странах мира. Отнесение кораблей к данному классу проводилось по их национальной классификации в соответствии с Jane's Fighting Ships [4].

Распределение стран-производителей указанных кораблей по количеству и среднему сроку постройки фрегатов представлено на рис. 1 и 2.

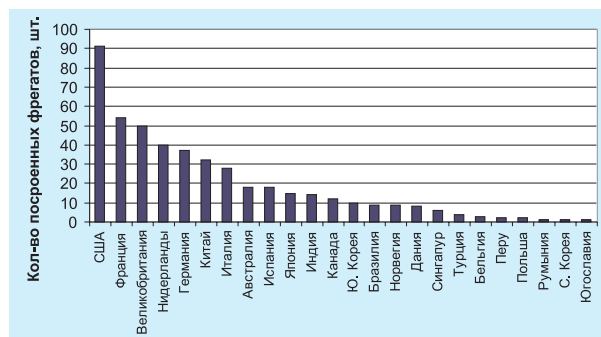


Рис. 1. Количество построенных фрегатов

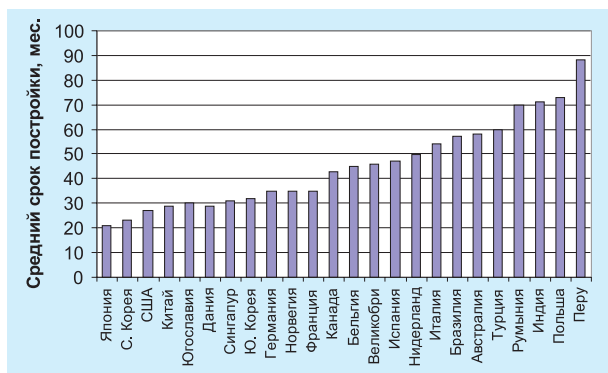


Рис. 2. Средний срок постройки фрегатов

Рассматривая сроки серийного строительства, целесообразно исключить из расчета страны, где построено менее 10 фрегатов. Изучая передовой уровень кораблестроения, также целесообразно исключить страны с высокими средними сроками постройки (более 4,5 лет), не являющиеся ведущими производителями.

В соответствии с указанными критериями для последующего расчета были приняты следующие 10 стран: США, Франция, Великобритания, Нидерланды, Германия, Китай, Италия, Испания, Япония и Канада. Структура рассматриваемой выборки фрегатов по странам, (по количеству кораблей и их суммарному водоизмещению) представлена на рис. 3 и 4.

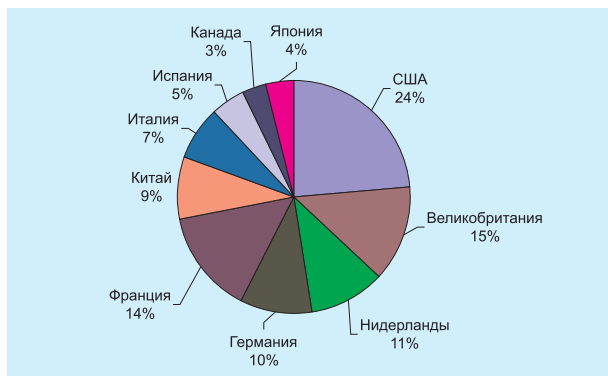


Рис. 3. Структура рассматриваемой выборки по количеству фрегатов в разных странах

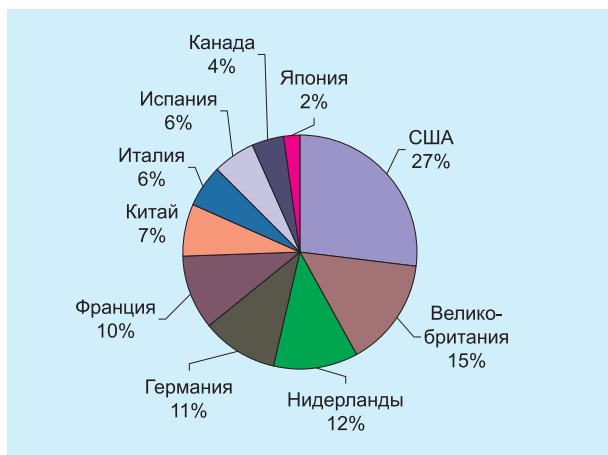


Рис. 4. Структура рассматриваемой выборки суммарного водоизмещения фрегатов в разных странах

Четвертая часть рассматриваемых фрегатов построена в США, а почти три четверти – в пяти странах: США, Великобритании, Нидерландах, Германии и Франции. Представленные распределения показывают, что ни одна страна в выборке не доминирует, а средние показатели действительно будут характеризовать передовой уровень мирового кораблестроения.

Для выявления тенденций рассматриваемый временной период разбит на интервалы по пять лет, а корабли по водоизмещению распределены на девять групп. Необходимо отметить весьма существенный разброс водоизмещения кораблей на каждом рассматриваемом интервале (рис. 5), однако среднее водоизмещение построенных кораблей на каждом интервале отличается не более чем на треть от среднего водоизмещения за весь рассматриваемый период (рис. 6).

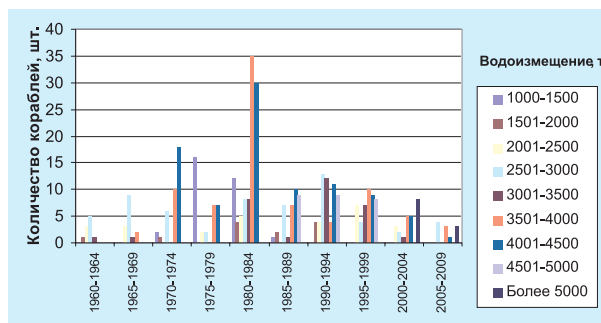


Рис. 5. Распределение количества построенных за рассматриваемые интервалы времени кораблей по водоизмещению



Рис. 6. Среднее водоизмещение кораблей, построенных в рассматриваемых интервалах времени

Известно, что срок постройки корабля зависит от его водоизмещения. В связи с указанным представленные результаты анализа позволяют сделать вывод о необходимости условного приведения срока постройки к среднему значению водоизмещения кораблей. Для такого приведения построена кривая аппроксимации зависимости срока постройки от водоизмещения фрегатов (рис. 7).

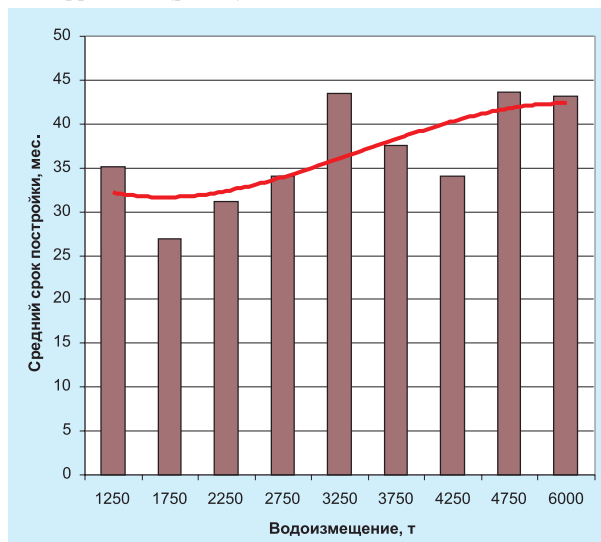


Рис. 7. Аппроксимация зависимости срока постройки от водоизмещения фрегатов

Коэффициент приведения срока постройки

$$K = \frac{-0,06 \times x^3 + 0,9782 \times x^2 - 3,0491 \times x + 34,325}{T_{\text{ср}}},$$

где $T_{\text{ср}}$ – средний срок постройки по всей рассматриваемой выборке фрегатов (36,2 мес.); $x = \frac{(W - 750)}{500}$ – условный параметр (номер интервала), W – водоизмещение корабля, т.

Зависимость приведенного срока постройки фрегатов от периода строительства приведена на рис. 8.



Рис. 8. Зависимость приведенного срока постройки фрегатов от периода строительства

Из графика видно, что срок постройки фрегатов в рассматриваемом периоде колеблется около среднего значения, равного примерно 35 мес. В 70-е гг. прошлого века интенсивное внедрение новых технологий судостроительного производства привело к снижению средних сроков постройки фрегатов до 28 мес. Однако в последующем в результате опережающего развития вооружения, до начала 90-х гг. наблюдалась тенденция увеличения срока постройки. В 90-е гг. начался новый этап развития судостроительного производства на базе широкой автоматизации проектирования и используемых технологий, а также освоение серийного производства ранее созданных кораблей, что привело к некоторому снижению среднего срока постройки фрегатов.

К настоящему времени средний срок постройки опять возрос, что может быть связано с созданием кораблей следующего поколения.

Для разных стран-производителей, учитывая особенности развития национального кораблестроения, указанные тенденции могут несколько отличаться по срокам и абсолютным значениям (см., например, данные на рис. 9).

Проведенный анализ показывает, что создание кораблей класса «фрегат» проходит под влиянием двух противоположных тенденций:

- снижение срока постройки в связи с развитием технологий кораблестроения и освоением серийного производства;
- рост срока создания кораблей, вызванный усложнением военной техники и переходом к производству новых проектов кораблей.

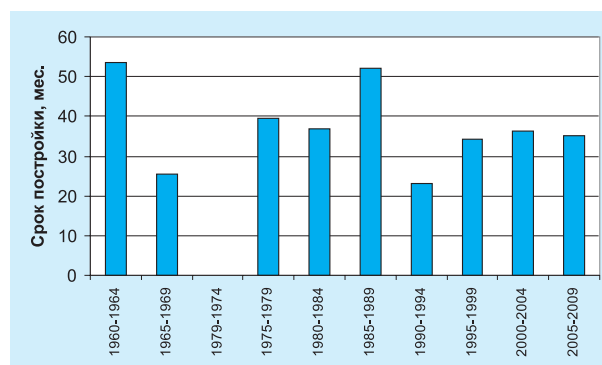


Рис. 9. Зависимость приведенного срока постройки фрегатов от периода строительства для кораблестроения Франции

Следует отметить, что в длительном периоде (более пяти лет) между данными тенденциями наблюдается условный паритет.

Полученные в результате расчета зависимости позволяют оценить срок постройки фрегата, соответствующего современному уровню развития мирового кораблестроения в ведущих странах-производителях. Например, средний срок постройки фрегата водоизмещением 5000 т

$$T^{5000} = 35 \times K = 35 \times \frac{-0,06 \times \left(\frac{W - 750}{500}\right)^3 + 0,9782 \times \left(\frac{W - 750}{500}\right)^2 - 3,0491 \times \frac{W - 750}{500} + 34,325}{T_{\text{ср}}} = 41 \text{ мес.}$$

Таким образом, на сегодняшний день серийные фрегаты водоизмещением 5000 т могут эффективно строиться за три года и пять месяцев.

Аналогичные данные могут быть получены и для других классов кораблей. Разработанный подход может быть использован для расчетов эффективных сроков постройки кораблей других классов, а также являться основой для формирования конкурентоспособных предложений верфей и разработчиков корабельного оборудования. Этот же подход может быть применен для расчета эффективных сроков строительства судов и судового оборудования. Полученные с помощью предложенного подхода обоснования могут быть использованы как при формировании государственной программы вооружения, так и при заключении контрактов на экспортные поставки кораблей и судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Военно-Морской Флот и судостроение в современных условиях: Мат-лы междунар. конфер. (26–29 февраля 1996 г.). – СПб.: Изд. ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова.
2. Захаров И.Г. Роль военного кораблестроения в обеспечении комплексного развития судостроения России в современных условиях // Судостроение. – 2001. – №12.
3. Кулик Ю.Г., Сумеркин Ю.В. Технология судостроения и судоремонта. – М.: Транспорт, 1988.
4. Jane's Fighting Ships, 1990–2009. ■

Проблемы автоматизация управления движением корабля начали рассматриваться еще в начале прошлого века, и к настоящему времени существует большое количество методов и средств (авторулевых), позволяющих достаточно эффективно решать подобные задачи [1]. В целом развитие систем автоматизации управления движением корабля идет по пути создания высоконадежных и полностью автоматизированных технических подсистем с минимальным (только командным) участием в ней человека.

Уже в настоящее время ручные режимы управления движением корабля практически отсутствуют, при этом функции судоводителя сводятся к минимуму:

- заданию системе автоматического управления движением (САУД) конкретного режима плавания,

- общему наблюдению за процессом движения корабля.

Внедрение весьма сложных в технологическом плане САУД может приводить к сбоям в работе чаще, чем при использовании простейших в технологическом аспекте авторулевых прошлого века, при этом судоводитель при наличии САУД не участвует в процессе управления движением корабля, поэтому при сбое в САУД лишенный опыта ручного управления не сможет эффективно управлять кораблем, т.е. корабль становится неуправляемым (парадокс введения автоматизации!).

Для обеспечения эффективной работы судоводителя при сбое в САУД необходимо создать индикаторное устройство, позволяющее судоводителю, даже не обладающему опытом ручного управления, обеспечить эффективное управление безопасным движением корабля.

Опытный судоводитель, учитывая текущую угловую скорость корабля и текущий курс, может успешно управлять движением корабля. Однако не каждый судоводитель сможет сформировать «в уме» величину угловой скорости корабля, поэтому речные суда обычно оборудуют специальными индикаторами угловой скорости.

Для существенного повышения качества и безопасности ручного управления движением инерционным объектом, каковым является корабль, следует создать «советчик» судоводителю, который позволил бы существенно облегчить процесс управления движением корабля при сбое в САУД. Это окажется возможным, если «советчик» судоводителю будет прогнозировать будущее состояние корабля в ускоренном масштабе времени, т.е. позволит управлять им как безынерционным объектом.

Известен «советчик» судоводителю [2], который позволяет при маневрировании по курсу определять требуемую

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОРАБЛЯ С «СОВЕТЧИКОМ» СУДОВОДИТЕЛЮ

Л.М. Клячко, канд. техн. наук, генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс»»,
Г.Э. Острецов, канд. техн. наук,
Институт проблем управления им.В.А. Трапезникова, РАН,
контакт. тел. (495) 3651153

величину управляющего воздействия и момент времени, когда судоводителю следует начинать процесс *одерживания* для выхода корабля на новый курс.

В «советчике» судоводителя с использованием сигналов текущего курса φ и угла перекладки руля δ формируется сигнал будущего состояния корабля по углу курса в функции от текущего угла курса, величины угла перекладки руля $\varphi_{\text{прогн}} = f[\varphi, \delta_i(t)]$. При переходе на новый курс в «советчике» прогнозируется будущее значение угла курса. Если, начиная с данного момента судоводитель начнет *одерживание* корабля (установит руль в нулевое положение), то корабль выйдет на новый желаемый новый курс $\varphi_{\text{зд}}$:

$\varphi_{\text{текущ}} = \varphi_{\text{прогн}} = \varphi_{\text{зд}}$,
где $\varphi_{\text{зд}}$ – заданное значение курса корабля, на который следует перейти.

Недостатками приведенного выше «советчика» судоводителю являются:

- формирование момента, когда следует начинать *одерживание* судна, что не позволяет использовать эффективно такой «советчик» в режиме стабилизации на заданном курсе;

- при наличии морского волнения судоводитель определяет требуемое управляющее воздействие для выхода на желаемое направление движения с низкой точностью прогноза, так как в «советчике» не учитывается смещение руля для компенсации постоянной составляющей от возмущающего момента;

- процесс ручного управления движением *инерционного* корабля путем *одерживания* по показаниям такого советчика оказывается малоэффективным.

В предлагаемом ниже «советчике» судоводителю отмеченные выше недостатки устранены:

- процесс ручного управления движением *инерционного* корабля существенно эффективнее;

- учитывается балансировочное значение угла перекладки руля $\delta_{\text{баланс}} = \delta_{\text{ср}}$ и угловой скорости корабля $\omega(\tau_i)$, при прогнозировании, что повышает точность выработки прогнозируемых значений при наличии развитого морского волнения;

- прогнозируемая информация (о будущем состоянии корабля, через время, близкое к постоянной времени корабля $T_{\text{кораб}}^{\text{кораб}}$) формируется практически мгновенно, т.е. судоводитель управляет как бы «безынерционным объектом».

Предложенный «советчик» используется судоводителем при сбое в САУД корабля и необходимости перехода на ручное управление его движением, повышая тем самым живучесть системы управления движением корабля.

«Советчик» судоводителю содержит электронную модель движения корабля, работающую циклически в ускоренном масштабе времени. Прогноз о будущем положении корабля вычисляется с текущего момента времени t через момент времени Δt , т.е. до момента времени $t_{\text{прогн}} = t + \Delta t$.

Для компенсации постоянной составляющей возмущающего момента от морского волнения учитывается среднее значение угла перекладки руля $\delta_{\text{ср}}$. В электронной модели движения корабля формируется сигнал будущего состояния корабля по углу курса $\varphi_{\text{прогн}}$ в виде суммы сигналов:

$$\varphi_{\text{прогн}} = \varphi_{\text{прогн}}(\tau_i) + K\omega(\tau_i), \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{прогн}}(\tau_i)$ – прогнозируемый курс корабля в момент времени $(t_i + \tau_i)$, соответствующий $(\delta_i - \delta_{\text{ср}})$; τ_i – время ускоренного моделирования, пропорциональное постоянной времени корабля: $T_{\text{кораб}} = K_{\text{ускор}} \tau_i$; $\omega(\tau_i)$ – угловая скорость корабля, выработанная в электронной модели движения корабля в момент времени окончания цикла прогноза τ_i .

Циклы ускоренного моделирования повторяются через интервал ускоренного времени $\Delta t = \tau_i$.

На рис. 1 приведена структурная схема предлагаемого «советчика».

Выход программного блока 1 (сигнал заданного курса $\varphi_{\text{зд}}$) вводят на вход индикатора 6. Сигналы курса φ и угловой скорости ω (из измерительного блока 2) вводят на вход электронной модели движения корабля 3, на два других входа которой вводят сигналы угла перекладки руля δ (из блока исполни-

тельных средств 5) и сигнал среднего значения угла перекладки руля $\delta_{\text{ср.}}$ (из блока среднего значения угла перекладки руля 4).

В электронной модели движения корабля формируется сигнал будущего состояния корабля по углу курса $\varphi_{\text{прогн.}}$ в виде суммы сигналов:

$$\varphi_{\text{прогн.}} = \varphi_{\text{прогн.}}(\tau_r) + K\omega(\tau_r), \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{прогн.}}(\tau_r)$ – прогнозируемый курс корабля в момент времени t_r , соответствующий положению руля δ_i и моменту времени конца ускоренного цикла; τ_r – ускоренное время моделирования, пропорциональное постоянной времени корабля $T_{\text{кораб.}} = K_{\text{ускор.}} \tau_r$.

Сигнал угла перекладки руля δ (из блока исполнительных средств 5) вводят в блок среднего значения угла перекладки руля 4, для формирования среднего значения угла перекладки руля $\delta_{\text{ср.}}$.

Судоводитель управляет рулевым приводом из блока ручного управления 7.

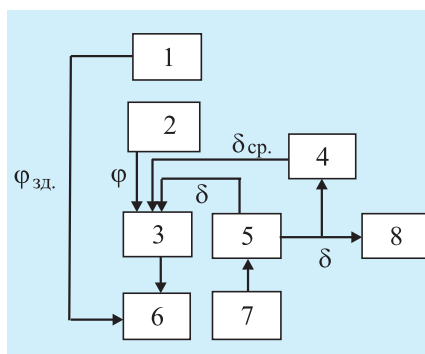


Рис. 1. «Советчик» судоводителю
1 – программный блок, 2 – измерительный блок, 3 – электронная модель движения корабля, 4 – блок среднего значения угла перекладки руля, 5 – блок исполнительных средств, 6 – индикатор, 7 – блок ручного управления, 8 – корабль – объект управления

Рассмотрим, как используется предложенный «советчик» судоводителя.

Судоводитель отклонением рукоятки в блоке ручного управления судово-

дителя 7 выдает сигнал задания в блок исполнительных средств 5 на перекладку руля. На индикаторе 6 при данной величине перекладки руля δ_i будет выработываться *будущее* направление движения корабля $\varphi_{\text{предск.}}$, на которое выйдет корабль через время $T_{\text{кораб.}}$, которое и высвечивается в индикаторе 6. Изменяя величину перекладки руля δ_i судоводитель обеспечит движение корабля по заданному направлению, если

$$\varphi_{\text{предск.}} = \varphi_{\text{зд.}}$$

где $\varphi_{\text{зд.}}$ – заданное (программное) значение курса, которое также высвечивается в индикаторе 6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клячко Л.М., Острецов Г.Э. Методы автоматизации управления движением корабля. – Москва. Физ.- матем. лит-ра». – 2009. – 120 с.
2. Патент России №218.96.24. ■

Одним из основных вопросов, который подлежит решению при создании многих образцов сложных современных систем управления, состоит в том, сможет ли человек управлять порученным ему объектом с использованием созданной системы. Следующим вопросом будет, насколько эффективно человек сможет управлять.

Современная литература, посвященная эксплуатации различных технических объектов, включая корабли и суда, отмечает важность для обеспечения их безопасности учета человеческого фактора, это приобретает особое значение для последних проектов кораблей и судов в связи с применяемыми на них конкретными техническими решениями по управлению кораблем или судном и находящимся на них оборудованием. Современные пульты и используемые на них средства отображения информации выполнены так, что оказывают принципиальную поддержку операторам при осуществлении необходимых режимов управления путем предоставления им обобщенной информации о возникших ситуациях, рекомендаций по необходимым действиям. В то же время имеются определенные факторы, которые осложняют деятельность операторов. К ним можно отнести:

- усложнение структуры и характеристик управляемых объектов, рост напряженности и быстротечности происходящих в них процессов;
- тенденцию сокращения численности личного состава и, как следствие, увеличение объема задач, решаемых одним оператором;
- специфику организации управления с использованием современных

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ КОРАБЛЕЙ, СУДОВ И ИХ ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ

В.И. Гольтраф, д-р техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник, зам. начальника самостоятельной лаборатории,

Т.А. Гончарова, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель группы, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»»,

А.В. Нефедович, д-р техн. наук, ст. науч. сотр. 1 ЦНИИ МО РФ (Филиал «ВНУЦ ВМФ ВМА им. Адмирала Флота Советского Союза Н.В. Кузнецова»), контакт. тел. (812) 2972311

средств отображения информации и органов управления по сравнению с организацией управления, принятой на заказах предшествующих поколений.

Характерной чертой построения пультов указанных заказов было одно-временное представление оператору всего объема детализированной информации, которая могла ему понадобиться при управлении всеми режимами объекта независимо от того, чем конкретно

он управляет в данное время. Управляющие воздействия также осуществлялись простейшим способом с использованием расположенных на пультах кнопок, тумблеров и переключателей. В результате операции по определению положения конкретного исполнительного органа, текущего значения параметра, наличия отклонения параметра, подаче управляющей команды требовали от оператора минимального количества дей-

твий. Сложность состояла в том, чтобы из многочисленных одновременно представленных сигналов выбрать имеющие отношение к возникшей ситуации, определить ее, а затем сформировать и осуществить последовательность подачи необходимых команд.

Появление таких электронных средств, как мониторы, клавиатуры, в том числе сенсорные, шаровые манипуляторы и другие, позволило радикально изменить организацию работы операторов, перейти к селективному представлению информации и управлению. Следствием этого явилась многоступенчатость действий операторов. Если раньше для включения или отключения исполнительного органа было достаточно переместить необходимый тумблер или переключатель и подать с помощью кнопки подтверждающий сигнал, то в перспективных системах количество действий увеличивается. Необходимо при использовании одного из возможных вариантов организации управления по обобщенному видеокадру выбрать и вызвать нужный детальный видеокادر составной части объекта, подвести курсор к изображению исполнительного органа, подать команду исполнения (рис. 1).

нической) документацией единичного действия при монтаже, испытаниях или эксплуатации объекта. Под *ошибочными решениями* подразумевается неправильный выбор порядка, последовательности и/или способа выполнения действий из-за неверной оценки условий эксплуатации и параметров состояния объекта.

Нормативные документы различают следующие составляющие процессов управления объектами, которые осуществляют операторы: это поиск, восприятие, переработка информации, принятие решения, подача исполнительных команд. При этом наибольшую часть времени отводят на принятие решения.

Можно выделить два вида деятельности операторов при управлении объектами:

- управление при известном алгоритме, известных признаках для каждого этапа и известных действиях при появлении этих признаков;
- управление в ситуациях, когда оператор по появившейся информации об отклонениях в состоянии объекта должен самостоятельно определиться с возникшими событиями, определиться с необходимыми действиями и их выполнить.

В составе каждого из указанных видов деятельности можно выделить две разновидности:

– точность деятельности, которая характеризует соблюдение оператором заданного порядка действий;

– надежность деятельности, которая характеризует сохранение оператором качества деятельности на протяжении всей вахты.

Детализация показателей в перечисленных группах в нормативных документах проведена с позиций рассмотрения оператора как элемента системы «человек-машина», как звена, обладающего известными характеристиками. Поэтому для деятельности оператора вводятся также такие показатели, как:

- вероятность своевременного выполнения деятельности;
- погрешность непрерывной и дискретной деятельности;
- вероятность правильного выполнения деятельности согласно заданным требованиям.

Для оценки показателей качества функционирования автоматизированной системы с участием оператора в качестве ее звена может быть применена методология, разработанная на базе подхода, аналогичного принятому для расчета надежности обычных автоматизированных систем. В этом случае для оператора должны быть введены в рассмотрение показатели, характерные



Рис. 1. Варианты организации управления по обобщенному видеокадру: а – традиционное управление; б – селективное управление

Указанные обстоятельства не позволяют априори говорить об обеспечении на современных пультах необходимого качества управления.

Следует иметь в виду, что при управлении такими сложными техническими объектами, как корабли и суда, даже опытные и профессионально подготовленные операторы могут совершать ошибки и осуществлять неправильные операции. Предложение это содержится в том числе в нормативных документах, которыми следует руководствоваться при создании систем управления. В них вводятся такие понятия, как ошибка личного состава и ошибочные решения. При этом под *ошибкой* понимается несвоевременное или неточное выполнение, невыполнение требуемого единичного действия и/или выполнение другого или запрещенного эксплуатационной (тех-

- управление в ситуациях, где имеются ограничения на результаты осуществляемого оператором управления, вытекающие из технологии работы объекта;
- управление в ситуациях, когда жесткие ограничения отсутствуют.

Возможными ограничениями могут быть:

- допустимое время выполнения задачи управления;
- выход параметров объекта и его оборудования за допустимую область.

Действующие стандарты вводят показатели, определяющие качество работы операторов для ситуаций, в которых их деятельность может быть четко регламентирована. Выделены три группы показателей:

- быстрое действие, которое характеризует время, необходимое для выполнения деятельности;

для других звеньев автоматизированной системы: вероятность безотказной работы за определенное время, время выполнения отдельных операций. После разработки структур функционально самостоятельных операций, в выполнении которых участвует оператор, и подстановки числовых значений показателей элементарных операций принципиально возможно получение показателей качества функционирования системы с участием человека.

Вместе с тем следует отметить, что получение показателей деятельности человека как обычного звена автоматизированной системы расчетным путем – сложная задача. Это связано с тем, что применительно ко многим используемым в современных системах средствам отображения информации и органам управления показатели

выполнения человеком элементарных операций отсутствуют. Для ситуаций, в которых деятельность оператора не может быть регламентирована, т. е. для деятельности эвристического характера, связанной с решением задач управления, когда неизвестны заранее алгоритмы достижения целей деятельности, детальные показатели качества работы операторов в нормативных документах отсутствуют.

Учитывая изложенное, следует признать, что для обоих вариантов деятельности операторов, т. е. как при наличии алгоритмов решения задач, так и при необходимости операторам самостоятельно формировать последовательность действий в возникших ситуациях, использование расчетных методов оценки деятельности невозможно либо затруд-

нительно. Поэтому основным методом оценки качества деятельности оператора следует считать экспериментальный.

Для этапов разработки эскизного и технического проектов нормативные документы рекомендуют проведение исследований качества деятельности операторов на макетах и лабораторно-моделирующих стендах. Очевидна целесообразность того, чтобы такой макет или лабораторно-моделирующий стенд был бы максимально универсальным, т. е. мог бы обеспечивать проверку работы операторов на пультах различных систем. Это может быть обеспечено, если основными его составляющими будут: имитатор пульта управления и объекта управления. Один из возможных вариантов решения подобной задачи, предназначен-

Имитатор объекта управления был реализован на средствах вычислительной техники, что позволяло осуществлять перестройку его характеристик применительно к различным задачам. Структура такого стенда представлена на рис. 2.

Изложенное позволяет сделать следующие основные выводы:

- исследование качества работы оператора является обязательным условием создания систем управления как на этапе проектирования, так и при испытаниях изготовленного образца;
- предпочтительным следует считать экспериментальный способ оценки качества работы операторов;
- для проведения экспериментальных оценок различных пультов следует ориентироваться на создание экспериментальных стендов.

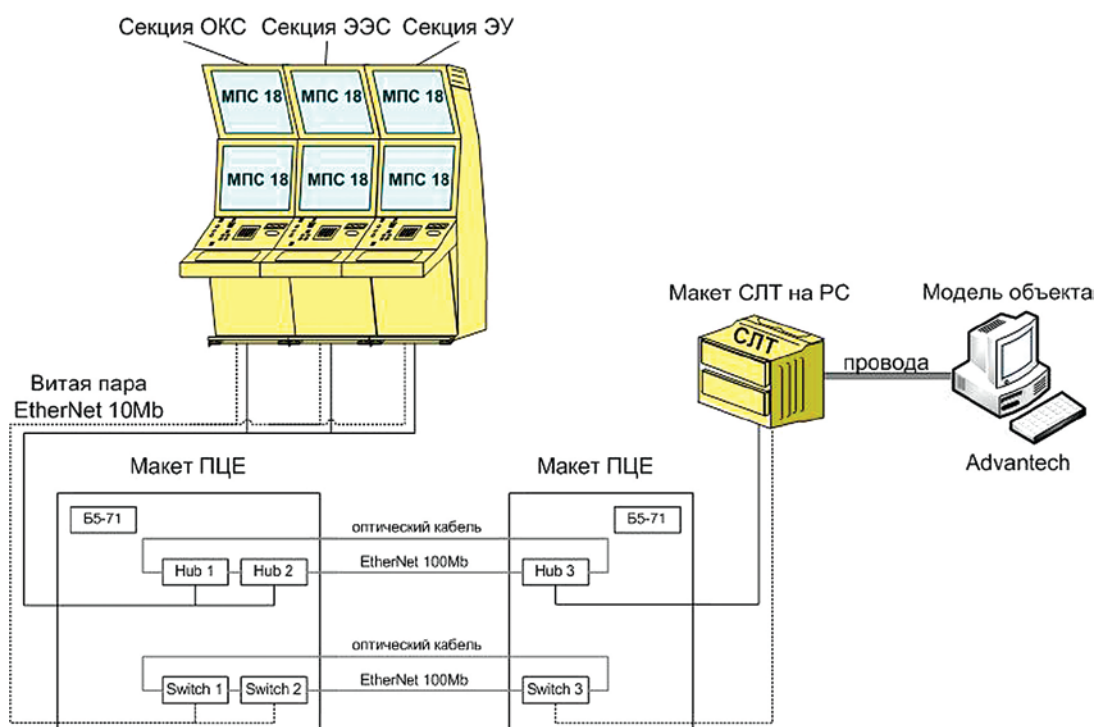


Рис. 2. Структура стенда

нительно. Поэтому основным методом оценки качества деятельности оператора следует считать экспериментальный.

Необходимость оценки качества деятельности оператора возникает на различных стадиях создания автоматизированной системы как в процессе проектирования, так и при испытаниях изготовленной системы. Изготовленный образец позволяет экспериментально оценить качество работы оператора, если он сопряжен с имитатором объекта, воспринимающим команды, поступающие с пульта, и формирующим ответные

сигналы о положении исполнительных органов, текущих значениях параметров и их отклонениях от допустимых значений. Были сделаны каркасы нескольких стоек необходимой формы с установленными на них панелями. В эти панели встраивались средства отображения информации и органы управления по составу и расположению соответствующие предлагаемому варианту пульта управления. Сигналы с имитатора пульта кабелями выводились к имитатору объекта управления. Ответные сигналы также кабелями направлялись обратно на пульт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтецкий В.В., Обуховский С.А., Гольтраф В.И., Гончарова Т.А. Задачи создания рабочих мест специалистов на кораблях ВМФ // Морская радиоэлектроника. – 2008. – Вып. 4.
2. Гольтраф В.И., Гончарова Т.А. Опыт проведения работ по совершенствованию эргономических характеристик корабельных систем управления // Мат-лы 7-й Всероссийской конфер. по морским интеллектуальным технологиям. – 2008. – Т. 1. ■

Автоматизация процессов управления на сегодняшний день – наиболее распространенная и актуальная сфера деятельности многих отечественных и зарубежных компаний – поставщиков услуг для морского транспорта и ВМФ. В целях удешевления и повышения надежности функционирования находят широкое применение не свойственные первоначально судостроению технические решения. Одним из них является протокол CAN.

Сетевой протокол CAN (Controller Area Network) был разработан в 1987 г. фирмой «Bosch» для мультипроцессорных автомобильных систем реального времени. CAN оптимизирован для систем, в которых передается сравнительно небольшой объем информации со скоростью до 1 Мбит/с. Основные достоинства CAN-протокола – высокая помехоустойчивость, надежность, возможность получения сообщений всеми узлами (контроллерами данных) с синхронизацией по времени, неразрушающий арбитраж доступа к шине, малая вероятность пропуска ошибки (4.10¹¹), низкая стоимость.

Физический уровень описывает стандарт ISO 11898. Он представляет собой двухпроводную медную витую пару и интерфейс основан на параллельном включении шин формирователей, при чем логический «0» доминирует над логической «1».

При передаче данных трансивер контролирует уровень напряжения в линии, что позволяет реализовать механизмы неразрушающего арбитража шины и обнаружения ошибок.

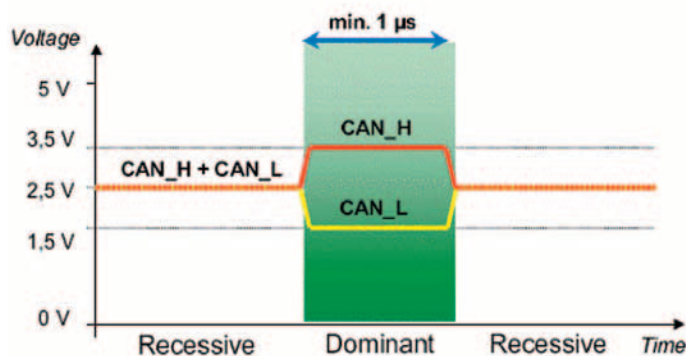


Рис. 1. Уровни передачи сигнала

Наиболее приоритетным считается сообщение с численно меньшим идентификатором. Все узлы синхронизируют работу своих тактовых генераторов по отношению к перепадам сигналов на линии. Перед передачей сообщения узел проверяет линию на свободу. Таким образом, несколько узлов могут одновременно начать выдачу сообщений, передав стартовый бит с уровнем логического 0, после чего линия уже не считается свободной. Заняв линию, узлы

формируется уровень «логического 0». Узел, передавший уровень «логического 1», а зафиксировавший уровень «логического 0», прекращает передачу. Идентификатор его сообщения численно больше идентификатора, передаваемого другим узлом, который продолжает передачу более приоритетного сообщения. Таким образом, приоритетный узел был выявлен без потери времени на арбитраж простым побитным сравнением идентификаторов (т.е. приоритетов) непосредственно в ходе передачи.

ПРИМЕНЕНИЕ CAN-ТЕХНОЛОГИЙ В МОРСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Е.В. Пименов, руководитель направления,
К.Б. Каравашкин, начальник отдела, ЗАО «МНС»,
контакт. тел. (812) 3203840

приступают к передаче идентификатора, начиная со старшего бита.

При одновременной передаче бита узел, обнаружив ошибку, выставляет на

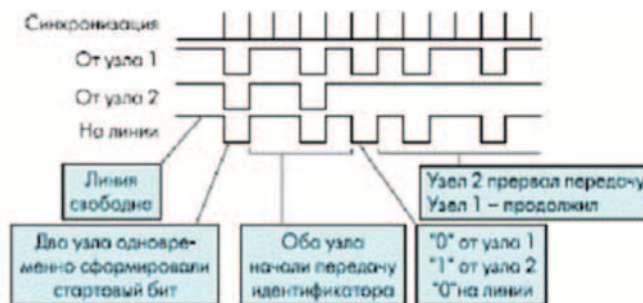


Рис. 2. Использование свойств элемента «монтажное И» при арбитраже сообщений в CAN

линии доминирующий уровень» логического 0». Передатчик, задающий уровень «логической 1», фиксирует несоответствие передаваемого сигнала сигналу на линии и прекращает передачу. Это обеспечивает непротиворечивость данных в сети: сообщение либо принято всеми узлами, либо не принято ни одним.

Тот или иной передатчик начинает новую попытку передачи сообщения в освободившуюся линию. В зависимости от числа попыток передатчик делает вывод о своей исправности. Для гарантии возможности сигнализации об ошибках в структуре передаваемого сообщения предусмотрены биты, которые передатчик всегда устанавливает равными уровню «логической 1» (например, бит после поля контрольной суммы). Эта удачная находка значительно увеличила шансы на выживание CAN-протокола в динамично развивающейся автомобильной отрасли.

Процедура выполняется без программного опроса, прерываний и без контроллера, управляющего обменом.

Как уже отмечалось, в CAN-протоколе понятие «адрес» отсутствует, а имеется понятие «идентификатор», который фактически является адресом регистра передачи (в узлах CAN-интерфейса нет программно-доступных по записи регистров приема). Каждый идентификатор жестко связан с массивом данных, который может быть передан в линию при инициации передачи соответствующим узлом. Остальные узлы «прослушивают» линию

Модули КМСПИ

Тип	Назначение
MPC2	2 RS422 или 4 RS 485
МНД	Регистрация и хранение данных (USB 1.1 для копирования)
МИП	2 частотных входа 2Гц...2КГц/ 0,1В...50В
МАП	8 аналоговых входов + 10 В или + 20 мА
МАВ	8 аналоговых выводов + 10 В или + 20 мА
МВУ	Прием сигналов от сельсин-датчиков и СКВТ
МТИ	8 температурных входов (в стадии разработки)

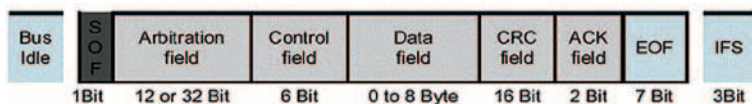


Рис.3. Стандартное сообщение CAN-интерфейса

SOF – начало сообщения;

AF – поле идентификатора сообщения;

CF – кол-во байтов в сообщении;

CRC – контрольная сумма;

ACK – поле подтверждения (принимающий узел выставляет «1», если в принимаемом сообщении обнаружена ошибка;

EOF – признак конца сообщения;

IFS – промежуток между сообщениями.

и анализируют идентификаторы передаваемых сообщений, принимая только «свои» данные и игнорируя остальные. Данные могут одновременно принимать несколько узлов. Это значительно ускоряет работу интерфейса (рис. 3) благодаря отсутствию дублирования передачи одинаковых данных разным узлам.

Выбор протокола CanOpen обусловлен открытостью протокола, что позволило использовать минимально необходимый набор функций протокола и существенно сократить трудоемкость реализации. Рынок предлагает большое кол-во устройств датчиков, инкoderов, электроприводов, блоков распределенного ввода/вывода с протоколом CanOpen. Это существенно облегчает и сокращает трудоемкость создания систем автоматизации.

Наиболее широкое применение технологии на базе CAN-протокола получили в следующих образцах судового оборудования:

- интегрированные мостиковые системы;
- машинные телеграфы;
- тахометры;
- автоматизация судовых электростанций;
- автоматизация общесудовых систем;
- системы аварийно-предупредительной сигнализации (АПС).

Экономически целесообразно строить подобные системы на базе унифицированного комплекта оборудования. ЗАО «МНС» на протяжении нескольких лет успешно применяет комплект КМСПИ (комплект модулей сопряжения и преобразования интерфейсов).

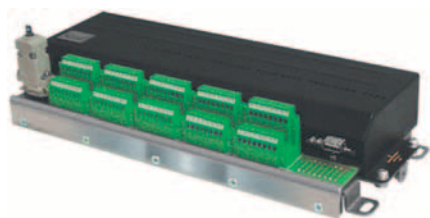


Рис. 4. КМСПИ общий вид прибора

КМСПИ предназначен для реализации функций ввода/вывода и обработки информации в различных автоматизированных системах управления.

Комплект состоит из платы-носителя с разъемными винтовыми соединителями для внешних подключений и устанавливаемых на нее модулей-мезониннов. Каждый мезонин предназначен для сопряжения с определенным типом интерфейса.

Таблица 1

Модули КМСПИ

Тип	Назначение
МСК8	8 дискретных входов
МКН8	8 токовых выходов, 24В/0,5А
МВВ4	4 дискретных входа, 4 дискретных выхода
МРВ8	8 релейных выходов (160В/0,5А)
МТП6	6 интерфейсов токовая петля
МСК15	14 дискретных входов
МКАН2А*	2 CAN интерфейса, протокол CanOpen

* Модуль МКАН2А имеет два исполнения с разным базовым ПО:

МКАН2А-BR выполняет функции моста между двумя сетями CAN

МКАН2А-BS выполняет функции дублированного CAN интерфейса

Следует обратить внимание на модуль накопления данных МНД.

Модуль был разработан для использования в электронных регистраторах. МНД предназначен для регистрации и хранения данных.

В модуле установлен микроконтроллер Atmega 128, флэш-память на 64 Мб и драйвер USB 1.1. Данные записываются в виде бинарного файла во флэш-память с файловой системой FAT. Этот файл можно скопировать на переносной USB накопитель, а затем открыть с помощью специальной программы на PC.

Рассмотрим для примера СДАУ ОКС «Каспий». Система предназначена для дистанционного и автоматизированного управления арматурой следующих систем: водоотливной, осушительной, противопожарной (водяного орошения, ОХП), гидравлики – корабля пр. 11430 (бывший ТАВКР «Адмирал Горшков»).

Система включает в себя операторские станции в постах управления и микроконтроллеры, расположен-

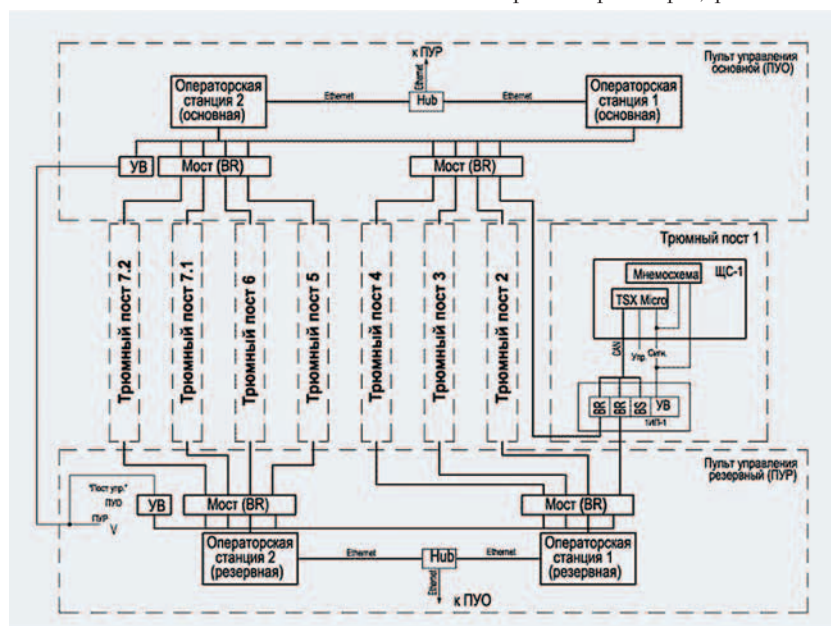


Рис. 5. Структурная схема системы «Каспий»

ные в трюмных постах и связанные сетью CAN.

Все операторские станции связаны сетью Ethernet. Пульты устанавливаются в основном и резервном постах управления. Для гальванической развязки и повышения надежности на каждом трюмном посту установлен КМСПИ с двумя МКАН2А-ВR, работающими в качестве мостов.



Пульт управления

Операторская станция – это промышленная ПЭВМ со встроенным 19-дюймовым жидкокристаллическим монитором, к которой подключен трэкбол для управления оборудованием.

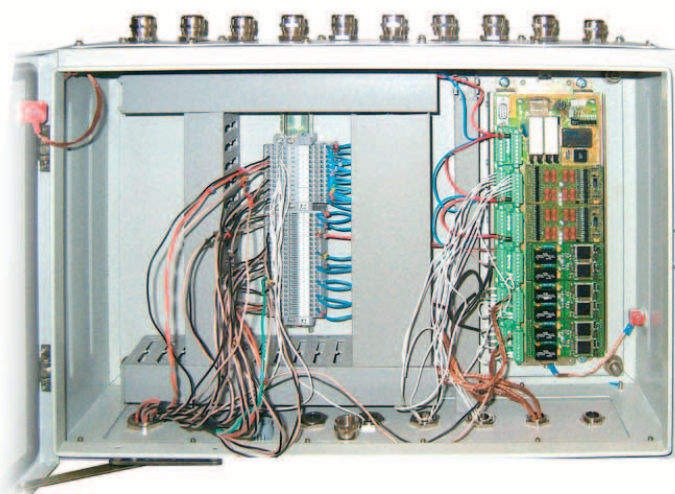
Программное обеспечение операторской станции разработано в ЗАО «Морские навигационные системы» и работает в операционной среде Windows XP.



Щит ЩС

Щиты ЩС устанавливаются в каждом трюмном посту корабля. В каждом щите расположен контроллер TSX Micro, который осуществляет следующие функции:

- сбор информации по данному району;
- обработку информации;
- передачу информации в пульта управления;
- прием команд от пультов управления.



Прибор ИП Состав: 2 моста МКАН2А-ВR; МКАН2А-ВS (интерфейс); МСК15 (дискретный ввод)

Поскольку в TSX Micro можно установить только одну CAN-карту, то для обеспечения резервирования CAN-шины используется контроллер КМСПИ с двумя модулями МКАН2А-ВR, которые выполняют функции мостов.

Это позволяет осуществить:

- резервирование CAN сети;
- гальваническую развязку;
- настройку разной скорости в сегментах;
- использовать маскирование для уменьшения загрузки сети CAN.

Технические решения, примененные в системе позволили:

- снизить стоимость системы;
- уменьшить размер каждого пульта 2 раза;

• уменьшить количество магистральных кабелей из каждого трюмного поста;

• уменьшить число жил с 3200 в 110 кабелях до 20 4-жильных кабелей, т.е. сокращено 40 км жил кабеля;

• отказаться от дорогостоящих показывающих приборов для индикации давлений, так как значения величин индицируются на дисплеях операторских станций;

• повысить надежность за счет резервирования операторских станций и CAN-шины;

• снизить металлоемкость системы и трудоемкость изготовления.

Благодаря применению CAN-технологий удалось:

- сократить трудоемкость и сроки разработки новых приборов и систем;
- использовать стандартный протокол обмена – CANopen;
- включить оборудование других производителей в состав систем;
- использовать готовые инструментальные средства для разработки и отладки ПО;
- повысить надежность приборов и систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Латин. Интерфейс CAN – слагаемые успеха // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2005. – 2.
2. Стандарт DS301, 401 CiA.
3. Презентация CiA на конференции Canteck, 2007. ■

Рассмотрим задачу декомпозиции и агрегирования имитационных моделей, разработанных на различных уровнях детализации.

При анализе процесса вооруженной борьбы на море [2] можно условно выделить следующие уровни моделей: стратегический, оперативный, тактический, технический (табл. 1).

На стратегическом уровне моделируются боевые действия групп и соединений кораблей. На оперативном и тактическом уровнях объектом исследования являются боевые единицы: надводные корабли, подводные лодки, летательные аппараты и боевые соединения, на техническом уровне – радиоэлектронное вооружение (РЭВ) и оружие боевых единиц.

ОАО «ЦНИИ «Курс»» разрабатывает моделирующие комплексы оперативно-тактического уровня для оценки эффективности РЭВ кораблей и стенды полунатурного моделирования по заказам предприятий приборостроения для отладки стендовых образцов РЭВ.

АГРЕГИРОВАНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДЕЛЕЙ В ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВАХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Д.В. Вавилов, директор по информационным технологиям ОАО «ЦНИИ «Курс»»,
контакт. тел. +7 (495) 3650936*

оперативно тактической обстановки и 1/40 с в стенде полунатурного моделирования);

– различные алгоритмы расчета идентичных характеристик.

Таблица 1

Уровни детализации систем моделирования

Уровень модели	Уровень детализации	Масштаб времени	Цели использования
Стратегический	Высоко агрегированный	Дни и недели	Оценка структуры сил, стратегии, военные игры
Оперативный	Агрегированный, некоторые корабли	Минуты и часы	Оценка тактики, военные игры.
Тактический	Корабли и некоторые детализированные системы	Секунды и минуты	Проверка и расчет тактики применения и специальные тренажеры
Технический	Максимально детализированный по составным частям с учетом физических процессов	Миллисекунды и секунды	Проектирование и производство вооружения. Испытания

В одной из работ возникла необходимость обеспечить информационную интеграцию существующих систем:

1) стенда полунатурного моделирования системы целеуказания (ЦУ) контура противовоздушной обороны (ПВО) надводного корабля, предназначенного для отработки: интерфейсов подсистем, программного обеспечения, режимов боевого применения;

2) системы задания и моделирования оперативно-тактической обстановки.

Информационная интеграция проводилась для реализации функциональности моделей оперативно-тактического уровня на стенде полунатурного моделирования.

Системы находились на различном уровне детализации (табл. 1), что порождало проблемы интеграции систем и отсутствие возможности прямого обмена информацией:

– несовпадающий масштаб и шаг времени (1с в системе моделирования

В связи с различным уровнем детализации, для обеспечения информационного взаимодействия возникла необходимость использования методов агрегирования и декомпозиции имитационных моделей [3].

Задачи декомпозиции и агрегирования моделей рассматривались многими исследователями. К данному направлению относятся работы М.Д. Месаровича, Н.Н. Моисеева, Ю.Н. Павловского, Г.И. Савина, П.С. Краснощекова, В.М. Глушкова, Г.С. Поспелова. Наиболее полно, на наш взгляд, применительно к имитационным моделям боевых действий, проработана теория интегрированного иерархического моделирования с изменяемым разрешением П. Девиса.

Каждая модель $\{M\}$ характеризуется: 1) фазовыми величинами, описывающими состояние объекта $\{X\}$;

2) вектором компонент управления $\{U\}$;

3) вектором внешних величин $\{K\}$.

В общем виде модель может быть представлена $M = M\{X, U, K\}$.

Каждая модель [1] (боевой единицы или компонента системы) может осуществлять следующие действия:

1) перемещаться в пространстве $\{M1\}$;

2) подвергать или подвергаться воздействию огневых средств $\{M2\}$;

3) преобразовывать пространство (акустические, магнитные, динамические воздействия) $\{M3\}$;

4) расходовать, получать и передавать различные материально-технические ресурсы $\{M4\}$;

5) обнаруживать внешние объекты и состояния пространства, принимать, обрабатывать, хранить и передавать информацию $\{M5\}$;

6) вырабатывать управления для себя и других систем $\{M6\}$.

Представление модели действий $M = M\{M1, M2, M3, M4, M5, M6\}$

Функция агрегирования модели $M1 \text{ Agg } k(X_k)$ представляет собой отображение, переводящее множество X_n в множество X_m .

Функция декомпозиции $\text{Dec } k(X_k)$ представляет собой отображение, переводящее множество X_m в множество X_n . При этом функция Agg является обратной для Dec .

Необходимо найти функции F , переводящие объект со страты $k-1$ на страту k и обратно:

$M \text{ Sk } (t) = F\{\text{Agg}, \text{Dec}, \text{Sk-1}(t_0), \text{Sk}(t_0)\}$. Функции F должны удовлетворять ограничениям и условиям:

– гомоморфизма моделей;
– информационной достаточности;
– семантической эквивалентности (смысловая идентичность данных на разных условиях);

– временной устойчивости (процедура выполнялась для всего времени).

Агрегирование моделей может быть представлено обобщенной схемой

(рис. 1). При этом агрегирование моделей не всегда может быть представлено иерархическим деревом, а является в общем случае сетью.

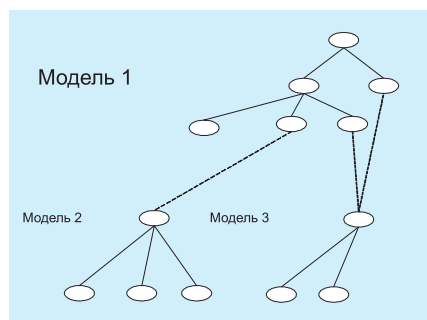


Рис. 1. Схема агрегирования моделей систем

Модель одного объекта на различном уровне детализации представлена на рис. 2. Переход от одного уровня к другому осуществляется операциями агрегирования – Agg и декомпозиции – Dec.

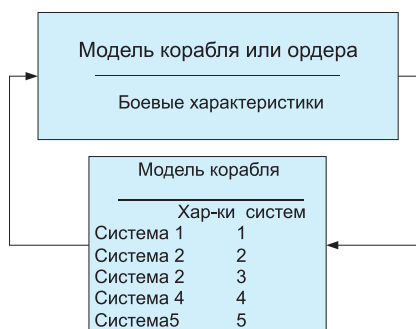


Рис. 2. Представление одной модели на разном уровне детализации

Изменение детализированных и агрегированных моделей во времени и информационное взаимодействие между ними представлено на рис. 3.

В данной работе были выполнены задачи:

1. Разработаны модули информационного взаимодействия с каждой из сопрягаемых систем.

2. Разработана и реализована в алгоритме и программном обеспечении схема декомпозиции и агрегирования данных.

3. Разработан программный модуль промежуточного слоя, который реализует обмен данными в реальном масштабе времени между системами.

Верификация разработанных алгоритмов и моделей промежуточного уровня была проведена при экспериментах на стенде моделирования, где проводился анализ информации поступающей от детализированных и агрегированных моделей.

В результате была достигнута информационная интеграция системы задания и моделирования оперативно-тактической обстановки в стенд полунатурного моделирования системы ЦУ контура ПВО надводных кораблей.

Эксперименты по отработке изделий на стенде моделирования на основе оперативно-тактических моделей показали достигнутый необходимый уровень информационной интеграции.

Результаты работы используются также для разработки программного обеспечения автоматизации интеграции моделей на стендах моделирования. Разрабатываемое программное обеспечение включает:

программный модуль задания схемы декомпозиции и агрегирования имитационных моделей на языке UML;

программный модуль агрегирования в реальном масштабе времени.

Модуль задания схемы декомпозиции и агрегирования имитационных моделей на языке UML позволяет в визуальной форме задавать схему агрегирования и алгоритмы разрешения возникающих проблем по масштабу времени, данным и способам обработки данных. Модуль позволяет описать агрегированный и детализированный уровень моделей, задать взаимодействие между ними.

Модуль задания схемы декомпозиции построен на базе Switch-технологии, описанной в [4]. В данной технологии поведение системы описывается с помощью графов переходов структурных конечных автоматов.

Общая схема агрегирования и декомпозиции транслируется в исполняемый файл и реализует схему агрегирования в программном модуле взаимодействия.

Программный модуль агрегирования и взаимодействия в реальном масштабе времени выполняется в ходе моделирования, реализует заданные алгоритмы агрегирования и декомпозиции, позволяет обмениваться информацией между моделями технических систем и оперативно-тактическими моделями.

Модуль агрегирования и информационного взаимодействия использует технологию распределенного моделирования на основе стандарта IEEE 1516 (HLA). В отличие от ранее использовавшихся технологий, HLA представляет собой не жестко регламентированное техническое решение, а совокупность архитектурных и методических решений и подходов к построению систем распределенного моделирования. Данная архитектура обладает рядом достоинств, позволяющих использовать ее в качестве основы для построения многоуровневой имитационной системы, способной объединять разработанные различными разработчиками по отдельным техническим заданиям тренажерные комплексы и программы (симуляции).

Применение методов агрегирования моделей на различных уровнях детализации позволило использовать данные оперативно-тактического уровня в стендах математического и полунатурного моделирования РЭВ кораблей, оценивать результаты моделирования и испытаний на оперативном и оперативно-тактическом уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савин Г.И. Системное моделирование сложных процессов. – М.: Фазис: ВЦ РАН, 2000. – 276 с.
2. Вавилов Д. В., Рыков В.В. Агрегирование и взаимодействие имитационных моделей: Сб. докл. конференции «Состояние, проблемы и перспективы разработки корабельных информационно-управляющих комплексов». – М.: ФГУП «НПО «Агат», 2005.
3. Paul K. Davis. «Exploratory analysis enabled by multiresolution, multiperspective modeling». – Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference.
4. Шалыто А.А. и др. UML. Switch-технология. Eclipse // Информ.-управл. системы. – 2004. – №6. ■

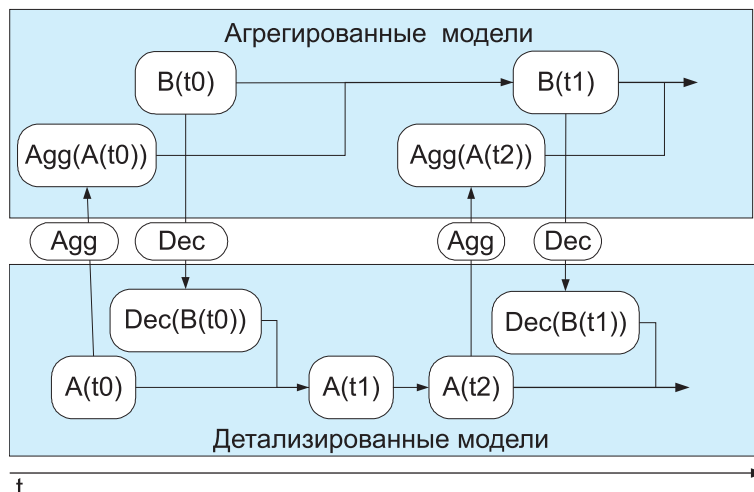


Рис. 3. Схема взаимодействия детализированных и агрегированных моделей

После завершения разработки и утверждения Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 гг. (постановление Правительства РФ от 21 февраля 2008 г. № 103) перед специализированными концернами, предприятиями и организациями приборостроительной подотрасли отечественной судостроительной промышленности встал значительный комплекс проблемных научно-технических и практических задач по созданию новой конкурентоспособной и импортозамещающей морской техники и технологий, в том числе оборудования и систем автоматизации.

Федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники» (далее – ФЦП РГМТ) является логическим продолжением работ по созданию научного задела и морской техники, начало которым было положено Федеральными целевыми программами «Российские верфи», «Мировой океан» и «Национальная технологическая база».

Достижение конкурентоспособности новой отечественной морской техники и обеспечение возможности импортозамещения – это принципиальное требование ФЦП РГМТ, соответствующее Стратегии развития судостроительной промышленности и государственной инновационной политике.

Области необходимого участия организаций и предприятий судового приборостроения в решении проблем, обозначенных ФЦП РГМТ и ФЦП «Мировой океан», по созданию и совершенство-

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОВОЙ ПРИБОРНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

В.С. Жемойдо, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. ОАО «ЦНИИ “Курс”»,
А.Н. Князев, начальник отдела департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга РФ,
Ю.Н. Черныш, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, директор производства гражданской морской техники ОАО «Концерн “НПО “Аврора”»,
контакт. тел. (812) 6101180

ванию современной морской техники, представлены на рис. 1.

Для практической реализации концептуальных направлений и основных программных мероприятий ФЦП РГМТ с получением ожидаемых результатов и обеспечением заданной эффективности потребуется выполнить многочисленный ряд НИР и ОКР по созданию или модернизации отечественной морской приборной техники и технологий, в том числе: судового навигационного, гидроакустического, радиолокационного оборудования и приборных комплексов различного

назначения, судовых систем комплексной и локальной автоматизации, автоматизированной научной аппаратуры.

Актуальность и значимость этих работ обосновывается тем, что технический уровень и эффективность оборудования автоматизации судов (наряду с навигационным оборудованием, обеспечивающим безопасность плавания, и энергетическими установками) в значительной степени определяет конкурентность конечной продукции судостроения: судов различного назначения, плавсредств и морских сооружений.

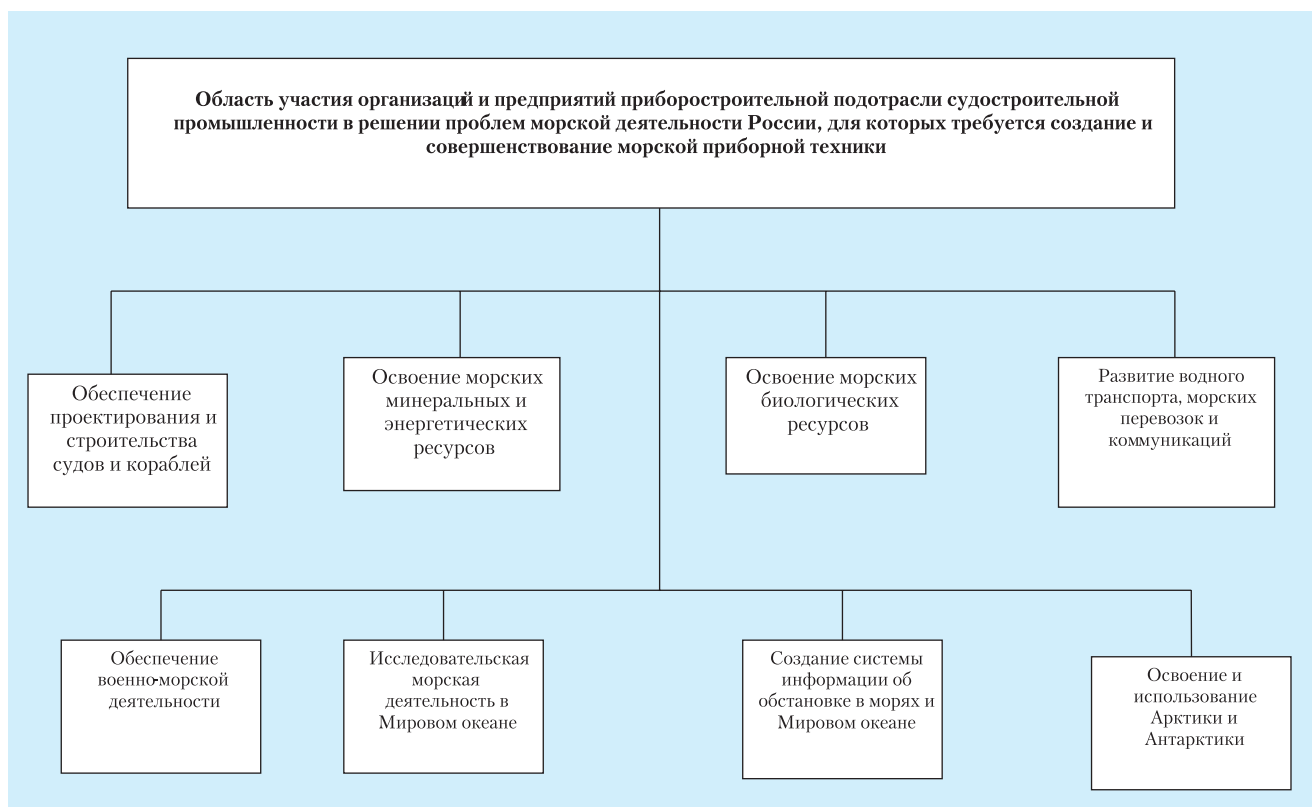


Рис. 1. Структурная схема

Очевидно, что номенклатурный состав, основные характеристики и параметры необходимого судового радиоэлектронного оборудования, систем и комплексов автоматизации будут уточняться в конкретных технических заданиях Минпромторга России, заказах основных потребителей на постройку объектов судостроения (судов, кораблей, плавсредств, подводных аппаратов, морских сооружений), а также заданиях судостроительных ПКБ.

Основные программные мероприятия по созданию радиоэлектронного оборудования и автоматизированных систем управления для судов и морской океанотехники гражданского назначения приведены в таблице.

техники. В составе этих работ значительный объем займут разработки средств судовой автоматизации с участием ОАО «Концерн «НПО «Аврора» и других специализированных предприятий судового приборостроения, например:

- разработка базовой интегрированной автоматизированной навигационной системы для судов различного назначения;
- создание системы автоматизированного управления для рыбопромысловых судов;
- создание базовой системы автоматического и полуавтоматического всеширотного управления движением судна и поддержки судоводителя;

- создание типовой системы автоматизированного управления движением и динамическим позиционированием погружных буровых установок;
- тренажеры для подготовки персонала морских нефте- и газодобывающих платформ, обучения выполнению подводно-технических работ, отработки действий в экстремальных и аварийных условиях.

С 2011 г. предполагается начать еще несколько крупных работ по созданию современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на объектах морской техники применительно к транспортным судам, рыбопромысловым и скоростным судам, плавучим и стационарным техни-

Таблица

Основные программные мероприятия по созданию радиоэлектронного оборудования и автоматизированных систем управления для судов и морской техники гражданского назначения

Программные мероприятия ФЦП «Развитие гражданской морской техники» по технологическому направлению «Судовое приборостроение»	Шифры комплексов НИОКР, сроки выполнения
Технологии развития судовой навигационной техники для обеспечения безопасности мореплавания и информационного обеспечения судов	«Навигация-3», 2009–2011 гг.
Разработка перспективных технологий развития судовых навигационных систем и устройств нового поколения	«Навигация-4», 2012–2014 гг.
Создание нового поколения автоматизированных систем управления судами и морскими объектами и технологическими процессами объектов морской техники	«АСУ-ТП», 2011–2013 гг.
Разработка всеширотных автоматизированных систем управления движением морских судов и информационной поддержки судоводителя	«АСУ-движение», 2010–2013 гг.
Разработка автоматизированных систем управления движением судов класса «река-море» и информационной поддержки судоводителя	«АСУ-«река-море», 2009–2010 гг.
Разработка технологий создания автоматизированных систем диспетчеризации мониторинга обстановки для координированного управления морскими объектами в акваториях стационарных и плавучих платформ на шельфе Арктики	«Диспетчеризация», 2012–2014 гг.
Комплексирование использования судовых систем и радиоэлектронного оборудования, создание интегрированных мостиковых систем, обеспечение электромагнитной совместимости перспективных судов и морской техники, разработка интегрированных внутрисудовых систем связи и видеонаблюдения	«Совместимость», 2009–2011 гг.
Разработка и технологии развития гидроакустических систем освещения подводной обстановки, позиционирования подводных объектов, мониторинга дна и состояния трубопроводов, проведения водолазных работ	«Гидролокация-1», 2009–2011 гг.
Разработка технологий создания нового поколения гидроакустических систем различного назначения	«Гидролокация-2», 2012–2014 гг.
Технологии создания радиолокационных средств для обеспечения морской деятельности	«Дозор-1», 2009–2012 гг.
Разработка нового поколения средств радиосвязи, радарных систем информационного обеспечения, комплексов радиолокационно-оптического мониторинга	«Дозор-2», 2013–2016 гг.
Разработка технологий создания средств подготовки экипажей	«Тренажеры», 2009–2011 гг.

Как следует из наименований и содержания программных мероприятий, необходимо участие разработчиков средств автоматизации судов в работах по многим целевым направлениям. Так, в 2010 г. предприятия судового приборостроения будут участвовать в конкурсе на выполнение группы актуальных НИОКР по созданию новой отечественной

- разработка интегрированных, автоматизированных всепогодных систем управления и базовой технологии комплексной автоматизации судов класса река-море;
- базовые проекты автоматизированных интегрированных систем для морских транспортных судов;
- проект судовой интегрированной мостиковой системы класса автоматизации 1 и 2;

ческим комплексам нефтегазодобычи.

Все НИОКР в соответствии с условиями ФЦП РГМТ должны выполняться на конкурсной основе с обязательным долевым участием в финансировании работ из бюджета государства и внебюджетным вкладом из источников самих исполнителей.

Прогнозируя области предстоящих НИОКР, представляется возможным

обозначить три основные группы объектов судостроения, применительно к которым предстоит создавать или модернизировать отечественное судовое радиоэлектронное оборудование, средства и системы автоматизации.

Суда и плавсредства традиционного назначения:

- морские транспортные суда (сухогрузные, нефтеналивные, лесовозы, химовозы, контейнеровозы, балкеры);
- промысловые суда рыбодобывающие и обрабатывающие (сейнеры, траулеры, приемно-транспортные суда, рефрижераторы);
- транспортные речные и «река-море» плавания суда;
- служебно-вспомогательные суда (буксиры, пожарные, охранные, спасательные, крановые, земснаряды, кабельукладчики);
- пассажирские суда (морские и речные);
- плавсредства (самоходные баржи, паромы);
- малотоннажные суда и катера различного назначения;
- ледокольные суда,
- плавэлектростанции.

Нетрадиционные морские объекты и специальные суда:

- плавучие буровые установки;
- морские стационарные платформы;
- суда снабжения и обслуживания морского промысла на шельфе (в том числе трубоукладчики, нефте- и мусоросборщики);
- научно-исследовательские суда (морской геологоразведки, гидрографии, гидрометеорологии, океанологии, картографии);
- подводные батискафы и аппараты (обитаемые и необитаемые) для транспортировки морских ресурсов, подводных и водолазных работ;
- донные технологические механизмы и роботы;
- системы охраны от несанкционированного доступа в места добычи;
- подводные коммуникации (нефте- и газотрубопроводы);
- газоперекачивающие станции, системы охраны и контроля, системы транспортировки);
- автономные станции и буи для сбора и передачи информации,
- морские энергетические комплексы.

Корабли ВМФ:

- надводные;
- подводные;
- вспомогательные.

При создании новой судовой техники целесообразно учитывать, что часть номенклатуры радиоэлектронно-

го оборудования и средств автоматизации судов гражданского назначения – это оборудование серийного применения для судов различного класса и унифицированное, так как состав оборудования каждого конкретного российского судна определяется действующими основополагающими стандартами правилами Международных конвенций обеспечения безопасности плавания и правилами оборудования судов Российского Морского Регистра судоходства.

Однако необходимость проведения исследований и разработок в рамках ФЦП РГМТ с учетом проблем ФЦП «Мировой океан» существенно расширяет номенклатурное поле планируемых перспективных НИОКР по морской приборной технике.

Так, в частности, добавились принципиально новые, нестандартные приоритетные задачи по созданию техники и средств автоматизации для освоения зоны морского шельфа России и расширения газонефтедобычи, в том числе нужны:

- приборная техника для оснащения средств разведки и добычи морских полезных ископаемых и биоресурсов;
- приборы контроля состояния подводных сооружений и трубопроводов;
- аппаратура контроля экологии и защиты морской среды;
- системы наблюдения и защиты охраняемых зон от несанкционированного доступа;
- системы и средств изучения природной среды Мирового океана;
- комплексы сбора и передачи информации об обстановке в Мировом океане.

Тематика НИОКР для вынесения на конкурсы будет ежегодно уточняться с выделением наиболее приоритетных работ с учетом возможностей финансирования, потребностей заказчиков и предложений потенциальных исполнителей из числа отраслевых предприятий, обладающих необходимыми технологиями и опытом для выполнения сложных работ.

Преобладающую часть НИОКР по технологическому направлению «Судовое приборостроение» ФЦП РГМТ предстоит выполнить специализированным концернам и предприятиям приборостроительной подотрасли судостроительной промышленности, в числе которых: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», ОАО «Концерн «НПО «Аврора», ОАО «Концерн «Океанпри-

бор», ОАО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор», ОАО «Концерн «Гранит-Электрон», ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», ОАО «ЦНИИ «Курс», Акустический институт.

Кроме задач по развитию гражданской морской техники этим предприятиям предстоит выполнять одновременно НИОКР по созданию и совершенствованию современного радиоэлектронного вооружения, приборных комплексов и систем автоматизации для оснащения надводных боевых и вспомогательных кораблей и подводных кораблей ВМФ.

Состав и объемы необходимых работ для ВМФ определены и предусмотрены Государственной программой вооружения, которую правомерно можно отнести к разряду Федеральных целевых программ.

Для текущего и перспективного проектирования и постройки нового поколения кораблей ВМФ с целью обеспечения задач военно-морской деятельности и защиты военно-стратегических интересов России в Мировом океане планируется получение от государственного заказчика заданий предприятиям, НИИ и КБ судостроительной промышленности на разработку и поставки корабельного радиоэлектронного вооружения и систем автоматизации в рамках ежегодных государственных оборонных заказов.

Даже краткий обзор перспектив развития приборной техники показывает, что организациям и предприятиям приборостроения судостроительной промышленности в ближней и средней перспективе предстоит участвовать в выполнении широкого комплекса сложных работ нацеленных на освоение добычи морских ресурсов, изучения пространств Мирового океана, защиту нашей страны на морских направлениях.

При одновременном укреплении инженерных и рабочих кадров специалистов эти проблемные задачи представляются выполнимыми, так как значительная часть производственных предприятий и научных организаций приборостроения судостроительной промышленности, несмотря на имеющиеся трудности перехода к рыночной экономике, еще сохранила научно-производственный потенциал и технологии, необходимые реализации ФЦП «Развитие гражданской морской техники», ФЦП «Мировой океан» и Программы вооружения. ■

В настоящее время энергетическая проблема затрагивает интересы подавляющего большинства государств. По мнению ряда ведущих ученых, наиболее перспективное направление решения этой проблемы – создание ядерно-водородной энергетики. Роль ядерной энергетики должна быть базовой и заключаться в выработке электроэнергии и получении водорода. Водород должен использоваться в первую очередь для обеспечения транспорта и автономной стационарной энергетики, которая не должна быть централизованной.

Ситуация складывается таким образом, что средством выхода из энергетического тупика может стать только ядерно-водородная энергетика. Переход на новый тип энергетики будет длительным и сложным. Об этом говорит и весь путь, пройденный современным индустриальным обществом.

На первом этапе создания новой энергетики разговоры об энергосбережении как значимом факторе сложно говорить. У атомной энергетики длинный цикл – примерно 50 лет, она достаточно дорогая. Чистые водородные установки можно создать только с помощью чистой энергии, которой пока нет, ее еще предстоит получить, поэтому будет неизбежно продолжаться загрязнение окружающей среды.

Хотя, судя по всему, альтернативы ядерной энергии нет, тем не менее в последние годы наблюдается снижение доли АЭС в общей выработке энергии [1]. В 2003 г. снизилось и абсолютное значение выработки электроэнергии на АЭС.

В европейских странах к АЭС отношение неоднозначное. Так, Франция ориентируется на ядерную энергетику. В Италии, наоборот, полностью отказались от нее, запретив эксплуатацию АЭС, и ввели мораторий на их строи-

ЯДЕРНЫЙ МОНОБЛОЧНЫЙ ПАРОПРОИЗВОДЯЩИЙ АГРЕГАТ С КИПЯЩЕЙ АКТИВНОЙ ЗОНОЙ, ПАРОВЫМ КОМПЕНСАТОРОМ ОБЪЕМА И СТРУЙНЫМИ СРЕДСТВАМИ ЦИРКУЛЯЦИИ

Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф., зав.кафедры,

В.В. Кожмякин, канд. техн. наук, доцент,

И.М. Алексеев, студент,

Н.В. Шкляров, студент, СПбГМУ,

контакт. тел. 8 921 9250475

тельство. В Германии мнение о ядерной энергетике постоянно меняется. В Испании выводят из эксплуатации старые энергоблоки, повышая мощность еще работающих, поэтому ситуация там не изменилась. В Бельгии разработан план по закрытию АЭС к 2015–2025 гг., компенсировать выработку энергии будут газовые электростанции. В Швеции введен мораторий на строительство АЭС. В Великобритании планируется снизить долю ядерной энергетики с 22 до 13 % [2,3].

В нашей стране предполагается введение в строй до 2015 г. 10 новых блоков общей мощностью 9,8 ГВт.

На рис. 1 представлено распределение по возрасту эксплуатируемых в

мире реакторов (взято с сайта IAEA), на котором мы отметили крупнейшие аварии реакторов: их было три – на Ленинградской АЭС в 1975 г., на американской АЭС «Три Майл Айленд» («Three Mile Island») в 1979 г. и Чернобыльская катастрофа в 1986 г. [5].

Первые две аварии вызвали временную задержку ввода в действие новых реакторов. После третьей аварии ввод в действие новых реакторов упал до двух–шести реакторов в год, и эта тенденция сохраняется уже около 20 лет. Следует отметить, что две аварии из трех произошли на АЭС с реакторами типа РБМК (ЛАЭС, ЧАЭС).

Рис. 1 иллюстрирует также отношение общества к АЭС, в том числе к пла-

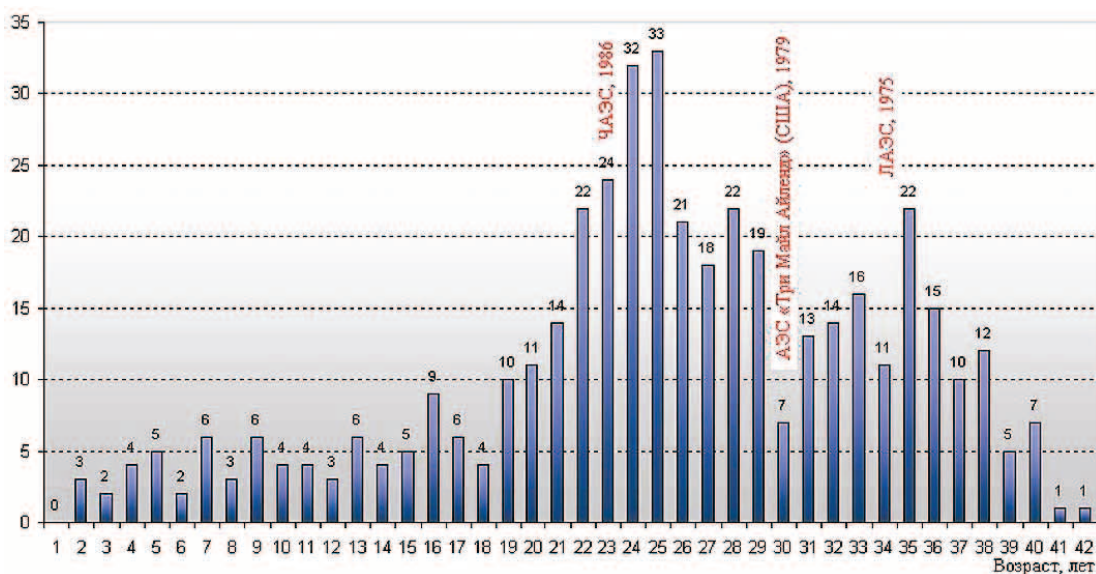


Рис. 1. Возраст действующих реакторов в мире (состояние на март 2009 г.)

вучим АЭС, и к судовым ядерным энергетическим установкам. Действительно, хотя в различных странах были построены суда с ядерными установками: американское судно «Sturgis» (1966–1976) – фактически первая в мире плавучая АЭС, американское грузопассажирское судно «Саванна», германское торговое и исследовательское судно «Отто Ган» (1968–1979), японское торговое судно «Муцу». Сейчас в эксплуатации находятся только российские (советские) ледоколы; ледокольно-транспортное судно «Севморпуть» (1988 г.) считается действующим, но с 2007 г. переоборудуется в буровое судно.

В настоящее время к ядерным реакторам предъявляются следующие требования: повышение надежности и достижение высоких экономических показателей. Самый простой способ улучшения экономических показателей – повышение единичной мощности реактора, но это увеличивает опасность крупных аварий. В свое время по этому пути пошли почти все страны, однако сегодня мнение несколько изменилось, и на первое место выходит требование повышения надежности, что проще достигается путем разукрупнения блоков и упрощения конструкции, использования пассивных систем безопасности и модульных агрегатов [6]. При этом одновременно достигается и некоторое повышение экономических показателей.

В 2001 г. МАГАТЭ учредило международную программу создания перспективных реакторов INPRO. Министерство энергетики США запустило другую программу по созданию перспективных реакторов GIF, известную больше как «Generation IV». Однако эти реакторы, заявленные как перспективные, по сути дела являются модернизацией давно эксплуатируемых.

Из числа реакторов, которые рассматриваются перспективными на ближайшее будущее, только в IRIS и SMART применена моноблочная (интегральная) компоновка.

В 1968 г. начались ходовые испытания немецкого атомного сухогруза «Отто Ган». В 1979 г. оно было деактивировано, его ЯЭУ удалена и заменена обычной дизельной установкой. В историю ядерный паропроизводящий агрегат (ППА) судна «Отто Ган» вошел как первый моноблочный (интегральный) ППА.

С тех пор разговоры о преимуществах ядерных моноблочных ППА не затихают. Особенно они усилились в последнее время в связи с ужесточением требований к безопасности реакторов. Появилось огромное количество концептуальных проектов (см., например, [7–9]), но, судя по имеющимся данным, достаточно проработанными проектами являются IRIS

(International Reactor Innovative and Secure) и SMART (System-integrated Modular Advanced Reactor).

ППА IRIS разработан международной группой компаний, лабораторий и университетов при координации фирмы «Westinghouse», ППА SMART – Корейским институтом атомных исследований (The Korean Atomic Research Institute, KAERI). Как свидетельствуют опубликованные данные, они могут иметь различную мощность (вероятно, разработки ведутся для мощностного ряда); кроме того, возможны корабельные варианты этих ППА.

IRIS представляет собой моноблочный ППА, в котором теплоносителем является вода под давлением. Все компоненты первого контура – циркуляционные насосы (ЦНПК), парогенераторы, компенсатор объема и приводные механизмы регулирующих стержней – находятся внутри корпуса реактора. Использована некипящая активная зона (АЗ), причем применен паровой компенсатор объема. Это сочетание потребовало теплоизоляции компенсатора объема и электронагревателей, с помощью которых получают пар для компенсатора объема [10].

Несмотря на конструктивные отличия, в SMART использованы те же технические решения [11], что и в IRIS. Правда, здесь ЦНПК расположен на крышке реактора, а компенсатор объема – газовый (в качестве рабочего газа используется азот).

Идея создания ядерного моноблочного ППА, т. е. компоновки всего первого контура в одном прочном корпусе, появилась давно, как и проблема размещения ЦНПК. Если ЦНПК установлены на холодной стороне первого контура (за парогенератором), то можно использовать кипящую АЗ, т. е. естественный источник пара для парового компенсатора объема. Однако в этом случае ЦНПК должны быть размещены вне прочного корпуса ППА и соединены с ППА патрубками – что-то среднее между блочной и моноблочной компоновками.

Если ЦНПК установлены на горячей стороне первого контура (перед парогенератором), то их можно разместить или на крышке корпуса ППА, или непосредственно под крышкой. Однако для этого требуется недогревать теплоноситель до температуры насыщения на горячей стороне первого контура. Это возможно только для некипящей АЗ (ВВРД). В этом случае идею моноблока разрушает котельное отделение – для него нет пара в первом контуре. Кроме того, ЦНПК на крышке будет тоже находиться вне прочного корпуса ППА. Если ЦНПК расположены под крышкой (как в ППА IRIS), то через прочный корпус ППА будут проходить силовые электри-

ческие кабели, что вряд ли безопаснее, чем приварить патрубки.

Создатели ППА для судна «Отто Ган» пошли по первому пути, создатели IRIS и SMART – по второму. Моноблочные агрегаты имеют много преимуществ, но осложняют решение конструктивной безопасности. Пока обеспечить конструктивную безопасность так и не удалось ни в IRIS, ни в SMART. Проблема создания ядерного моноблочного ППА с ЦНПК вообще не имеет решения.

В 1967 г. в СПбГМТУ (тогда Ленинградский кораблестроительный институт) в интересах военно-морского флота начал разрабатываться ядерный моноблочный ППА, в котором циркуляция теплоносителя первого контура осуществлялась пароводяными струйными аппаратами (ПВСА). Такой ядерный моноблочный ППА получил название «Бета». ПВСА располагались внутри прочного корпуса моноблока. Эти струйные аппараты имели высокий коэффициент инжекции и достаточный срывной напор.

Ядерный моноблочный ППА типа «Бета» является двухконтурной ядерной паропроизводящей установкой, поэтому наследует при штатной работе уровень радиационной безопасности, характерный для двухконтурных установок.

В ППА типа «Бета» использована кипящая водо-водяная АЗ с достаточно низким массовым паросодержанием на выходе (менее 7 %), обладающая в большой степени свойством саморегулирования. Схема простейшего первого контура ППА «Бета» представлена на рис. 2.

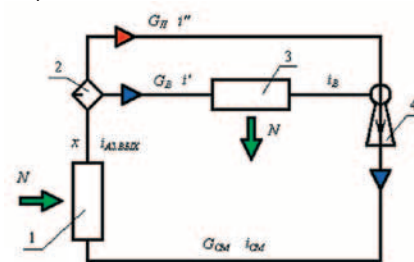


Рис. 2. Схема простейшего первого контура ППА «Бета»
1 – кипящая АЗ; 2 – сепаратор;
3 – ПГ; 4 – ПВСА

Работает такой первый контур следующим образом: выходящая из АЗ пароводяная смесь направляется в сепаратор, где разделяется на пар и воду. Пар идет на паровое сопло ПВСА, а вода – через парогенератор (ПГ) на водяное сопло ПВСА. В ПГ вода охлаждается, поэтому в ПВСА она поступает с некоторым недогревом до насыщения. В ПВСА пар конденсируется, и вода из ПВСА направляется в АЗ. При этом ПВСА создает напор, за счет которого осуществляется циркуляция теплоносителя в контуре.

Для того чтобы осуществить работу такого первого контура, нужны нетрадиционные ПВСА, способные создавать напор при больших коэффициентах инжекции, обеспечивающие устойчивую работу кипящей АЗ. Пути создания ПВСА такого типа описаны в работах [12, 13].

В отличие от классического пароводяного инжектора в соплах данного ПВСА пар и вода разгоняются до невысоких скоростей (в ПВСА установлено дозвуковое паровое сопло), поэтому потери на удар при смешении воды и пара невелики.

Благодаря особой форме проточной части ПВСА в ней происходит не только смешение пара и воды, но и дальнейший разгон двухфазной смеси. На цилиндрическом участке проточной части струйного аппарата устанавливается критическое течение двухфазной смеси. В некотором сечении диффузора происходит скачок конденсации, в котором резко повышается статическое давление. За скачком конденсации в диффузоре происходит торможение воды с соответствующим повышением статического давления.

Один из вариантов конструктивной реализации ядерного ППА «Бета» представлен на рис. 3.

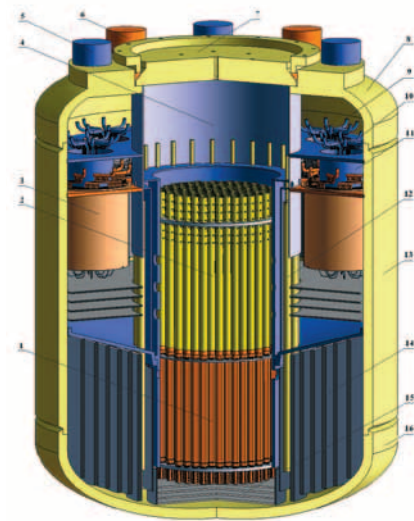


Рис. 3. Ядерный моноблочный ППА типа «Бета»

1 – АЗ; 2 – пространство подъемных каналов; 3 – ПГ; 4 – паровая «подушка» (паровой компенсатор объема); 5 – главный водяной коллектор; 6 – главный паровой коллектор; 7 – съемная плоская крышка; 8 – приварная кольцевая эллиптическая крышка; 9 – пространство водяных коллекторов; 10 – дроссельные трубы ПГ; 11 – пространство паровых коллекторов; 12 – ПВСА; 13 – корпус; 14 – боковые тепловые экраны; 15 – днищевые тепловые экраны; 16 – приварное эллиптическое днище

Параметры ППА «Бета»

Тепловая мощность АЗ, МВт	150
Массовое паросодержание на выходе из АЗ	0,07
Давление, МПа	10
Температура теплоносителя на входе в АЗ, °С	280
Количество ПВСА	32
Коэффициент инжекции ПВСА	13,29
Температура теплоносителя на выходе из ПГ, °С	257,6
Диаметр цилиндрического участка проточной части ПВСА, мм	19,2

ПВСА не имеют ни движущихся, ни трущихся частей. Они обладают высокой надежностью и не требуют ни ремонта, ни обслуживания. ПВСА естественным образом располагаются внутри прочного корпуса моноблока. Таким образом, ППА типа «Бета» в наиболее законченной форме воплощают в себе идею конструктивной безопасности.

Кипящая АЗ снабжает паром ПВСА, позволяя одновременно совершенно естественно решить проблему с паровым компенсатором объема и снизить давление в первом контуре. Кроме того, кипящая АЗ обеспечивает высокий уровень естественной циркуляции.

Благодаря отсутствию сверхкритического парового сопла ПВСА является многорежимным устройством. Расход ПВСА определяется параметрами воды и пара на входе в ПВСА и в определенных пределах не зависит от противодавления. В этом смысле характеристика такого ПВСА похожа на характеристику объемного насоса.

На основе многочисленных экспериментов была получена формула для расчета расхода ПВСА [12]:

$$G_a = 1414 f_{en} \frac{A}{1 + \frac{1}{u} \sqrt{\frac{v''}{v'}}} \times \sqrt{\frac{p_a}{v_a} \left[1 - \left(\frac{273 + z \cdot t_a + (1 - z) \cdot t_{ni}}{273 + t'} \right)^{\frac{n}{n-1}} \right]}, \quad (1)$$

где G_a – расход воды на входе в ПВСА, кг/с; f_{en} – площадь поперечного сечения цилиндрического участка проточной части, м²; u – коэффициент инжекции; v' , v'' – удельный объем соответственно воды и водяного на линии насыщения, м³/кг; p_a – давление воды на входе в ПВСА, МПа; v_a – удельный объем соответственно воды на входе в ПВСА, м³/кг; t_a , t_{ni} – температура соответственно воды на входе в ПВСА и смеси на выходе из ПВСА, °С; n – показатель политропы; A , z – эмпирические коэффициенты, зависящие от формы проточной части.

Экспериментальные исследования показали также, что статическое давление в цилиндрической камере ПВСА приблизительно равно давлению насыщения, рассчитанно-

му по температуре смеси на выходе из ПВСА. Максимальный (срывной) напор ПВСА развивается тогда, когда скачок конденсации располагается непосредственно на выходе из цилиндрического участка камеры смешения. Тогда срывной напор ПВСА можно определить по формуле

$$\Delta p_{\text{срив}} = p'(t_{ni}) + \Delta p_{\text{не}} + \Delta p_a - p_a, \quad (2)$$

где $\Delta p_{\text{срив}}$ – срывной напор ПВСА, МПа; $\Delta p_{\text{не}}$ – повышение давления в скачке конденсации, МПа; Δp_a – повышение давления в диффузоре, МПа.

Можно считать, что перед скачком конденсации пар и вода находятся в состоянии насыщения и движутся без проскальзывания. Можно также полагать, что удельный объем воды не зависит от температуры. Для этих условий легко получить формулу для повышения давления в скачке конденсации, а отклонение реального течения от указанных допущений учесть с помощью КПД скачка конденсации. Тогда формула (2) преобразуется к виду

$$\Delta p_{\text{срив}} = p'(t_{ni}) + \eta_{\text{не}} \frac{(G_i + G_a) G_i [v''(t_{ni}) - v_a]}{10^6 f_{en}^2} + \eta_a \frac{(G_i + G_a)^2 v_a}{2 \cdot 10^6 f_{en}^2} - p_a, \quad (3)$$

где G_i – расход пара на входе в ПВСА, кг/с; $\eta_{\text{не}}$ – КПД скачка конденсации; η_a – КПД диффузора.

Для первого контура, изображенного на рис. 2, можно записать два независимых уравнения, показывающих, что изменение статического давления при обходе замкнутого контура должно равняться нулю (т. е. напор должен быть равен гидравлическому сопротивлению):

$$\Delta p_{in} = \Delta p_{an} + \Delta p_{ia} - \Delta p_{ea}; \quad (4)$$

$$\Delta p_{ia} + \Delta p_{ao} = \Delta p_{ac} + \Delta p_n + \Delta p_{ia}, \quad (5)$$

где $\Delta p_{\text{не}}$, $\Delta p_{\text{вс}}$ – перепады статического давления соответственно на паровом и водяном соплах, МПа; $\Delta p_{\text{пр}}$, $\Delta p_{\text{аз}}$, $\Delta p_{\text{с}}$ – гидравлическое сопротивление ПГ, АЗ и сепаратора соответственно, МПа; $\Delta p_{\text{нив}}$ – нивелирный напор воды над срезом парового сопла ПВСА, МПа; $\Delta p_{\text{пвса}}$, $\Delta p_{\text{еи}}$ – напор ПВСА и естественной циркуляции соответственно, МПа.

Уравнение (5) не всегда определяет расход АЗ ПВСА. Если ПВСА работает как насос, то расход в контуре определяется уравнением (1), а уравнение (5) определяет напор ПВСА. И только если ПВСА характеризуется гидравлическим сопротивлением, уравнение (5) определяет расход в контуре.

ВЫВОДЫ

В ядерных моноблочных ППА с ЦНПК не удастся полностью обеспечить конструктивную безопасность. В наиболее законченном виде это реализовано в ППА типа «Бета», где в качестве циркуляционных средств первого контура использованы специальные ПВСА, обеспечивающие устойчивую работу кипящей активной зоны и парового компенсатора объема во всем диапазоне мощностей паропроизводящего агрегата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Energy Information Administration, EIA – <http://www.eia.doe.gov>.
2. Колесникова Н.М. Современное состояние и тенденции развития ядерной энергетики в странах Западной Европы, ч. 1 // Атомная техника за рубежом. – 2006. – № 4. – С. 11–17; № 5. – С. 11–17.
3. International Atomic Energy Agency, IAEA (Power Reactor Information System, PRIS). – <http://www.iaea.org>.
4. Шаманов Н.П. Цивилизация, энергетика, климат в XXI веке: Монография. – СПб: Изд. центр СПбГМТУ, 2002.
5. Тюнин И.Б. Эволюционные и инновационные ядерные реакторы для ближайшей и отдаленной перспективы, ч. I // Атомная техника за рубежом. – 2005. – № 1. – С. 3–10.
6. Исаев А.Н. Перспективы применения реакторов малой мощности с большой длительностью кампании // Атомная техника за рубежом. – 2007. – № 6. – С. 11–18.
7. Он же. Многоцелевой малый легководный реактор MASLWR // Атомная техника за рубежом. – 2007. – № 7. – С. 9–15.
8. Он же. Применение шариковых микротвелов реакторов с газовым ТН в реакторах ВВР // Атомная техника за рубежом. – 2007. – № 10. – С. 12–8.
9. Он же. Корейский реактор малой мощности интегрального типа // Атомная техника за рубежом. – 2007. – № 3. – С. 17–23.
10. International Reactor Innovative and Secure. Final Technical Progress Report. Principal Investigator: Mario D. Carelli. – Westinghouse Electric Company, LLC, November 3, 2003.
11. Рыльцов Н.А., Саловатов Е.Х., Шаманов Н.П. Струйный насос. – Патент РФ № 2116522, приоритет 1996 г.
12. Шаманов Н.П., Дядик А.Н., Лабинский А.Ю. Двухфазные струйные аппараты – Л.: Судостроение, 1989.

Развитие современной системы противолодочной обороны (ПЛО) вероятного противника направлено на обеспечение обнаружения и поражения подводных лодок (ПЛ) ВМФ. Основными средствами системы ПЛО для обеспечения обнаружения ПЛ, слежения за ними и выработки целеуказания для использования подводного оружия являются гидроакустические станции (ГАС) и гидроакустические комплексы (ГАК).

Подводное оружие не может нормально функционировать без использования гидроакустических устройств. Так, в минном оружии успешно используются акустические неконтактные взрыватели (АНВ), а также гидроакустическая аппаратура обнаружения, классификации и целеуказания в пассивном и активном режимах. Современное подводное оружие широко использует акустические системы самонаведения (АССН). Его возможности значительно повышаются благодаря использованию телеуправления по гидроакустическому каналу.

Для обеспечения успешных боевых действий ПЛ необходимо оснащать средствами преодоления ПЛО противника, основу которой составляют гидроакустические системы обнаружения, целеуказания и наведения подводного оружия. Важное место занимают приборы гидроакустического подавления (ГПД), предназначенные для снижения эффективности противолодочных систем противника и обеспечения самообороны ПЛ. Наиболее эффективными средствами ГПД являются самоходные имитаторы ПЛ и приборы помех. С помощью первых осуществляется отвлечение сил ПЛО на ложные направления, отведение

О НЕКОТОРЫХ СРЕДСТВАХ САМООБОРОНЫ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

И.Г. Корж, капитан 1 ранга в отставке, канд. техн. наук, НИЦ РЭВ ВМФ,
Б.Н. Латычевский, канд. техн. наук, вед. специалист,
Р.А. Лукин, гл. конструктор,
ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»»,
контакт. тел. 8 921 4041464

от ПЛ самонаводящихся торпед, а с помощью вторых – подавление ГАС, ГАК, АССН подводного оружия, срыв телеуправления подводным оружием.

Эффективность средств ГПД определяется их тактико-техническими характеристиками (ТТХ). Требования к средствам ГПД определяются акустическими и маневренными параметрами ПЛ, а также характеристиками объектов подавления – ГАС и ГАК кораблей ПЛО противника, дежурных каналов и АНВ минного оружия, АССН торпедного оружия. Применение современных средств ГПД, работающих в диапазоне современных ГАС, ГАК, АССН, АНВ и перекрывающих гидроакустическими полями широкие пространственные сектора с большой достоверностью имитации ПЛ и высоким уровнем гидроакустического подавления при излучении помех, обеспечивает возможность преодоления ПЛ высокоразвитой системы ПЛО противника.

Первым отечественным дрейфующим прибором ГПД был боевой комплект имитационных патронов ИП, разработанный в 1950–1951 гг. НИИ ПХ (главный конструктор А. И. Макаров). Этот прибор предназначался для создания ложных целей для гидролокаторов противника путем формирования отражающего облака из газовых пузырьков, обладающего отражательной способностью ПЛ среднего водоизмещения.

Последующие малогабаритные дрейфующие приборы ГПД МГ-24, МГ-24М были разработаны СКБ завода им. К.Ворошилова, а приборы МГ-34 и МГ-34М – СКБ завода им. В.В.Куйбышева (г. Петропавловск, Казахстан) с участием НИИ ПХ.

В создание и принятие на вооружение ВМФ в 60–80-е гг. прошлого века средства ГПД большой вклад внесли специалисты:

14-го Института ВМФ: Б. И. Бондарев, П. Д. Зайцев, С. А. Шерешев

ский, С. А. Памфилов, Н. Г. Морозов, М. А. Аверьянов, В. А. Казаченко, Н. Н. Ступиченко, А. И. Симонов, В. Н. Бирюков, В. Г. Белов, И. Г. Корж, Г. Г. Комягин, Ю. М. Пахомов и др.;

ЦНИИ «Гидроприбор»: главными конструкторами Д. Н. Островским, В. Я. Зарубиным, Н. И. Кочеровым, Р. А. Лукиным, В. В. Ильиным, зам. главных конструкторов Г. Р. Куценогом, И. Н. Петровым, Б. Н. Латычевским, М. А. Рубинштейном, Е. И. Галкиным, А. Б. Ганенковым, В. В. Селезевым, Б. В. Огарковским, нач. сектора И. В. Гавлюком;

ЦНИИ «Морфизприбор»: зам. главных конструкторов В. Н. Антоновым, В. И. Шамреем, нач. сектора А. О. Марковским;

СКБ завода им. В. В. Куйбышева: главными конструкторами А. Д. Васильевым, В. И. Малаховым, В. Н. Кравцовым, Ю. П. Епифанцевым, В. И. Жуковым, Ю. П. Катяниным, К. П. Кином, А. А. Алексеевым; зам. главного конструктора И. И. Хвачуком;

НИИ ПХ: директором А. Н. Силиным, главным конструктором А. А. Андреевым, специалистами С. Б. Хваном, Ю. Г. Герценбергом, Г. Н. Бывшевой.

В настоящее время с помощью средств ГПД решаются следующие основные задачи:

- подавление преднамеренными гидроакустическими помехами ГАК, ГАС системы ПЛО;
- обеспечение противоторпедной защиты (ПТЗ) ПЛ и НК путем подавления АССН атакующих торпед и отведения их от ПЛ и НК на ложные направления;
- отвлечение маневренных противолодочных сил (МПЛС) и сил противоминной обороны (ПМО) на ложные направления путем имитации гидроакустических полей и маневренных характеристик ПЛ и надводных кораблей и постановки имитаторов мин;
- создание ложной гидроакустической обстановки в локальных районах боевых действий;
- маскировка (искажение гидроакустических полей) и снижение информативности демаскирующих признаков гидроакустических полей ПЛ, НК, торпед, мин;
- подавление гидроакустических систем связи, опознавания.

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ГПД

Средства ГПД (рис. 1) различаются:

- по *носителям*, с которых они могут применяться (ПЛ, НК, самолеты, вертолеты, дирижабли, торпеды, ракеты);
- по *типу связи с носителями*: автономные (самоходные и дрейфующие) и неавтономные (бортовые и буксируемые);

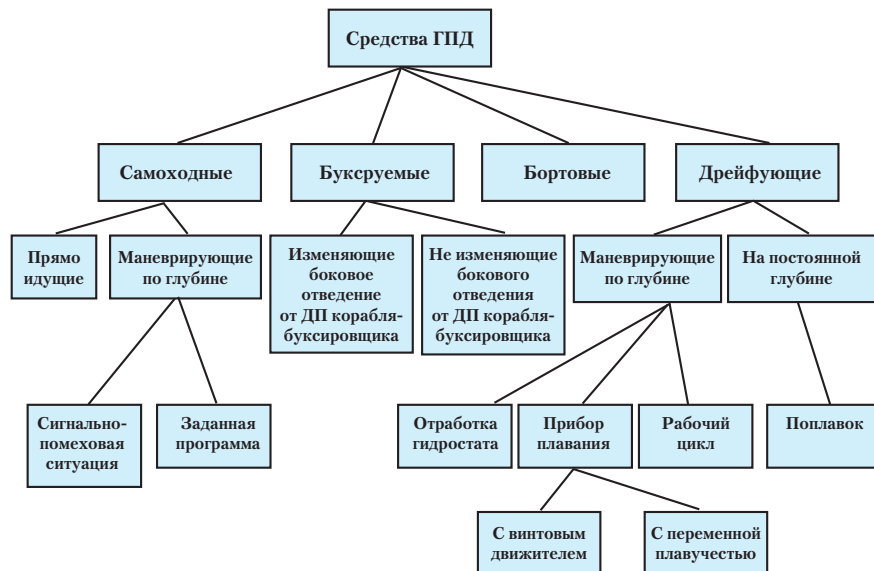


Рис. 1. Классификация средств ГПД

- по *мобильности*: стационарные, дрейфующие, самоходные, буксируемые;
- по *принципу действия*: излучение заградительных или прицельных по частоте помех, имитация гидроакустических полей ПЛ, комбинированные режимы работы;
- по *способу создания помех*: активные, пассивные.

РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ ГПД, ИХ ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Первыми средствами ГПД были: бортовые приборы помех; буксируемые приборы помех; дрейфующие приборы помех и имитации гидроакустических полей ПЛ.

Бортовые и буксируемые приборы электроакустического типа создавали широкополосную помеху, которой подавлялись приемные тракты гидроакустических средств обнаружения. Параллельно с ними широкое распространение получили, как указывалось, имитационные патроны с использованием газового облака из пузырьков водорода, выделяющихся при взаимодействии гидрида лития с водой. Недостаток этих приборов – отсутствие в отраженных эхосигналах доплеровского сдвига частоты, фазовых и амплитудных искажений, свойственных движущейся цели, отсутствие естественного для реальных условий удлинения эхосигналов, что позволяло, как оператору ГАС следящего корабля, так и АССН торпед классифицировать цель как ложную.

Дрейфующие и самоходные приборы активных помех излучали сигналы в широком диапазоне частот в течение 10–12 мин. Эти сигналы засвечивали экран ГАС, ГАК следящего корабля, затрудняя или полностью препятствуя наблюдению за целью.

На рис. 2 представлена общая схема построения дрейфующего прибора.

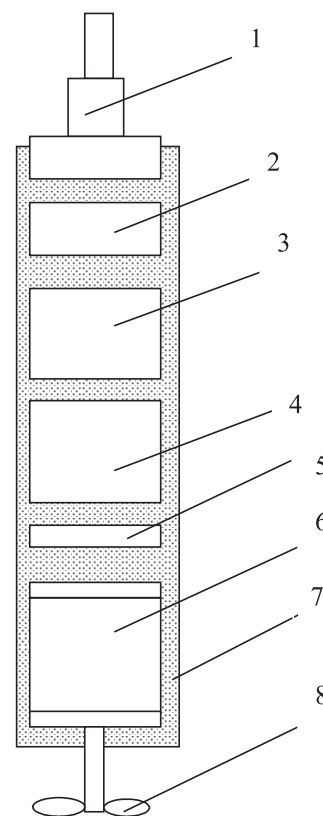


Рис. 2. Общая схема построения дрейфующего прибора

1 – акустическая антенна; 2 – согласующее устройство; 3 – электронные блоки для формирования и усиления шумовых помех и эхосигналов ГАС; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – гидростат; 6 – электродвигатель; 7 – корпус; 8 – двигатель

Конкретизируя изложенное, нужно отметить, что в 1948 г. были выполнены первые исследования по поиску путей создания средств ГПД, а в 1949 г. – первые работы, направленные уже на создание пассивных и активных средств ГПД. В результате выполненных теоретических и эксперименталь-

ных исследований в 1950–1970-е гг. XX в. были разработаны и приняты на вооружение ВМФ образцы, которые можно отнести к первому поколению средств ГПД:

- дрейфующий комплект имитационных патронов, создающий газопырьковое облако, отражающее зондирующие сигналы ГАС, ГАК, АССН торпед;

- дрейфующий прибор помех для отведения противолодочных торпед с пассивной АССН и подавления пассивных радио-гидроакустических буев в режиме заградительной помехи (ЗП);

- дрейфующий прибор для отведения торпед с комбинированной АССН в режимах ретрансляции эхосигналов и ЗП;

- самоходный прибор активных гидроакустических помех, обеспечивающий подавление ГАС противника и, как следствие, затрудняющий определение местоположения защищаемой ПЛ.

На рис. 3 представлена общая схема построения самоходного имитатора (СИ) ПЛ.

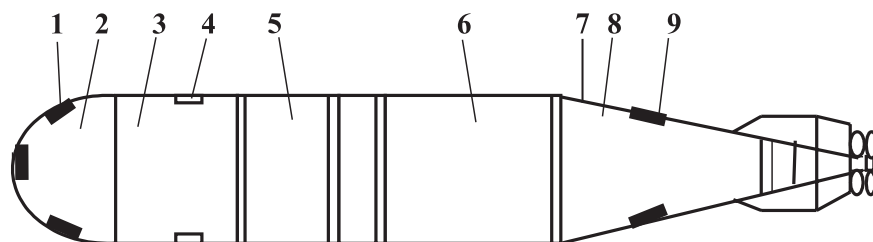


Рис. 3. Общая схема построения СИ

1 – приемные антенны; 2 – головной отсек; 3 – отсек электронно-акустической аппаратуры; 4, 9 – излучатели помех и имитированных эхосигналов ГАС; 5 – приборный отсек; отсек имитации кильватерного следа ПЛ; 6 – аккумуляторный отсек; 8 – кормовой отсек

В процессе разработки СИ были найдены решения ряда научно-технических проблем, вытекающих как из требования высокой достоверности имитации ПЛ, так и из необходимости разработки ЭАА ограниченных габаритов.

Основными из этих проблем являлись следующие.

1. Осуществление широкополосного излучения гидроакустических сигналов. Рабочие частоты существующих ГАС и ГАК, размещаемых на ПЛ, НК, вертолетах и т.п., находятся в широком диапазоне. В таком же широком диапазоне должны работать и средства ГПД.

Известные типы акустических антенн в то время могли осуществлять эффективное излучение в значительно более узкой полосе частот, так как существовавший тогда метод согласования антенн с генератором излуча-

емых сигналов был пригоден только для узкой полосы.

Решение задачи было найдено на основе теоретических и экспериментальных исследований: характеристик антенн, состоящих из ограниченного набора конструктивно объединенных разночастотных электроакустических преобразователей; а также устройств (цепей) согласования сложных импедансов преобразователей с генератором в широкой полосе частот.

2. Обеспечение ненаправленного излучения при конструктивном размещении широкополосной антенны на СИ. На основе конструктивных проработок различных вариантов составной антенны, экспериментальных исследований ее характеристик направленности и способов размещения на СИ эта проблема была решена. С этой целью была создана конструкция антенного отсека, выполненного в виде самостоятельной части СИ и обеспечивающего при работе необходимые широкие сектора обзора в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

3. Уменьшение частотных искажений, связанных с переизлучением зондирующих посылок ГАС, ГАК до величины, исключающей распознавание имитации эхосигналов. Благодаря достижениям в технике записи сигналов была создана конструкция аппаратуры, обеспечивающая практически неискаженные по частоте запоминание и последующее воспроизведение зондирующих посылок гидролокаторов.

4. Снижение уровня ходовых помех СИ с целью обеспечения уверенного приема имитационной аппаратурой посылок ГАС, ГАК. Предстояло снизить (более чем на порядок) уровень ходовых помех, воздействовавших на приемный тракт имитационной аппаратуры. Значительная величина этих помех обуславливалась большой шириной полосы частот приемного тракта, отсутствием

направленных свойств приемника, работой на низких частотах, где помеха от приборов, механизмов и агрегатов транспортного модуля (ТМ) максимальна.

Решение было найдено на основе лабораторных и морских экспериментальных исследований характера ходовых помех, а также создания и испытаний разработанных технических устройств для уменьшения их уровня, снижения степени проникновения в приемный тракт имитационной аппаратуры. В результате выполненных исследований были определены основные источники и спектральные характеристики помех, пути их проникновения в приемный тракт и разработаны эффективные вибро- и звукоизолирующие устройства. Кроме того, в бортовой сети ТМ были применены фильтры для подавления электрических помех в местах их возникновения. Комплекс мер по подавлению ходовых помех ТМ позволил обеспечить уверенный прием имитационной аппаратурой посылки гидролокационных станций (ГЛС) на предельной дальности их действия.

5. Создание систем управления самоходных приборов ГПД. С появлением на вооружении ВМФ самоходных имитаторов ПЛ возникла необходимость разработки системы управления (СУ), обеспечивающей имитацию поведенческих характеристик ПЛ.

СУ самоходных приборов ГПД (СГПД) разработал отдел, возглавляемый канд.техн.наук Р. В. Исаковым, в дальнейшем доктором технических наук, директором ЦНИИ «Гидроприбор», генеральным директором НПО «Уран». Предполагалось, что возникающие при этом вопросы могут быть решены по аналогии с методом построения СУ торпед. Действительно, первое поколение СУ СГПД создавалось с учетом накопленного опыта по разработке СУ торпед. Для данных СУ СГПД были свойственны достаточно простые законы управления $\delta = f(\Psi, Y, \theta)$, что характерно для прямоидущих торпед. Для выполнения отворотов, циркуляций, малое снижение центра тяжести изделий, большое перутьяжение, переходы по глубине возникла необходимость регулирования крена и угловых скоростей приборов.

На начальном этапе разработки выяснили, что акустические шумы СГПД велики и по частоте перекрывают рабочие частоты ЭАА, которая формирует имитируемые гидроакустические поля ПЛ. В таких условиях ЭАА оказалась неработоспособной. При изучении шумов СГПД обнару-

жилось, что интегральный уровень шумов определяет шум рулевого привода (РП). Тщательный анализ показал, что рули создают не только структурный, но и гидродинамический шум. При мгновенной остановке руля в крайнем положении он вибрирует, при этом происходит срыв потока, что резко увеличивает шум СГПД. Был испробован ряд способов уменьшения шумов РП: амортизация поршня рулевой машинки (РМ), снижение рабочего давления, установка искрогасящих устройств в коммутирующих цепях, что, однако, оказалось неэффективным. Дальнейший поиск путей снижения уровня шумов РП привел к решению снизить скорость перекладки рулей именно в момент их остановки в крайнем положении. Было предложено, чтобы поршень РМ при подходе к крайнему положению перекрывал выпускные окна, т.е. останавливался, не доходя до корпуса. При этом скорость перекладки руля на основном пути была сохранена, а изменение перекладки происходило на конечном пути, что позволяло сохранить устойчивое движение СГПД. В результате интегральный уровень шума уменьшился примерно на 10 – 12 дБ. Таким образом, задача снижения шума СГПД была решена, и ЭАА получила возможность работать во всем диапазоне частот, что подтверждалось опытным путем.

Тем не менее, решить принципиальную задачу создания бесшумного РП не удавалось, поскольку воздушные и гидравлические РП торпед характеризуются наличием структурных и гидравлических шумов, которые резко отличаются по спектру от шумов ПЛ. Это являлось одним из признаков, который позволял классифицировать имитатор ПЛ. Поэтому возникла необходимость спроектировать новый вид РП, шумы которого сходны с частотным спектром шумов ПЛ. В результате поисковых работ выбрали электрический двигатель постоянного тока. На его базе и были выработаны требования на электромеханический РП следящего типа. В 80-х гг. на киевском Заводе им. Г.И.Петровского под руководством В.В.Селезнева был разработан первый следящий рулевой электропривод для морского оружия. Натурные испытания показали, что электромеханический привод следящего типа понизил интегральный уровень шумов ТМ СГПД в нескольких раз.

6. Обеспечение безаварийного выхода СГПД из опасной зоны стреляющей ПЛ. Выстреливание СГПД из пусковых установок ПЛ, как и торпед, связано с рядом технических трудно-

стей. При выходе из пусковой установки он подвергается воздействию силового гидродинамического поля ПЛ, что оказывает сильное влияние на траекторию движения СГПД на начальном участке.

Для обеспечения безаварийного выхода СГПД из опасной зоны стреляющей ПЛ было предложено принципиальное дополнение стрельбовой информации. В предстартовый период бортовая информационная управляющая система (БИУС) вырабатывает дополнительные установки (начальный угол ψ , начальную глубину h_0 , дистанцию отведения D_0) и вводит их в СГПД, которые прибор выполняет на начальном участке движения. БИУС вырабатывает начальные данные, исходя из выполнения тактической задачи с учетом расположения пусковых установок, направления, скорости и глубины хода ПЛ.

В 1965–1975 гг. были разработаны СГПД второго поколения:

- самоходный имитатор ПЛ, имитирующий движущуюся ПЛ в режимах «шум» или «эх»;

- самоходный многоцелевой прибор с **механическим вводом данных**, который имитирует движущуюся ПЛ в режимах «шум» или «эх», а также работает в режиме создания прицельной по частоте помехи (ПЧП);

- самоходный многоцелевой прибор с **электрическим вводом данных**, который тоже имитирует движущуюся ПЛ в режимах «шум» или «эх», а также функционирует в режиме ПЧП.

При этом были решены научно-технические проблемы, основными из которых являлись следующие.

Уменьшен сектор акустической тени на кормовых углах прибора. В связи с использованием прибора в режиме ПЧП было необходимо свести углы затенения, неизбежные при совмещении излучающей антенны с конфигурацией ТМ до величины, вдвое меньшей, чем у имитатора первого поколения. Антенная система обеспечила необходимые в режиме ПЧП углы освещения.

Увеличен объем и вес полезной нагрузки за счет снижения веса и объема систем и агрегатов ТМ. Совмещение функций источника активных помех и имитатора ПЛ в едином приборе, понижение нижней граничной частоты его рабочего диапазона и расширение углов обзора привели к неизбежному утяжелению и увеличению объема ЭАА. Для их компенсации требовалось уменьшить габариты ТМ, что осуществлялось на основе расчета и исследований различных конструкций бортовых устройств, механических, гидравлических, пневматических

и электрических схем, а также путем интегрального проектирования, заключающегося в кассетном и модульном объединении блоков и агрегатов, сокращении количества элементов и межэлементных связей. В результате была создана конструкция ТМ, способного нести полезную нагрузку, достигающую до 40% собственного веса.

Оптимизация методики конструирования ТМ заложила основу для последующих работ подобного типа и создания серии унифицированных ТМ различного назначения. Изменение схемы компоновки ТМ и применение новых простых и надежных соединительных элементов привели к значительному сокращению времени подготовки прибора к использованию.

Обеспечена безотказная работа прибора после длительного хранения на стеллажах ПЛ без обслуживания. Задача была решена на основе новейших достижений в создании химических источников электрической энергии, разработки технологии покрытия внешней поверхности корпуса прибора и находящихся на нем деталей, а также исследования и создания системы использования и хранения воздуха высокого давления. Были исследованы и созданы стартовый источник питания, время хранения которого сопоставимо со сроком службы прибора и устройство пиротехнического задействования основной силовой батареи.

Система разработанных и внедренных в конструкцию прибора устройств позволила использовать прибор после хранения (без обслуживания) на ПЛ при ее длительном автономном плавании.

Увеличена достоверность имитации прибором поведенческих характеристик ПЛ. Во избежание неподобных изменений пеленга имитируемой цели на индикаторах ГАС противника при имитации гидроакустических полей ПЛ необходимо приближать поведенческое движение прибора к движению защищаемой ПЛ.

Задача была решена на основе теоретических и экспериментальных исследований различных элементов системы управления движением, применения новых стабилизирующих элементов, определения оптимальных соотношений управляющих и стабилизирующих элементов, а также путем использования новых достижений техники автоматического регулирования в приборах управления.

Созданием прибора ГПД в 1975 г. была завершена научная и экспериментально-исследовательская работа, которая явилась базой для дальнейшего проектирования новых отечественных приборов ГПД.

В 1975–1992 гг. были разработаны приборы третьего поколения:

- самоходный прибор отведения противолодочных торпед;
- самоходный многоцелевой прибор гидроакустического подавления для ПЛ.

В процессе разработки этих приборов удалось решить ряд сложных научно-технических проблем, в том числе:

- достичь высокой достоверности имитации полей ПЛ;
- имитировать пространственную протяженность цели с использованием отделяемых от приборов буксируемых гидроакустических антенн;
- ввести в работу ЭАА режимов сквозной ретрансляции и дежурного приема в процессе излучения ПЧП;
- обеспечить хранение и выстреливание приборов из забортовых необслуживаемых водопроницаемых пусковых установок;
- значительно сократить время реакции на угрозу защищаемой ПЛ;
- увеличить общее количество приборов за счет уменьшения их массо-габаритных характеристик и размещения их вне прочного корпуса ПЛ без сокращения общего количества боезапаса.

ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСПЕКТИВНЫМ ОБРАЗЦАМ СРЕДСТВ ГПД

Перспективные образцы средств ГПД должны существенным образом повысить боевую устойчивость защищаемой ПЛ. Это возможно при использовании более эффективных образцов в достаточном количестве и многообразии при минимальном времени реакции на возникающие угрозы. При их разработке необходимо использование более совершенных и технологичных материалов, химических источников тока, силовых электродвигателей, гребных винтов, пускорегулирующей аппаратуры, построенной по оптимизированной схеме с использованием современной элементной базы, электроакустических преобразователей и т.д.

Дальнейшее развитие и совершенствование торпедного оружия, оснащение его элементами искусственного интеллекта, а также развитие и совершенствование гидроакустических систем наблюдения НК, ПЛ и авиации ПЛО требует применения в гидроакустическом противоборстве не отдельных приборов ГПД, а сложных функциональных комплексов, включающих самоходные, дрейфующие и

буксируемые приборы различного назначения, специальные пусковые установки, системы управления и уничтожения. Совместное использование входящих в комплекс узкоспециализированных одноцелевых и универсальных многофункциональных приборов позволит существенно повысить боевую устойчивость перспективных ПЛ ВМФ России. Особое внимание необходимо уделить созданию малогабаритных кассетных приборов ГПД, массовое применение которых обеспечивает создание развернутых гидроакустических полей помех и имитации.

Следует также уделить внимание удовлетворению потребности в более простом, надежном, мобильном, а главное, в дешевом обеспечении боевой подготовки, экспериментальных работ в НИОКР и испытаний торпедного и минного оружия, что требует разработки мишеней и имитаторов ПЛ многократного использования с разных носителей (ПЛ, НК, авиации). Эти приборы должны включать регистрирующие устройства информации для последующего анализа и устройства, облегчающие поиск и подъем приборов и обладающими прежде всего высокой достоверностью имитации полей и маневренных характеристик ПЛ.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее эффективными в арсенале средств ГПД являются самоходные приборы: имитаторы ПЛ и приборы помех. С помощью первых осуществляется отвлечение сил ПЛО на ложные направления, а с помощью вторых – подавление приемных трактов ГАК, ГАС.

2. Требования к средствам ГПД определяются гидроакустическими и маневренными характеристиками современных ПЛ, а также характеристиками объектов подавления – гидроакустических средств обнаружения НК, ПЛ и авиации системы ПЛО противника, а также АСН и АНВ его торпедного и минного оружия, соответственно.

3. Современное состояние и дальнейшее развитие гидроакустических средств обнаружения системы ПЛО противника и АСН и АНВ его торпедного и минного оружия требует применения сложных функциональных комплексов ГПД, включающих самоходные и дрейфующие приборы как традиционной конструкции так и массового применения малогабарит-

ных кассетных приборов, обеспечивающих пространственно развернутые помеховые и имитационные гидроакустические поля в области нахождения защищаемой ПЛ.

4. Применение современных приборов ГПД, работающих в диапазоне частот современных гидроакустических средств обнаружения системы ПЛО, АСН и АНВ торпедного и минного оружия противника, перекрывающих гидроакустическими полями широкие пространственные сектора, с большой достоверностью имитирующих ПЛ, создающих высокий уровень гидроакустического давления при организации помех, позволит ПЛ ВМФ успешно преодолевать высокоразвитую систему ПЛО противника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борискин О.П., Костромитинов В.Г. ЦНИИ «Гидроприбор» и его роль в обеспечении флота средствами гидроакустического противодействия // Морская радиоэлектроника. – 2004. – №3(9). – С. 50–51.
2. Суханов В., Смирнов В. Системы и средства самообороны подводных лодок ВМС // Морской сборник. – 1993. – №12. – С. 12–15.
3. Корж И.Г. Из истории создания и развития средств ГПД в России. – Тез. Докл. на XXII конфер. Санкт-Петербургского ИИЕТ РАН, 2001, вып. 17, с. 182.
4. Из истории создания отечественной гидроакустики: Сб. статей, очерков, воспоминаний. – СПб: Изд. ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 1998, С. 22–26.
5. Корж И.Г. Современные проблемы противоторпедной защиты. – Морской сборник. – 2004. – № 2. М С.21.
6. Корж И.Г., Бараненко А.А., Корольков Г.Н. и др. Морская радиоэлектроника: Краткий справ. – СПб.: Политехника, 2003.
7. Корж И.Г., Тарасюк Ю.Ф. История зарождения и развития средств гидроакустического противодействия и подавления в России. // Морской вестник. – 2005. – № 3(15). – С. 107.
8. Корж И.Г. Вклад ученых и инженеров Санкт-Петербурга в создание и развитие средств гидроакустического подавления. Наука и техника: вопросы истории и теории. – Мат. XXIV годичной конференции «Науки и техники» // Санкт-Петербург и мировая наука. – 2003. – Вып. XIX. С. 323–326. ■

В марте 2010 г. на судостроительном заводе «Северная верфь» был спущен на воду первый серийный корабль пр. 20380.

Данный корабль, будучи первым серийным заказом пр. 20380, уже имеет принципиальные отличия от головного корабля.

ОАО «Новая ЭРА» изготовило и поставило главные распределительные щиты переменного тока, главные распределительные щиты постоянного тока, вторичные электрораспределительные устройства для второго корабля этого проекта.

Документация, разработанная для первого корабля пр. 20380, была высокого качества и содержала технические решения, позволяющие значительно снизить массогабаритные характеристики распределительных щитов. Новизна технических решений, примененных при разработке и изготовлении комплекта ЭРУ для головного корабля серии, позволила применить те же основные технические решения при изготовлении комплекта ЭРУ второго корабля, кроме того, были учтены вновь выдвинутые требования проектанта корабля ОАО ЦМКБ «Алмаз» и выполнены необходимые доработки щитов.

Основным требованием к современным электроэнергетическим системам (ЭЭС) надводных и подводных кораблей является повышение энеговооруженности при минимальных массогабаритных характеристиках электрооборудования, входящего в состав ЭЭС. Главные распределительные щиты, отсечные распределительные щиты, вторичные распределительные щиты составляют основную часть схемы генерирования и распределения электроэнергии на корабле.

Возможность создания перспективных ЭРУ, отвечающих современным требованиям эргономики, при снижении их массогабаритных характеристик определялась прежде всего возможностью применения современных комплектующих изделий.

На габариты ЭРУ влияют следующие комплектующие:

– автоматические выключатели сети главного тока;

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРО- РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СЕРИИ КОРАБЛЕЙ ПРОЕКТА 20380

В.Ф. Кособоков, начальник отдела,

В.С. Коршунов, зам. начальника сектора, ОАО «Новая ЭРА»,

контакт. тел. (812) 6100251



– приборы автоматической защиты дизель-генератора;

– автоматические выключатели цепей сигнализации и управления;

– реле цепей управления и сигнализации;

– измерительные приборы.

Техническим заданием на разработку ЭРУ корабля пр. 20380 были определены массогабаритные характеристики щитов: размеры главного распределительного щита (ГРЩ) не должны превышать 6000×560×2000 мм, а его масса – 450 кг; щит должен быть одностороннего обслуживания. Такие же жесткие требования были предъявлены к отсечным щитам.

На ранней стадии разработки технического проекта ОАО «Новая ЭРА» сде-

лало заключение о том, что требования ТЗ можно выполнить только при условии применения современных импортных комплектующих изделий. Обоснование для принятия такого решения было признано убедительным в головных ЦНИИ МО РФ. В результате было принято решение о порядке применения электроизделий иностранного производства в комплекте электрораспределительных щитов заказа.

Изготовление щитов с применением вышеперечисленных импортных комплектующих изделий дало положительный эффект. ГРЩ корабля пр. 20380 получился в 1,8 раза легче, чем предусматривалось ТЗ.

Высокое качество выполненных работ позволило совместно с ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»» без замечаний сдать работоспособные щиты в составе ЭЭС корабля.

На корабле были выполнены шефмонтажные работы, работы по межсекционной сборке, техническому сопровождению швартовых испытаний электроэнергетической системы корабля.

В настоящее время закончено изготовление комплекта ЭРУ для третьего корабля этого проекта.

Высокое качество исполнения заказа позволяет быть уверенным в успешном завершении швартовых испытаний ЭЭС третьего корабля пр. 20380 и дальнейшем успешном сотрудничестве с ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»». ■

Технические характеристики отсечных щитов

Тип щита	Основа	Длина, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Зона обслуживания
ГРЩ-П	По ТЗ	6000	560	2000	4500	Односторонняя
	На импортных комплектующих	6043	585	1833	2410	Односторонняя
	На отечественных комплектующих	7483	1160	2020	6300	Двухсторонняя
ЩРО-06	По ТЗ	600	400	1000	160	
	На импортных комплектующих	600	326	700	40	
	На отечественных комплектующих	850	400	1000	150	
ЩРО-08	По ТЗ	800	400	1000	180	
	На импортных комплектующих	800	326	730	50	
	На отечественных комплектующих	915	400	1000	185	

Таблица

Известно, что нефть и газ – важнейшие энергоресурсы современного общества. Также известно, что месторождения этих ресурсов на суше значительно истощены, а это обусловило быстрое развитие морской нефтегазодобычи за последние полвека – от бурения с прибрежных эстакад до использования погружных и самоподъемных плавучих платформ и буровых судов. Мировые цены на энергоресурсы способствуют выходу глубоководных морских месторождений из категории нерентабельных. Развивается глубоководное бурение, совершенствуются комплексы подводной добычи, осваиваются месторождения в суровых северных широтах.

Однако освоение нефтегазодобычи в море поставило и новые проблемы. В морских условиях проявляются такие негативные факторы, как волновые нагрузки, нагрузки от течений, коррозионная активность морской воды, ледовые нагрузки в северных широтах. С увеличением глубины моря в районе месторождения резко усложняется технология бурения и добычи. Также необходимо отметить большую уязвимость морской экосистемы от нефтяных и конденсатных загрязнений. Поэтому проблемы обеспечения безопасности при нефтегазодобыче в морских условиях выходят на качественно новый уровень.

Цель проектирования морского нефтегазового сооружения (МНГС) – обеспечить максимально рентабельное освоение соответствующего морского нефтегазового месторождения. На другой чаше весов лежит безопасность этого освоения как для объекта и его персонала, так и для морской экосистемы и третьих лиц.

Безопасность – комплексное понятие, зависящее от большого числа факторов. На безопасность платформы влияют ее архитектура, применяемое оборудование и его компоновка, применяемые системы защиты и их надежность, организационные меры, квалификация персонала объекта. Не подлежит сомнению тот факт, что основы безопасной эксплуатации МНГ комплекса закладываются на стадии его проектирования. Задача проектанта – найти оптимальный баланс между рентабельностью и безопасностью.

Для этого приводят сопутствующие морской нефтегазодобыче риски к уровню ALARP – As Low As Reasonably Practicable, т.е. «так низко, как практически целесообразно». Данный подход является приемлемым при адекватной взвешенной оценке рисков на долгосрочной перспективе, когда сам владелец объекта заинтересован в его стабильной рентабельности и недопущении аварийных ситуаций и минимизации их возможных последствий.

С этих же позиций оценивается безопасность различных стационарных и плавучих морских сооружений в неко-

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ПОДСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ

Ю.А. Карнов, аспирант,
В.Н. Разуваев, д-р техн. наук, проф., СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 4940931

торых российских нормативных документах [2]. Однако в российской нормативной практике более традиционен подход введения предельно допустимых значений рисков [1, 3].

Комплексная оценка рисков при различных сценариях аварий и принятие на ее основе взвешенных решений по управлению рисками являются основой для обеспечения безопасной эксплуатации объекта на протяжении всего его жизненного цикла.

Количественная оценка риска начинается с математического моделирования исследуемого объекта – технической системы либо процесса. Затем по данной модели оцениваются вероятностные параметры исследуемого объекта. Для этого чаще всего применяют логико-вероятностный метод (ЛВМ).

При этом выделяются четыре этапа ЛВМ:

1. Первичное моделирование – построение структурной или функциональной модели исследуемой системы, определение вероятностных и других параметров элементов и задание критериев исследуемых режимов функционирования системы.

2. Построение логической модели для рассматриваемого режима (или нескольких режимов) работы системы, т.е. построение так называемой логической функции работоспособности системы на основе структурной схемы системы и заданного критерия ее функционирования.

3. Построение расчетной вероятностной модели – преобразование логической функции работоспособности системы в некоторую расчетную форму математической модели (многочлен вероятностной функции, правила выполнения статистических испытаний, система дифференциальных или алгебраических уравнений, сетевой план и т.п.).

4. Вычисление вероятностных характеристик в целях количественной оценки свойств, оптимизации и синтеза системы в процессе ее разработки, проектирования, эксплуатации, выработки и обоснования управленческих решений.

Для первого этапа в общемировой практике наиболее часто используются метод построения деревьев отказов или деревьев событий, на основе которых создан ряд программных продуктов, как, например, Risk Spectrum (Relcon AB, Швеция) и Saphire (Idaho National Engineering And Environmental Laboratory).

Однако методика построения дерева отказов или деревьев событий – достаточно специфична. Для сложной системы причин развития того или иного неблагоприятного события может быть существенное количество, учет или неучет части которых напрямую зависит от опыта исследователя, знания им специфики данных конкретных процессов. Поэтому использование этой методики в некоторых случаях затруднительно.

Для оценки безопасности морских платформ и их подсистем предлагается применить общий ЛВМ с использованием схем функциональной целостности (СФЦ), разработанный группой российских специалистов (И.А.Рябинин, А.С.Можаев, Г.А.Ершов и др.) [6, 7, 8].

Анализ особенностей этого метода позволяет предположить, что он может быть с успехом использован для оценки безопасности МНГК.

Достоинства этого метода:

возможность задания любых критериев функционирования исследуемой системы – прямых, инверсных, монотонных и немонотонных, одиночных и групповых;

набор изобразительных средств позволяет задать все основные логические операнды;

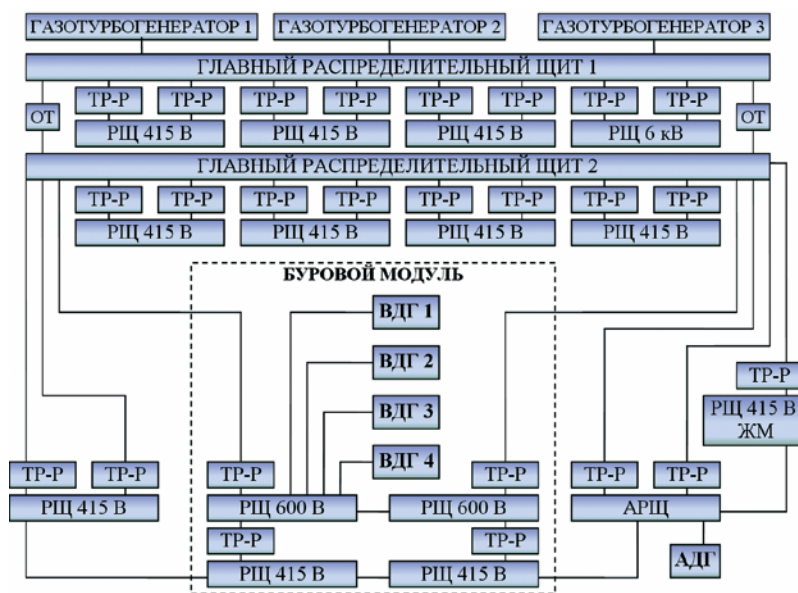


Рис. 1. Принципиальная схема рассматриваемой электроэнергетической системы: РЩ – распределительный щит, ТР-Р – трансформатор, ВДГ – вспомогательный дизель-генератор, АДГ – аварийный дизель-генератор, АРЩ – аварийный распределительный щит, ЖМ – жилой модуль. ОТ – ограничитель тока

возможность неограниченного раз-
множения вершин, что позволяет отоб-
разить на графе всю совокупность слу-
чайных событий, обеспечивающих вы-
полнение всех функций системы.

В качестве примера проведем анализ
надежности типичной электроэнергети-
ческой системы (ЭЭС) морской стацио-
нарной платформы (МСП) с использо-
ванием программного комплекса БАРС
[9], основанного на вышеупомянутом
методе (рис. 1).

Принципиально рассматриваемая
ЭЭС функционирует от трех газотурбо-
генераторов (ГТГ), работающих по ма-
жоритарной схеме «2 из 3», подклю-
ченных на главный распределительный щит
(РЩ). От последнего через трансфор-
маторы запитан ряд рабочих РЩ, а также
второй главный РЩ (через ограничи-
тели тока) со своими рабочими РЩ (в том
числе РЩ жилого, бурового модулей и
др.). Для запуска ГТГ и нужд бурового
оборудования предусмотрены четыре
вспомогательных дизель-генератора (ДГ)
в буровом модуле. В системе предусмот-
рен аварийный РЩ, на который подклю-
чен аварийный ДГ, запускающийся авто-
матически в течение 45 секунд с момента
исчезновения напряжения в сети.

Как упоминалось ранее, в ЛВМ чет-
ко выделяются четыре последователь-
ных этапа. Для первого этапа в програм-
мном комплексе БАРС используется
СФЦ, строящаяся для конкретного ре-
жима функционирования системы (в
данном случае – штатного).

После построения СФЦ системы
формулируется логический критерий
функционирования, определяющий ус-
ловие функционирования системы, и
вводится в комплекс в логическом виде.

При этом можно отобразить его логику
прямо на схеме с помощью фиктивных
вершин, что снижает вероятность оши-
бки при вводе критерия в комплекс и де-
лает возможным более тщательно про-
следить правильность его построения.

Два последних этапа программный
комплекс производит самостоятельно по
заложенным в него расчетным схемам.

СФЦ штатного режима функцио-
нирования ЭЭС при бурении и добыче
нефти приведена на рис. 2.

Можно сразу отметить сходство
СФЦ с принципиальной схемой ЭЭС.
Каждому РЩ и трансформатору соот-
ветствует одна функциональная вер-
шина. Как уже упоминалось, ГТГ (вер-
шины 1–3) работают по схеме «2 из 3»,
что отражается на схеме подключени-
ем соответствующих функциональных
вершин через мажоритар. Вершины
9–23 и 52–67 соответствуют рабочим
РЩ, подключенным с первого глав-
ного и второго главного РЩ соответ-
ственно (вершины 6 и 30). Подсистема
бурового модуля выражена вершинами
35, 36, 43–49.

Логический критерий функцио-
нирования (ЛКФ) построен прямо на схеме
с помощью фиктивных вершин и соот-
ветственно при вводе в программу для
расчета выглядит как $Y=y24$. При этом
с позиций логики функционирования
системы фиктивные вершины отражают
условие обеспечения электроэнергией
потребителей следующих РЩ:

- 5 – трех РЩ 415 В и РЩ 6 кВ;
- 18 – четырех РЩ 415 В;
- 20 – РЩ жилого модуля и аварийного;
- 79 – РЩ бурового комплекса;
- 4 и 22 – служат лишь для удобства
восприятия схемы;
- 24 – отражает логический критерий
функционирования системы.

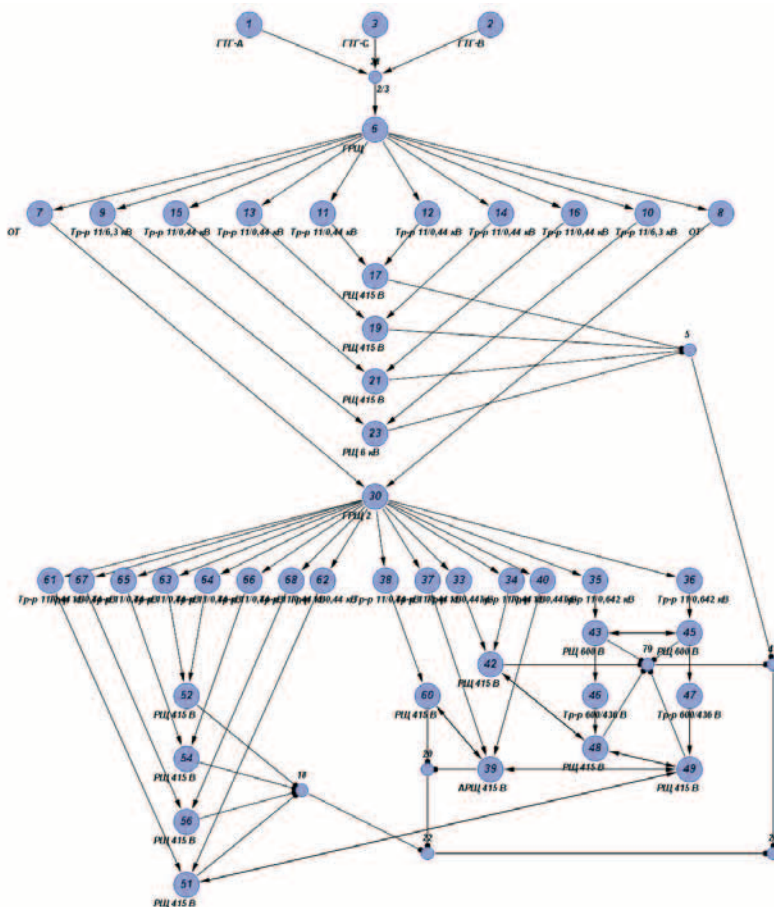


Рис. 2. Схема функциональной целостности ЭЭС для штатного режима

То есть в логическом виде возможно ввести в комплекс ЛКФ без использования фиктивных вершин в виде

$$Y=y_{17}y_{19}y_{21}y_{23}y_{39}y_{43}y_{45}y_{48} \Rightarrow y_{49}y_{51}y_{52}y_{54}y_{56}y_{60}$$

По результатам расчета получаем вероятность выполнения ЭЭС ее функции снабжения электроэнергией всех потребителей 0,841904375.

Кроме этого, по каждому элементу системы вычисляется ряд других характеристик: положительный и отрицательный вклады, значимость. Эти характеристики показывают, какие элементы имеет смысл резервировать или заменять более надежными системами для достижения максимального эффекта при влиянии на минимальное количество элементов (однако следует отметить, что тут не учитывается экономическая составляющая). Иногда заменить несколько дешевых элементов может оказаться выгоднее, чем один дорогой. Диаграмма положительных вкладов в рассмотренном режиме представлена на рис. 3.

Таким образом, высокую значимость в данной системе имеют только РЩ, значит, их имеет смысл резервировать. Одинаковая значимость всех РЩ следует из ЛКФ системы, которая включает их всех в себя. Низкая значимость трансформаторов объясняется тем, что они уже зарезервированы по схеме «1 из 2». Соответственно, для резервирования были выбраны РЩ, а именно: все рабочие РЩ, подключенные с главного РЩ. При этом показатель всей системы увеличился на 4,06% и достиг 0,876089068. Значения значимостей по

всем элементам системы приведены на диаграмме на рис. 4.

Незначительность увеличения надежности системы объясняется особенностью ЛКФ данной системы, который включает много элементов, обязательно функционирующих. Эти элементы имеют одинаково высокую значимость, и нет элементов, резервирование которых привело бы к резкому повышению надежности системы.

Как видно из диаграммы на рис. 4, при резервировании элемента системы его значимость резко – на 97–99% падает, следовательно, дальнейшее резервирование этих элементов не имеет смысла. При этом значимость остальных элементов системы возрастает, что легко объясняется самим смыслом данного показателя.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотренный метод может успешно использоваться для вероятностного анализа безопасности МНГК и его подсистем. Анализ изменений значимостей и вкладов элементов при резервировании показывает их строгое соответствие реальной логике функционирования системы.

2. Построение по данной методике математической модели подсистемы проходит по ее принципиальной схеме, что упрощает отражение логики функционирования и снижает вероятность ошибок и ее искажения. Используемые изобразительные средства дают хороший набор инструментов для передачи сложной логики функционирования.

3. Результатом анализа является не только вероятностная характе-

ристика, соответствующая ЛКФ подсистемы, которую можно использовать, например, при обосновании необходимости пересмотра принятых конструкторских решений или проверки соответствия требованиям нормативных документов. Дополнительно получаемые в ходе анализа характеристики отражают степень важности элемента в данном режиме функционирования и показывают наиболее перспективные решения по резервированию исходя из критерия максимальный эффект/минимальные изменения в подсистеме. Впрочем, как уже отмечалось ранее, здесь необходимо отдельно проанализировать экономическую сторону различных вариантов.

Необходимо отметить, что, хотя была рассмотрена ЭЭС МСП, в ходе анализа не было обнаружено каких-либо специфических особенностей, которые мешали бы успешному применению метода для любой другой подсистемы в составе комплекса или их совокупности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. – РМРС, 2008.
2. Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов. – РМРС, 2008.
3. Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент по пожарной безопасности».
4. ГОСТ Р 51901.5-2005 Менеджмент риска: Руководство по применению методов анализа надежности 01.02.2006.
5. Овчинников Л.В., Сычков В.И., Шеев В.И. Основы теории надежности и диагностики. – СПб: Изд. ВМИИ, 2003.
6. Ершов Г.А., Козлов Ю.И., Солодовников А.С., Можжаев А.С. Оценка безопасности атомных энергетических объектов на стадии проектирования // Тяжелое машиностроение. – 2008. – №8.
7. Бобриков Э.В., Гавриленко В.М., Ершов Г.А., Ермакович Ю.Л., Соболев А.М., Солодовников, А.С., Фомина Ю.Б. Использование детерминистического и вероятностного подходов при выполнении ВАБ АЭС // Modelling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems, September 4–8, 2007, Saint-Petersburg, Russia.
8. Ершов Г.А., Ермакович Ю.Л., Соболев А.М., Фомина Ю.Б. Обеспечение надежности и безопасности ядерных энергетических объектов в процессе проектирования. Методология и практика // Modelling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems, July 4–8, 2006, Saint-Petersburg, Russia.
9. Ершов Г.А., Ермакович Ю.Л., Козлов М.А., Парфентьев М.А. Программный комплекс Барс для вероятностного анализа безопасности АЭС // Тяжелое машиностроение. – 2008. – №1. ■

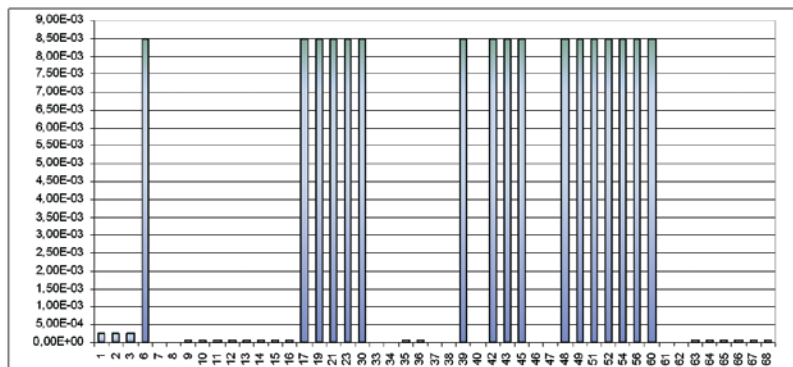


Рис. 3. Диаграмма положительных вкладов элементов в штатном режиме ЭЭС

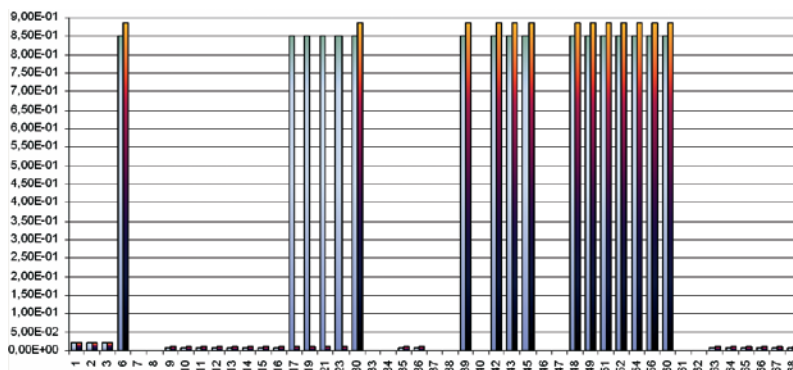


Рис. 4. Динамика значимостей элементов ЭЭС при резервировании

В современном мире защита сооружений от огня – одна из важнейших научно-технических и экономических проблем при добыче углеводородов.

Впервые проблема огнезащиты строительных конструкций была поднята в экономически более развитых европейских странах и США. В 1903 г. в Лондоне был проведен Международный конгресс по огнезащите, на котором были рассмотрены результаты многочисленных огнетестов, проведенных в Англии, Германии и США. Вскоре Германской научно-исследовательской лабораторией была издана серия публикаций «Red books», в которых приводились результаты и методы проведения испытаний.

Результатом конференции 1918 г. в США, стало создание графика зависимости роста температуры от времени, получившего название «стандартной» или целлюлозной кривой, которая легла в основу стандарта, определяющего рост температуры при смоделированном пожаре в здании. Конференция была организована Комитетом по огнезащите Американского сообщества по испытанию материалов (ASTM) и Комитетом по огнезащите конструкций Национальной ассоциации по огнезащите (NFPA), при участии 11 североамериканских инженерных сообществ и организаций.

Большое влияние на создание стандартной кривой оказали исследования, проведенные в Колумбийском университете и в Лаборатории страховщиков (Underwriter's Laboratory (UL)) в Чикаго профессором I. H. Woolson, работавшим инженером-консультантом в американском национальном совете страховщиков пожаров и председателем Комитета по огнезащите конструкций NFPA. Лаборатория UL впоследствии стала общепризнанной в мире независимой лабораторией, тестирующей различные огнезащитные покрытия и материалы.

Особенностью стандартной кривой стало определение начальной скорости роста температуры в 538°C через 5 минут и 705°C через 10 минут. Остальные значения, определяющие рост кривой: 842°C через 30 минут; 927°C через 1 час и 1010°C через 2 часа, после которых рост температуры определялся скоростью 41.5°C в час, достигая 1093°C через 4 часа и 1260°C через 8 часов.

Технический прогресс движется в направлении разработки новых технологических процессов, обеспечивающих защиту от коррозии и огня в случае его несанкционированного возникновения. Это обусловлено необходимостью защиты людей и имущества путем продления времени, необходимого для локализации пожара, и минимизации возможных убытков. Эти проблемы приобрели особую актуальность в промышленно развитых странах с большим потенциалом добычи нефти и газа в удаленности от берега (прибрежные шельфы, заливы, моря).

Одним из главных рисков является возникновение пожаров на буровых, которые, как правило, сильно удалены от берега, и оказание немедленной внешней помощи при пожаре технически невозможно.

Пассивные огнезащитные материалы предотвращают катастрофическое обрушение элементов конструкции путем обеспечения изолирующего экрана, защищающего от чрезмерного нагрева в случае пожара.

Сегодня одним из предлагаемых материалов на рынке является Chartek. Этот материал и технологические процессы его нанесения являются результатом более чем 30-летних исследований и разработок компании «AKZO NOBEL International paint Ltd.». Он повсеместно сертифицирован для широкого спектра степеней противопожарной защиты.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАССИВНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБРУШЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ ЧЕРЕЗ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ ЭКРАНОВ НА ПРИМЕРЕ МЛСП «ПРИРАЗЛОМНАЯ»

*А.Г. Филимонов, инженер ООО «Мюльхан Морфлот»,
С.Г. Филимонов, аспирант СПбГМТУ,
контакт. тел. +7 921 9995542*

Защитные характеристики и срок службы покрытия сильно зависят от 100%-ного соблюдения технологии нанесения покрытия, при этом производитель покрытия требует, чтобы огнезащитные покрытия наносились только аттестованными подрядчиками по нанесению покрытий и в строгом соответствии с инструкциями.

В России методы испытаний строительных конструкций на огнестойкость определяются ГОСТ 30247.0–94, который представляет собой аутентичный текст стандарта ИСО 834–75 «Fire resistance test - Elements of building constructions» («Испытания на огнестойкость - Строительные конструкции»). Метод испытания ГОСТ 30247.0–94 основан на стандартных условиях теплового воздействия, т.е. при испытаниях моделируется стандартная скорость роста температуры при целлюлозном пожаре. Для испытаний используется пламя горелки, и «температурный режим печей должен обеспечиваться сжиганием жидкого топлива или газа», «пламя горелок не должно касаться поверхности испытываемых конструкций».

По условиям ГОСТ, температура во время испытаний поддерживается на уровне стандартной (целлюлозной) кривой. Несмотря на использование при испытаниях углеводородного топлива, практически моделируется целлюлозный пожар. В действительности существует большая разница между горением целлюлозы и горением углеводородного топлива, например, горение разлива нефтепродуктов. Рис.1 наглядно демонстрирует, насколько эта разница велика.

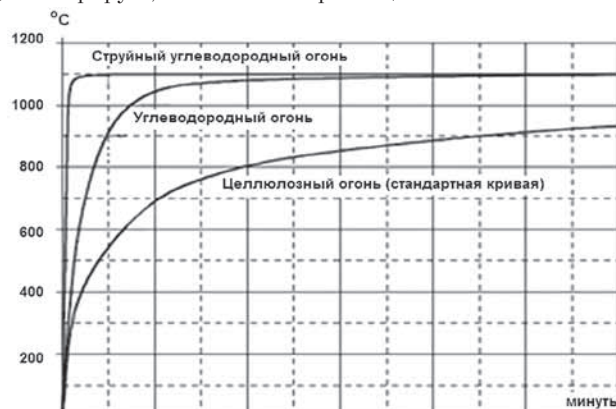


Рис.1. Кривые горения (целлюлозный, углеводородный и струйный углеводородный огонь)

В данной статье, в качестве основного объекта будет рассматриваться морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) «Приразломная» (рис. 2).

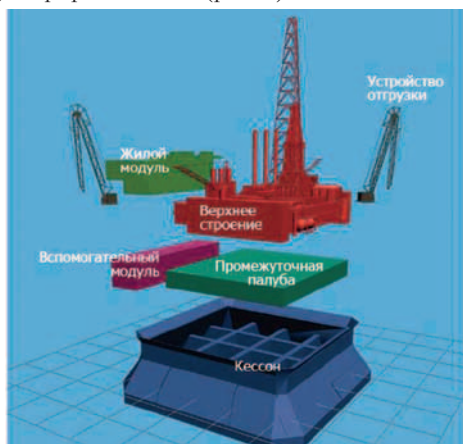


Рис. 2. МЛСП «Приразломная»

Подбор схем коррозионной защиты для МЛСП «Приразломная» был выполнен в соответствии с требованиями заказчика и Российского Морского Регистра судоходства.

Основные требования, предъявляемые к коррозионной и противопожарной защите, регламентированы правилами НД № 2-020201-008 («Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ»). Классификационное общество осуществляет классификацию, контроль в эксплуатации, а также контроль за соблюдением международных конвенций.

Конструкции МСП должны быть изготовлены так, чтобы предотвратить прохождение дыма через изолированные переборки в течение 120 минут стандартного испытания огнестойкости. Должны быть изолированы негорючими материалами или равноценными огнезащитными составами так, чтобы средняя и максимальная температура на стороне, противоположной огневому воздействию, не повышалась по сравнению с первоначальной температурой более чем на 140°C и 180°C соответственно.

В зависимости от времени, в течение которого обеспечивается соблюдение указанного перепада температур в процессе стандартного испытания огнестойкости, конструкциям присваиваются следующие обозначения: Н-120 – в течение 120 минут; Н-60 – в течение 60 минут; Н-0 – в течение 0 минут.

Конструкции испытываются на огнестойкость по методике, изложенной в резолюции ИМО А.754(18) «Рекомендации

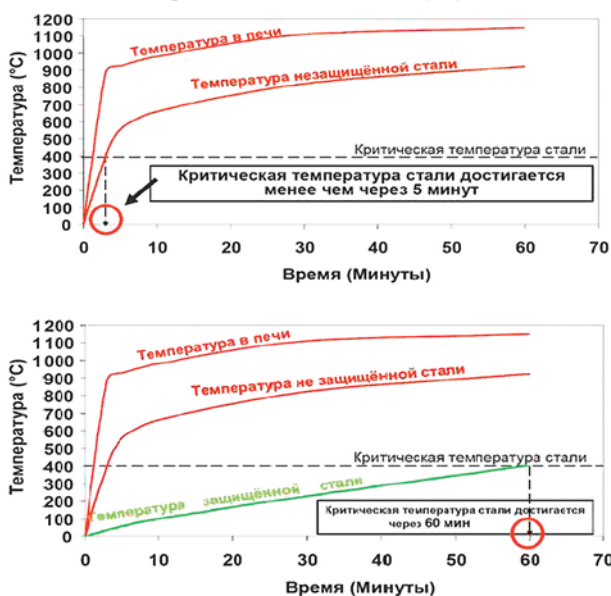


Рис. 3. Схема работы вспучивающегося огнезащитного покрытия Chartek7

по испытаниям на огнестойкость перекрытий классов «А», «В», и «F», с учетом того, что стандартная кривая температуры в зависимости от времени соответствует международному стандарту ИСО 834-1 «Испытания огнестойкости элементов строительных конструкций. Общие требования».

Группа компаний «Морфлот» в процессе постройки проводила комплекс работ по коррозионной и огнезащите, применяя самые современные технологии. В соответствии с требованием заказчика в качестве огнезащитного покрытия было выбрано покрытие Chartek7.

Схема работы вспучивающегося огнезащитного покрытия Chartek7 представлена на рис. 3, анализ проведен, исходя из нагрева образцов металла без покрытия и с нанесенным покрытием в печи. Толщина покрытия 4–6 мм.

В результате применения разработанной технологии повышается безопасность работающих людей на МЛСП «Приразломная» в случае пожара. Данная технология может применяться на любых объектах, где требуется не только серьезная защита от коррозии, но и от обрушения металлоконструкций в случае пожара.

Особое внимание было обращено на жилой модуль МЛСП «Приразломная» (рис. 4).



Рис. 4. Жилой модуль МЛСП «Приразломная»

Огнезащитное покрытие было нанесено на конструктивные элементы, отвечающие за устойчивость конструкции, и в случае пожара они будут удерживать жилой модуль от обрушения в течение регламентированного времени.

Компания ООО «Мюльхан Морфлот» и ООО «Морфлот-технология» как самые передовые в области нанесения антикоррозийных и огнезащитных покрытий в нашей стране в течение многих лет проводили весь комплекс работ при строительстве МЛСП «Приразломная» с использованием самых передовых технологий, современного оборудования, а также высококвалифицированного персонала. Многолетний опыт работы в этой области позволяет обеспечить высокую безопасность и дать гарантии соблюдения технологического процесса, что является важным фактором соблюдения международных конвенций.

Выводы

Развитие технологий защиты металлоконструкций морских буровых платформ как удаленных объектов добычи углеводородов в шельфовой зоне должно способствовать пожарной безопасности буровых и людей.

При освоении шельфа и строительства морских буровых платформ, пожаробезопасность людей снижает риски для их жизни и затраты на страхование океанотехники.

Применение современных, прогрессивных технологий по огнезащите увеличивает стоимость постройки объектов, но эффективно снижает риски компенсации аварий и катастроф и самое главное – обеспечивают безопасность обслуживающего персонала.

Предприятия, осваивающие эти технологии, должны инвестировать в передовое технологическое оборудование и подготовку кадров, которые должны быть высококвалифицированными. ■

Одним из важных положений Морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 г. является обеспечение безопасности морской деятельности, в том числе безопасности мореплавания. От обеспечения гарантированной безопасности мореплавания в районе расположения объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений Арктического шельфа зависят безопасность людей, сохранность судов и грузов, гидротехнических сооружений, экологическая обстановка [1, 2].

Исходя из концептуальных основ навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) морской деятельности как базовой составляющей единой системы обеспечения безопасности мореплавания, эффективность НГО объектов обустройства и эксплуатации нефтегазовых месторождений во многом определяется качеством планирования, как одной из функций управления, обеспечивающей основу для принятия необходимых управленческих решений. Поскольку результатом процесса планирования НГО является план как детализированная совокупность решений, подлежащих осуществлению, его разработка в документальном виде актуальна для практического аспекта задачи [3].

Анализ отечественной практики планирования морских операций позволяет рассматривать план навигационно-гидрографического обеспечения как структурированный документ, раскрывающий комплекс мероприятий, направленных на создание благоприятной в навигационно-гидрографическом отношении обстановки для обеспечения безопасности строительства и функционирования объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений.

С учетом классификационных признаков план НГО должен быть:

долгосрочным (определяется продолжительностью этапа эксплуатации морского нефтегазового месторождения);

гибким (определяется необходимостью учета изменения исходных данных);

агрегированным (определяется глубиной планирования НГО конкретных объектов с учетом всех этапов жизненного цикла, что предполагает возможность разработки частных планов) [4].

В план НГО целесообразно включать следующие основные разделы:

1. Цель разработки плана НГО.

2. Границы района обеспечения и обеспечиваемые объекты.

3. Выводы из оценки физико-географических, гидрометеорологических и

К ОБОСНОВАНИЮ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ТИПОВОГО ПЛАНА НАВИГАЦИОННО- ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОБУСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА С УЧЕТОМ ЭТАПОВ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

В.Ю. Бахмутов, канд. техн. наук, начальник подразделения,

В.П. Леньков, канд. техн. наук, начальник подразделения,

Е.И. Руденко, старший научный сотрудник, ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 3279924

навигационно-гидрографических условий района обеспечения.

4. Перечень основных мероприятий плана.

5. Основные этапы и сроки выполнения мероприятий по навигационно-гидрографическому обеспечению в рассматриваемом районе.

6. Ресурсное обеспечение плана НГО.

7. Организация управления и связи в районе обеспечения.

8. Особые условия при выполнении мероприятий по навигационно-гидрографическому обеспечению в рассматриваемом районе.

Для графического отображения основных положений плана НГО целесообразна разработка приложения к нему в виде карты навигационно-гидрографической обстановки района обеспечения.

Обоснование требований к содержанию основных разделов опирается на учет следующих критериев (для каждого раздела):

Цель разработки плана НГО. При определении цели следует учитывать, что план НГО разрабатывается для определения состава работ, объ-

ема и требований к мероприятиям по навигационно-гидрографическому обеспечению объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений арктического шельфа с учетом этапов их жизненного цикла.

Границы района обеспечения и обеспечиваемые объекты. При определении границ района обеспечения целесообразно учитывать следующие факторы:

географическое положение морского нефтегазового месторождения;

географическое положение экономической инфраструктуры, используемой при обустройстве и эксплуатации месторождения (порты, судостроение, судоремонт, транспортная система и др.);

расположение маршрута буксировки морского нефтегазопромыслового инженерного сооружения к месту установки на месторождении;

расположение маршрутов транспортировки углеводородов применительно к транспортно-технологической схеме.

К обеспечиваемым объектам относятся:

морские нефтегазопромысловые инженерные сооружения, а также

средства их транспортировки и установки (буксиры, суда подводно-технических работ и т.п.);

средства транспортировки углеводородов (челночные танкеры ледового класса, танкеры-накопители, линейные танкеры и т.п.);

средства снабжения морских нефтегазопромысловых инженерных сооружений и обеспечения транспортировки углеводородов (суда снабжения, ледоколы и т.п.).

Выводы из оценки физико-географических, гидрометеорологических и навигационно-гидрографических условий района обеспечения. Содержанием оценки физико-географических условий района обеспечения является результат анализа следующих основных элементов:

размеры и характер района обеспечения;

характер побережья;

международно-правовой режим района обеспечения;

приморские экономические районы, их производственные возможности для строительства, ремонта, снабжения и эксплуатации обеспечиваемых объектов.

Содержанием оценки гидрометеорологических условий района обеспечения является результат анализа следующих основных элементов:

температура и влажность воздуха; ветер, облачность, осадки, видимость;

температура и соленость воды;

волнение;

течения;

ледовый режим.

Содержанием оценки навигационно-гидрографических условий района обеспечения является результат анализа следующих основных элементов:

глубина моря;

рельеф и грунт морского дна;

средства навигационного оборудования;

изученность района обеспечения, его обеспеченность картографическими материалами;

режим плавания;

система обеспечения оперативной навигационной и гидрометеорологической информацией.

Результаты последовательной оценки отдельных элементов обстановки в районе позволяют сделать как частные, так и общие выводы об их комплексном влиянии на возможности эксплуатации объектов обеспечения, а также выработать рекомендации по учету и использованию физико-географических, гидрометеорологических и навигационно-гидрографических условий района для принятия управленческих решений

проектного или эксплуатационного характера.

Перечень основных мероприятий

Плана. Планирование основных мероприятий НГО осуществляется на основе уяснения цели разработки плана, а также выводов из оценки физико-географических, гидрометеорологических и навигационно-гидрографических условий района обеспечения.

При этом перечнем основных мероприятий целесообразно предусмотреть:

организацию функционирования средств навигационного оборудования района обеспечения;

организацию функционирования служб управления движением судов и береговой системы наблюдения района обеспечения;

лоцманское обеспечение;

обеспечение объектов оперативной навигационной и гидрометеорологической информацией, картографическими и корректурными материалами;

обеспечение объектов морскими средствами навигации, средствами навигационного и гидрометеорологического оборудования.

В случае необходимости перечнем должны быть предусмотрены мероприятия по проектированию путей движения судов, развертыванию дополнительных средств навигационного оборудования и т.д.

Основные этапы и сроки выполнения мероприятий по навигационно-гидрографическому обеспечению в рассматриваемом районе тесно взаимосвязаны с этапами жизненного цикла морского нефтегазового месторождения и их продолжительностью.

При разработке плана НГО целесообразно ориентироваться на этап эксплуатации морского нефтегазового месторождения, как наиболее долговременного, а план навигационно-гидрографического обеспечения этапа обустройства, в силу своей специфики и объема работ – выделить в частный план.

Каждый из этапов должен включать в себя выполнение соответствующих мероприятий НГО.

Ресурсное обеспечение плана. Как правило, в качестве ресурсного обеспечения рассматриваются государственные организации и (или) их подразделения, располагающие соответствующими материальными и техническими средствами (гидрографические суда, средства навигационного оборудования, морские средства навигации, картографические материалы и т.д.) для выполнения мероприятий навигационно-гидрографического обеспечения.

При определении ресурсного обеспечения плана следует учитывать, что в настоящее время в арктическом ре-

гионе РФ этим требованиям удовлетворяют также федеральные органы исполнительной власти и их подразделения, как Министерства обороны РФ; транспорта РФ; природных ресурсов и экологии РФ.

При этом общие мероприятия по навигационно-гидрографическому обеспечению выполняются подразделениями федеральных органов исполнительной власти на бюджетной основе, а специализированные – на договорной.

Организация управления и связи в районе обеспечения. Выполнение организационных и координационных мероприятий по НГО объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений целесообразно возложить на оператора проекта (организацию, создаваемую для реализации проекта освоения нефтегазового месторождения и осуществляющую текущую хозяйственную деятельность).

При этом предусматривается выполнение оператором проекта следующих основных задач:

1. Взаимодействие с подразделениями федеральных органов исполнительной власти и координация их деятельности с целью:

организации функционирования и использования средств навигационного оборудования;

организации функционирования и использования служб управления движением судов (СУДС) и береговой системы наблюдения (БСН);

изменения режима плавания в связи с разработкой путей движения судов и морских районов;

лоцманского обеспечения;

обеспечения объектов картографическими и корректурными материалами;

обеспечения объектов техническими средствами навигации, гидрометеорологии и их ремонта;

организации обеспечения объектов оперативной навигационной и общей (специализированной) гидрометеорологической информацией.

2. Анализ навигационно-гидрографической обстановки в районе обеспечения, прогнозирование и планирование использования судов, диспетчерское управление движением судов.

Организацией связи рационально предусмотреть:

поддержание двусторонней связи объектов с береговым пунктом управления (диспетчерским пунктом);

поддержание двусторонней связи объектов с постами технического наблюдения БСН и СУДС портов в зоне их действия;

поддержание двусторонней связи с объектами других ведомств;

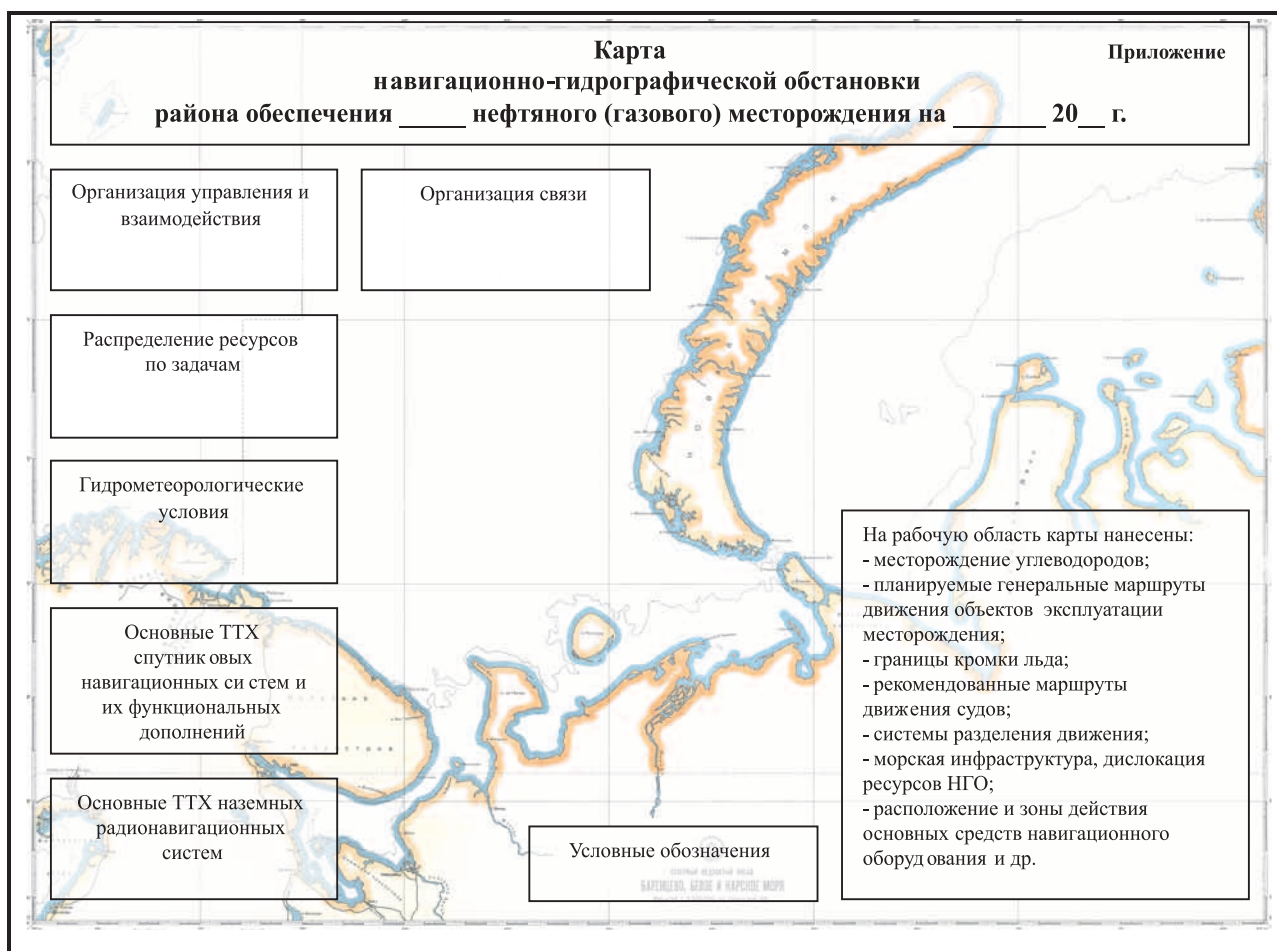


Рис. 1. Карта навигационно-гидрографической обстановки (вариант)

прием оперативной навигационной и гидрометеорологической информации.

Особые условия при выполнении мероприятий по навигационно-гидрографическому обеспечению в арктических морях целесообразно считать наличие ледового покрова на протяжении большей части времени года, недостаточно развитую инфраструктуру НГО и т.п.

Наличие ледового покрова определяет сезонность судоходства, ограничивает и затрудняет надводное плавание, что, в свою очередь, оказывает влияние на навигационную безопасность плавания. В этих условиях очевидна необходимость и целесообразность использования ледокольного обеспечения плавания судов.

При планировании мероприятий ледокольного обеспечения следует учитывать, что в настоящее время необходимыми ресурсами для их выполнения располагают следующие федеральные органы исполнительной власти и их подразделения: Государственная корпорация по атомной энер-

гии «Росатом»; Министерство транспорта РФ.

Карта навигационно-гидрографической обстановки (приложение к Плану НГО). Объем, характер и содержание информации, наносимой на карте навигационно-гидрографической обстановки, зависят от задач обеспечения и условий конкретных районов. Эта информация должна позволять произвести оценку влияния навигационно-гидрографической обстановки на использование и безопасность объектов обустройства и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Вариант исполнения карты навигационно-гидрографической обстановки показан на рис.1.

Планирование навигационно-гидрографического обеспечения жизненного цикла нефтегазовых месторождений обеспечивает своевременность и эффективность принятия управленческих решений, устанавливает четкую цель и ясный способ ее реализации. А единый подход к разработке структуры и содержания плана НГО,

как результата процесса планирования, позволяет устранить неоднозначность трактовки состава работ, объема и требований к мероприятиям по навигационно-гидрографическому обеспечению жизненного цикла нефтегазовых месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года// Красная звезда. – 2001. – 23.08.
2. Алексеев С.П., Герасимов В.М., Добротворский А.Н., Дерцакян А.К. Пути решения проблемы навигационного обеспечения освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе//Навигация и гидрография. –1997. – № 4.
3. Морозова Т.Г., Пулькин А.В. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М.:Юнити-ДИАНА, 2001.
4. Черныш Е.А., Молчанова С.В. Прогнозирование и планирование. – М.: Наука, 2001. ■



ЦИФРОВАЯ ВЕРФЬ «РТС» («ПиТиСи»): ЧАСТЬ 2*

Г.Г. Чернобыль, главный бизнес-консультант,
руководитель сервисного направления «РТС» в России и СНГ,
контакт. тел. +7 985 9228407

Подразделение «Electric Boat» компании «General Dynamics» является основным разработчиком ударной АПЛ тип «Вирджиния» (Fast Attack Submarine - SSN VIRGINIA Class). В настоящее время семь АПЛ этого типа находятся на этапе строительства.



Основные технические характеристики АПЛ

Длина, м.....	114.91
Водоизмещение, т.....	7800
Скорость, уз.....	25+;
Командный состав / личный состав, чел.....	14 / 104

Впервые за долгие годы командование военно-морских систем ВМС США (NAVAL Sea Systems Command) всерьез задумалось о снижении затрат на этапах проектирования и строительства без ущерба основным характеристикам. Основная задача АПЛ «Вирджиния» – это использование технологии «стелс», которая уже применяется на АПЛ «Си Вулф» (SEAWOLF Class), но с более улучшенными дополнительными характеристиками и за меньшую стоимость. Из всего набора новых требований к проекту стоит отметить применение:

- в том же объеме технологии «стелс», что и на АПЛ «Си Вулф»;

- (с учетом адаптации) АПЛ для решения различных задач;
- подходов с возможностью обновления в будущем.

Для выполнения поставленных задач инженерные, конструкторские и строительные подразделения «Electric Boat» совместно с командованием военно-морских систем ВМС США широко применяли при разработке и строительстве АПЛ современные подходы и программные средства автоматизации.

Конструкция корпуса АПЛ была разработана таким образом, что включала в себя интегрированные конструктивные блоки, которые соответствуют стандартному по ширине оборудованию. Это было крайне важно для облегчения установки, ремонта и модернизации систем корабля. Кроме того, на АПЛ впервые применена изолированная, модульная структура палуб – каждая из них была спроектирована по принципу так называемых «черных ящиков». Например, командный центр устанавливается как отдельный единый модуль, закрепленный на снабженных подушками крепежных местах. Системы управления АПЛ оснащены компьютерными «touch screen», т.е. управление осуществляется с монитора прикосновениями руки к изображенным на экране кнопкам, меню и т.д. – ВМК, управление погружением производится с помощью четырехкнопочного двухкоординатного джойстика.

Уровень шумности АПЛ класса «Вирджиния» будет равен уровню АПЛ «Си Вулф», и более низок по сравнению с Российскими АПЛ 4-го поколения. Для достижения этого уровня АПЛ «Вирджиния» соединяет в себе новые

глушащие покрытия, систему изолированных палуб и новую конструкцию энергетической установки. Как результат, удалось снизить:

- сроки строительства с 84 до 60 мес.;
- стоимость по каждой единице на 400 млн. долл. (с 2.4 млрд. долл. до 2.0 млрд. долл.)

Для управления всеми данными по программе «VIRGINIA» компания «General Dynamics» выбрала инновационные интегрированные решения компании «РТС» («ПиТиСи»), что позволило успешно реализовать все поставленные перед программой задачи и добиться таких результатов по каждой подлодке.

Компания «General Dynamics» (включая подразделение «Electric Boat») наряду с другими крупнейшими мировыми верфями и КБ является многолетним, стратегическим заказчиком корпорации «РТС» («ПиТиСи»).

Инновационные, интегрированные решения компании «РТС» («ПиТиСи») состоят из различных модулей, объединенных одним единым решением – «Цифровая верфь». В предыдущем номере журнала «Морской Вестник» было дано краткое описание решения «РТС» («ПиТиСи») «Цифровая верфь». Чтобы не повторяться и не тратить время на повторение мы не будем касаться этого в настоящей статье, а лишь упомянем главное. Решение «РТС» («ПиТиСи») «Цифровая верфь» – это набор современных бизнес-подходов и отработанных технических инструментов. Решение готово к применению на российских судостроительных заводах, действовавших как по гражданской, так и по военной тематике. Для решения же задач конструкторского бюро в арсенале



* Начало см. в журнале «Морской вестник», 2010, № 1(33).



Стратегические заказчики «РТС» («ПиТиСи») в мире

«РТС» («ПиТиСи») имеет решение «Инновационное бюро», фокус которого направлен на повышение экспертизы КБ в области проектирования, управление инженерными данными и обеспечение взаимодействия КБ–верфь. Кроме того, к решению «Цифровая верфь» есть дополнение «Цифровая судоремонтная верфь», в котором решаются задачи ремонта различных типов судов. При этом все задачи по ремонту четко разбиты на пять классов (А,В,С,Д,Е), каждый из которых решает свои узкоспециализированные задачи, а именно:

- А – межпоходовой ремонт;
- В – плановый ремонт;
- С – капитальный ремонт класса I;
- Д – утилизация;
- Е – капитальный ремонт класса II.

Для каждого класса формируется надлежащий объем работ (типовые дефектовочные акты), так называемые пакеты по судоремонту с фиксированными трудозатратами и длительностью. Но об этом чуть позже.

В настоящее время различные модули решения «Цифровая верфь» внедряются на трех российских верфях входящих в

состав «Объединенной судостроительной корпорации» («ОСК»).

СПРОС РОЖДАЕТ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

В последнее время все больше судостроительных заводов и КБ в России всерьез задумалось об автоматизации конструкторской и технологической

подготовки производства, а также управления самим производством. В обиход вошли такие слова, как комплексная и единая система. В этот же момент как грибы после дождя, на рынке появилось множество российских компаний – разработчиков программных продуктов предлагаемых комплексные и единые системы.

Существуют примеры таких компаний, где разработчиков чуть больше 30 человек, готовых за «небольшие» деньги разработать все, что нужно верфи или КБ. Эти компании выпускают красивые буклеты и рекламные материалы, которые с легкостью могут сбить с толку не только новичков в области информационных технологий, но и опытных профессионалов своего дела. Как результат – полная неразбериха и путаница в терминологии, а также в позиционировании различных систем PLM и ERP*. Пропустив обсуждения правильных и неправильных подходов, посмотрим на подход предлагаемый компанией «РТС» («ПиТиСи»).

С технической стороны решения «РТС» («ПиТиСи») – это единое ин-



Решение «РТС» («ПиТиСи») «Цифровая верфь»



Решения «РТС» («ПиТиСи») – сплав современных бизнес-подходов и отработанных технических инструментов

формационное пространство, способствующее достижению одной цели – построение качественно, в срок и с минимальными издержками. Под единым информационным пространством понимается не одна программа (ПО), а комплекс программно-аппаратных средств, оптимальным образом интегрированных между собой. Например, в состав решения входит интегрированное ПО компании «SAP», которое выполняет все функции, связанные с управлением ресурсами судостроительного предприятия (функции ERP), а именно: персоналом; финансами; производством; материально-техническим снабжением.

* PLM (Product Lifecycle Management) – Управление жизненным циклом изделия/заказа.

ERP (Enterprise Resource Planning) – Управление ресурсами предприятия.

Хочется упомянуть, что решение задач, связанных с управлением производством, возможно только при наличии данных, которыми и следует в дальнейшем управлять. В их числе данные по конструкторско-технологической подготовке производства; они создаются, хранятся и управляются в PLM системе Windchill. Как показывает практика, не имея этих данных, управлять производством не представляется возможным.

Безусловно, не имея никаких данных в электронном виде от разработчика рабочей документации, работать крайне сложно, особенно если мы говорим о максимальном насыщении. Обмен данными на основе транспортных массивов для российского судпрома – это действительно настоящий прорыв. Способствует ли это решению всех задач, стоящих перед заводом-строителем, вопрос хороший.

УЛУЧШЕННАЯ ОБРАБОТКА ФАЙЛОВ ТРАНСПОРТНОГО МАССИВА

Под улучшенной обработкой файлов транспортного массива понимается получение данных на основе заранее созданного укрупненного представления. Последнее создается на основе графика поставки РКД от проектанта. Подобный подход применяется при проектировании и строительстве спутников. В качестве основных достоинств метода хочется выделить следующее:

- четкий контроль поступления документации от проектанта;
- возможность к выполнению расщепки в электронном виде не дожидаясь поступления РКД в бумажном виде;
- легкость в отслеживании изменений в документации.

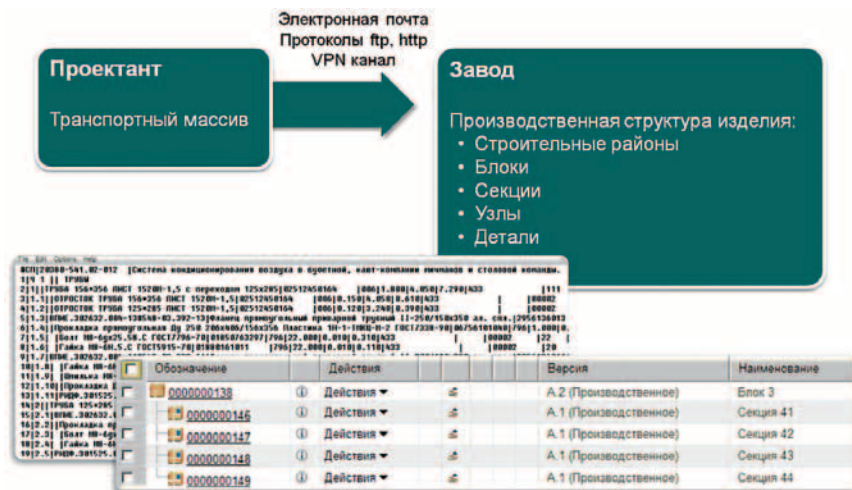


Позиционирование систем ERP и PLM в решении «Цифровая верфь»

Если сравнить, в машиностроении подготовка производства в двух из пяти компаний отдается на откуп ERP системе, то для судостроения к это соотношение не подходит. Здесь подготовка производства выполняется в PLM системе практически в четырех из пяти верфей. Как правило, это зависит от характера взаимодействия с проектантом: чем больше согласований и изменений на этапе рабочего проекта, тем правильнее (и легче) выполнять подготовку производства в PLM системе, где и проводятся процедуры согласования и изменения РКД.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КБ–ВЕРФЬ–ПОСТАВЩИКИ

Совместную территориально распределенную работу судостроительного предприятия организовать непросто в любой стране, ведь используемые в настоящее время процессы проектирования и постройки судов весьма сложны, да и принцип взаимодействия с проектантом организован не лучшим образом, последнее особенно характерно для России. Это становится особенно очевидно, когда в разработку судна с целью сокращения сроков строительства включается все больше подразделений верфи, например, для решения задач максимального насыщения секций. В настоящее время автоматизация взаимодействия между КБ и заводом-строителем ограничивается (как максимум) обменом файлами транспортного массива, да и то не со всеми проектантами. Транспортные массивы представляют собой линейные списки ведомостей и спецификаций, не имеющие перекрестных ссылок дополнительной бинарной информации (например, моделей, чертежей, дополнительных атрибутов и атрибутов связей).



Обработка транспортного массива в рамках решения «РТС» («ПиТиСи») «Цифровая верфь»

Давайте посмотрим на западный опыт. В состав завода-строителя, как правило, входит довольно большое по численности конструкторское бюро (до 2500 – 3000 чел.). Обмен данными начинается с самого начала проекта, а не как у нас, когда готов технический проект и выбран завод-строитель. Обмен данными выполняется на основе целых представлений (структур со всей актуальной информацией) и в режиме реального времени. В России такая схема работы/взаимодействия невыполнима на практике (разные юридические лица и обеспечение задач безопасности информации).

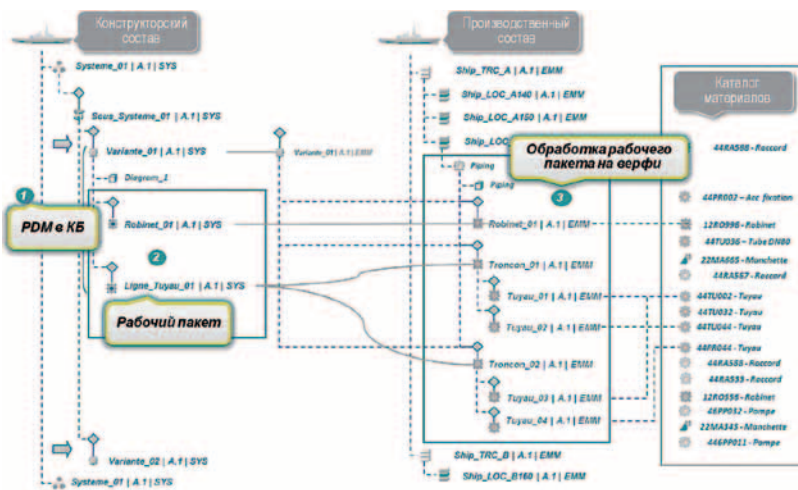
Для улучшения взаимодействия КБ–верфь, учитывая нелегкую специфику российского судпрома можно рассмотреть два варианта улучшения взаимодействия:

- обработка файлов транспортного массива на основе план-графика поставки РКД;
- обмен данными на основе рабочих пакетов.

ОБМЕН ДАННЫМИ НА ОСНОВЕ РАБОЧИХ ПАКЕТОВ

Эксперты российского подразделения «РТС» («ПиТиСи») помимо взаимодействия на основе файлов транспортного массива предлагают своим заказчикам более продвинутый способ взаимодействия, основанный на обмене рабочими пакетами. В состав каждого рабочего пакета входит конечное представление, например, блок, секция или их наборы в древовидном виде с перекрестными ссылками и бинарными файлами (модели, чертежи, расчеты и т.д.). Подобный подход используется в Китае при обмене данными между институтами-разработчиками и заводами-строителями.

Безусловно, если к работам по улучшению взаимодействия в системе КБ–верфь добавить ряд мероприятий по описанию технологических классов, в которые должны попадать все детали и сборочные единицы, задачи по сокращению этапа строительства становятся вполне разрешимыми.



Пример взаимодействия на основе рабочих пакетов в рамках решения «РТС» («ПиТиСи») «Цифровая верфи»

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Сегодня изменения в документации (технической и рабочей) происходят почти круглосуточно. Иногда возникает ситуация, когда каждый документ, входящий в состав РКД, отправляется обратно проектанту минимум два раза, и это притом, что проектант использует «прототип» при разработке рабочего проекта. Приходит такое ощущение, что мы едим свой хвост – документация поступает, проверяется, начинается подготовка производства, а документация продолжает изменяться.

Изменения носят как локальный, так и глобальный характер, и характеризуются повышенной сложностью, поэтому они порождают потребность в четко определенных, упорядоченных процессах, позволяющих управлять изменениями. К сожалению, строителям и проектантам нелегко получить точную и правильную документацию (строителям от проектантов, проектантам от поставщиков), касающуюся изменений, в том числе перечень предлагаемых вариантов, информацию о влиянии переделок и полный хронологический список всех модификаций, в результате чего судостроители вновь и вновь допускают ошибки. Кроме того, трудности связанные с синхронизацией инженерных и производственных ведомостей материалов, сопоставлением данных из разных областей и своевременным оповещением об изменениях, непосредственно ведут к ухудшению качества и росту затрат.

Эффективный процесс управления изменениями позволит верфи:

- снизить непроизводительные затраты;
- снизить количество незавершенного производства за счет предоставления возможности планировать проведение изменений;

- сократить количество простоев, вызванных неполнотой документации об изменениях.

Два важных взаимосвязанных вопроса, которые нередко упускают из виду при совместной работе над проектами (особенно по военной тематике) и управлении изменениями. Во-первых, сбор и контроль требований и во-вторых, целесообразность дальнейшего повторного использования компонентов при выполнении этих требований. Сплошь и рядом верфи прилагают сверхусилия, чтобы получить контракт, а затем вынуждены отправлять в корзину первоначальный вариант проекта лишь потому, что управление им не велось в соответствии с пожеланиями заказчика таким образом, чтобы после изменения требований обеспечить повторное использование компонентов. От этого возникает уникальность на уровне серии – каждый корабль уникален. Подобная ситуация была 5–10 лет назад в ряде других стран, и ключ к решению данной проблемы был найден при более детальном и тщательном подходе к управлению требованиями, особенно к их изменениям.

Сбор требований и управление ими заключаются в выявлении и упорядочении пожеланий заказчика, подготовке технических спецификаций и проверке их выполнения в ходе проектирования и строительства заказа. Нередко для ведения списка требований используют файлы Microsoft Word или Excel в отрыве от проектных данных и без непосредственной связи с проектно-конструкторскими службами. Устаревшие способы хранения данных ведут к тому, что партнеры плохо осведомлены о требованиях, проект невозможно проверить на соответствие им, а их связь с полученным решением трудно проследить. Все это провоциру-

ет неэффективное принятие решений при оценке изменений и затруднения при реализации стратегии повторного использования компонентов. Необходимо управлять требованиями комплексно, вместе с данными об изделии, добиваясь соответствия требований и тех проектных данных, которые описывают их реализацию.

Применение подобного подхода позволит заметно сократить количество изменений на этапе рабочего проекта тем самым позволит более эффективно подготовить производство. Например, в настоящее время судостроители пассажирских судов сталкиваются с большим количеством нормативных положений и директив в области отказобезопасности (FTA, FMEA) и охраны окружающей среды, в том числе действующих в странах ЕС (RoHS, WEEE, REACH, EuP). Указанные директивы могут глубоко повлиять на методы разработки судов. В частности, требуются новые возможности, такие как мониторинг присутствия опасных материалов в используемых компонентах, проектирование изделий с учетом их дальнейшей утилизации и выбор компонентов, соответствующих стандартам, для применения в проектах. Необходимость соблюдения нормативных положений может воздействовать на широкий спектр бизнес-процессов – от проектирования и технической поддержки до вывода изделия из эксплуатации. Это сказывается также на затратах и сроках готовности заказа.

И проектанты, и верфи нуждаются в комплексном представлении наиболее актуальной информации, что позволит им принимать правильные, обоснованные решения. Системы, обеспечивающие выполнение стандартов, должны осуществлять «интеллектуальный» выбор компонентов так, чтобы эти стандарты соблюдались с самого начала процесса проектирования. Кроме того, пользователи должны иметь возможность с помощью любого решения документально подтверждать, что не только готовое судно, но и весь процесс его разработки соответствует стандартам. Для этого нередко нужна подробная документация, переведенная на разные языки и представленная в различных форматах, причем она должна быть готова по первому требованию контролирующих органов.

«BAE Systems», ведомство по снабжению министерства обороны Великобритании, а также поставщики и BMC Великобритании работают в среде Shared Data Environment (SDE) с целью проектирования и постройки эсминцев нового поколения (серия 45).



Среда SDE разработана для безопасного обмена данными и сотрудничества между генеральным подрядчиком, заказчиками и партнерами в рамках расширенного предприятия по выпуску серии 45. Это одна из первых сред, поддерживающих новые протоколы совместной работы, определенные в программе закупок SMART министерства обороны Великобритании.

К SDE предъявлялись сложные, многообразные требования. Проблемы, возникавшие в предыдущих проектах (например, в связи с точностью данных и управлением конфигурацией), приводили к дополнительным расходам и задержкам при попытке достичь хотя бы начального уровня системной интеграции.

С учетом накопленного опыта среда SDE разрабатывалась таким образом, чтобы с ее помощью можно было решать многие задачи, освещенные в статье ранее, в том числе:

- Обеспечивать безопасный контроль и обмен данными.
- Поддерживать управляемую совместную работу генподрядчика, министерства обороны и ВМС Великобритании.
- Предоставлять доступ к данным и совместному использованию информации в реальном масштабе времени.
- Поддерживать рабочие процессы для своевременного предоставления нужных данных определенным исполнителям.

- Предоставлять развитые средства визуализации на каждом рабочем месте, чтобы упростить понимание информации.

- Предусматривать возможность управления информацией в течение всей жизни изделия (Through Life Information Management, TLIM) в среде SDE, как того требует министерство обороны Великобритании в рамках программы Contractor Integrated Technical Information Service (CITIS).

- Использовать серийно выпускаемые коммерческие приложения (Commercially Off The Shelf, COTS).

- Обеспечивать интеграцию различных приложений в рамках организации.

Два из восьми судов, «Daring» и «Dauntless», уже спущены на воду, а третье находится на стапеле. Для управления всеми данными по программе Destroyer Type 45 компания «BAE Systems» выбрала инновационные, интегрированные решения компании «PTC» («ПиТиСи»), что позволило успешно реализовать все поставленные перед программой задачи и добиться сокращения срока строительства и снижения затрат.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ/ ПРОЕКТОМ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА И КОНТРОЛЯ

Сегодня практически невозможно представить выполнение сложного проекта без каких-либо систем планирования, управленческого контроля и последующего учета. В связи с этим хочется выделить область управления программой/проектом или управления реализацией заказа (имеется в виду управление процессом в целом, от получения заказа и маркетинга до сдачи заказчику). Как правило, эту функцию

влиях «Цифровая верфь» и «Инновационное бюро».

В качестве примера реализации подобного подхода стоит выделить Китайский судостроительный научно-исследовательский и проектно-конструкторский центр (China Ship Research and Design Centre, CSDC), который был основан в 1961 г. В настоящее время центр является важным научным подразделением судостроительной корпорации «CSHC». CSDC — один из ключевых научно-исследовательских оборонных институтов КНР, отвечающий за проектирование, исследования и разработки в области судостроения. За более чем 40 лет своей деятельности центр спроектировал тысячи судов для заказчиков из Китая и других стран, причем многие из этих проектов были новаторскими.

Для управления программами/проектами по проектированию в центре широко применяются технологии PLM. CSDC использует программное обеспечение «PTC» («ПиТиСи») Windchill для централизованного хранения всех проектных данных и упрощения доступа к ним со стороны персонала всех уровней. Такой доступ позволяет значительно увеличить повторное использование данных проекта во время разработки модели судна.

В результате можно автоматически отслеживать ход проектных работ. Благодаря тесной интеграции с другой системой проектирования судов, основанной на программном обеспечении PTC («ПиТиСи») CADD5® 5, в центре CSDC удалось добиться эффективного сочетания 3D-проектирования и управления планированием проектов.

После внедрения единой информационной среды «PTC» («ПиТиСи») Windchill центр достиг существенного



Система принятия управленческих решений – модуль «Цифровой верфи»

- Управлять конфигурацией изделия в течение всех этапов его жизненного цикла, от концепции до вывода из эксплуатации.

реализуют в PLM системе. Особое распространение получила система принятия управленческих решений, которая в полном объеме присутствует в реше-

улучшения ключевых показателей работы своего научно-исследовательского подразделения. ■

Продолжение следует

Для улучшения характеристик судов используется метод формальной оптимизации. В общем случае рассматривается уже существующее судно, которое эксплуатируется в режиме пониженной скорости («слоу-стиминг») по причине слишком высоких цен на топливо. Реконструкция бульба может рассматриваться как типичная инвестиционная опция, где потенциальная экономия должна компенсировать первоначальные капвложения. Потенциальная экономия оценивается для двух случаев: изменения (реконструкции) только бульбообразной носовой оконечности и модификации (модернизации) всей носовой оконечности корпуса судна. Для параметрического анализа формы при формальной оптимизации используется программная оболочка FRIENDSHIP, для расчета гидростатики – FS-Equilibrium, в качестве инструмента оценки волнового сопротивления потока – FS-Flow и для формальной оптимизации, включающей как детерминированные, так и стохастические одно- или многокритериальные алгоритмы – FS-Optimizer. Потенциал исходной геометрии представляется незначительным для проектной скорости, но вполне подходит для улучшений (2%) в режиме «слоу-стиминга». Более существенные улучшения грузоподъемности судна (до 4%) при постоянной скорости или обеспечение экономии топлива реальные, если возможна модификация носовой оконечности корпуса судна. При условии, что реконструкция бульбообразной носовой оконечности производится во время плановой постановки судна в док, предполагаемый период окупаемости капвложений составляет менее двух лет.

1. ВВЕДЕНИЕ

Цены на топливо в 2008 г. выросли до уровня более 700 долл. США за тонну тяжелого топлива (HFO), что примерно в три раза превышает довольно низкий уровень цен 90-х гг. Кроме того, рост общественного сознания, с одной стороны, и политического давления, с другой, повлекли за собой создание ограничительного законодательства, направленного на сокращение вредных выбросов в атмосферу, в особенности CO_2 . Ожидается, что, начиная с 2012 г., ИМО должна ввести для судов нормирование выбросов CO_2 (диоксид углерода), таким образом повысив стимул к сокращению потребления топлива. Мировой финансовый кризис осенью 2008 г. временно привел к значительному снижению цен на топливо (с 700 долл. США в августе 2008 до 350 долл. США в октябре 2008, за тонну HFO), однако, согласно долгосрочным прогнозам, цены на топливо, включая затраты на ограничение

ОПТИМИЗАЦИЯ БУЛЬБООБРАЗНОЙ НОСОВОЙ ОКОНЕЧНОСТИ В РЕЖИМЕ «СЛОУ-СТИМИНГА»

Карстен Хоххирх, «FutureShip», Потсдам,
Фолькер Бертрам, «Germanischer Lloyd», Гамбург, Германия,
контакт. тел. (812) 3468277

выбросов CO_2 , должны возрасти с 500 до 1000 долл. США.

Для сокращения потребления топлива на судах (и, таким образом, вредных выбросов в атмосферу) существует несколько рычагов воздействия [Bertram и др., 2009]. Одним из них, причем наиболее значимым, является оптимизация обводов корпуса судна, в частности, бульбообразной носовой оконечности. Эта процедура, как нельзя более успешно реализующаяся на этапе проектирования, достаточно привлекательна и как опция реконструкции, особенно если судно эксплуатируется на значительно более низких скоростях, чем это было изначально предусмотрено проектом. Такой «слоу-стиминг», например, на скорости, составляющей 70% проектной, часто использовался судовыми компаниями для судов как реакция на высокие цены на топливо. Однако судно, двигатель и гребной винт эксплуатируются при этом в непредусмотренных проектом условиях, что открывает возможности для новой оптимизации на малых скоростях.

2. ПРЕДЫДУЩИЕ РЕЛЕВАНТНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Параметрическое проектирование судна. Параметрическое проектирование корпуса судна уже на протяжении десятилетий является мощным средством моделирования. Вместо описания характеристик корпуса судна посредством обширной сетки, состоящей из линий и узлов и требующей множества ручных операций, в параметрическом моделировании используются так называемые дескрипторы высокого уровня, которые описывают характерные особенности формы, например, для секций, с помощью продольного распределения. Мы отдаем при этом предпочтение методу B-сплайнов как кривым с выбранными свойствами. Эти свойства могут быть описаны в прямых, дифференциальных или даже интегральных представлениях. Положение узлов результирующего сплайна выбирается автоматически с тем, чтобы обеспечить оптимальное распределение требуемых характеристик.

Типичным примером здесь является секционированная область носовой оконечности, где значение интеграла определяет требуемую плавучесть судна. Прямые параметры следуют из геометрии основной секции, для локализации которой требуется введение дифференциальных параметров (нулевой уклон). Генерация подобных «мета-кривых» выполняется таким образом, чтобы позднее можно было ввести дополнительные ограничения, в то время как недостающая информация определяется автоматически в ходе внутренней оптимизации, главной задачей которой является максимизация функции полезности [Harriss, 1999].

Наряду с полным параметрическим описанием (ППО) контуров носовой оконечности была разработана комплементарная методика (частичное параметрическое моделирование, или ЧПМ), которая работает непосредственно в рамках базового проекта и обеспечивает более эффективное формирование геометрии модели. Локальные модификации базовой формы определяются здесь путем применения масштабирования, сдвига и других операций подобного рода.

2.2. Оптимизация носовой оконечности судна. Задачу автоматической оптимизации легко можно сформулировать на основании параметрической модели геометрии судна, где параметры рассматриваются как свободные переменные и выбирается подходящая целевая функция. Обычно целевая функция – это сопротивление или номинальная сила упора на проектной скорости. Однако в зависимости от конкретного типа проекта с учетом ряда условий могут быть привлечены различные целевые функции, например, критерий эффективности.

Для максимально эффективного использования этой методики все процессы отработки формы носовой оконечности, проведения анализа и оценки значения целевой функции должны определяться полностью автоматически, обеспечивая расчеты с максимальным распараллеливанием на современных высокопроизводительных вычислительных кластерах,

управляемых подходящими инструментами оптимизации. Для ознакомления с примерами успешного приложения этой методики см. Dudson and Harries (2005), Hutchison and Hochkirch (2007), Harries и др. (2007).

3. ОБОЛОЧКИ И ИНСТРУМЕНТЫ

В настоящее время имеется ряд инструментов (tools), предназначенных для решения отдельной задачи оптимизации такого рода. Однако, если весь цикл проектирования должен функционировать без вмешательства пользователя, то для «плавной» последовательности оптимизации необходимо обеспечить интерфейс между различными задачами (такими, как симуляторы геометрии и инструменты гидродинамического моделирования – CFD). Ниже рассмотрены инструменты представленной оптимизации.

3.1. FRIENDSHIP. Эта оболочка является уникальной системой автоматизации инженерных расчетов (CAE), включающей геометрическое моделирование, моделирование, систематическую вариацию и формальную оптимизацию для проектирования судов и турбомашин, [Abt and Harries, 2007]. Используемая в системе платформа с параметрической ориентацией обеспечивает удобное моделирование сложной геометрии (например, носовой оконечности судна или гребного винта) путем выбора дескрипторов высокого уровня для описания формы. Типичный рабочий сценарий заключается в моделировании продольных характеристик секций с оптимизацией B-сплайн кривых по критерию полезности.

3.2. FS-Equilibrium. Оболочка FS-Equilibrium – это автоматизированная система анализа уравновешенного состояния плавающих тел с шестью степенями свободы. Типичным применением системы являются все разновидности гидростатического анализа, моделирование маневрирования и прогноз проходности судов и яхт. Благодаря модульной структуре, программа легко адаптируется к решению конкретных задач проектирования. Для опционального моделирования сил, задаваемых пользователем, имеется интерфейс прикладного программирования (API). В рассматриваемой задаче была использована лишь небольшая часть функциональных возможностей мониторинга изменений гидростатики, связанных с изменениями геометрии бульбы и носовой оконечности судна.

3.3. FS-Flow. Цель подобного рода проектирования состояла в оценке волнового сопротивления носовой оконечности при заданной скорости. Панельные модули Rankine, учитывающие нелинейные граничные условия для свободной поверхности – это стандарт-

ный инструмент выбора при формировании волн и поддержке проектирования носовой оконечности судна, [Bertram, 2000]. Применяемая в компании оболочка FS-Flow имеет специальный интерфейс для подключения других рассматриваемых инструментов и использует панельное представление носовой оконечности (включая несущие поверхности в случае их применения) с фрагментом свободной водной поверхности. Интенсивность источника регулируется на каждой панели, чтобы удовлетворить различным условиям, каковыми являются: стандартная составляющая скорости для носовой оконечности, а также кинематические и динамические граничные условия для водной поверхности. Несущие поверхности, такие как киль, руль и рули успокоителей качки, например, на парусных яхтах, которые в дополнение к панельным источникам выполняют также функцию дипольного распределения, усиливая действие условия Кутта на срезе. Вычисления для динамического позиционирования плавучего положения судна и формирования волн имеют итеративную природу. После каждого шага итерации выполняется обновление геометрии свободной поверхности; одновременно корректируются параметры осадки, крена, дифферента и упора гребного винта судна. Считается, что итерационный процесс завершился успешно, если сбалансированы все силы и моменты и удовлетворены все граничные условия. После определения интенсивности источников воздействия могут быть рассчитаны давление и скорость в каждой точке поля потока. Волновое сопротивление может вычисляться путем интегрирования давления по смачиваемой поверхности носовой оконечности или определяться в ходе анализа волнового среза, [Heimann и др., 2008].

Используемый подход основан на теории безвихревого потока. Поэтому эффекты вязкости, например, в результате завихрений в районе кормы, не могут быть смоделированы корректно. Однако на этапах оптимизации носовой оконечности чаще всего ограничиваются рассмотрением той ее области, где безвихревой поток хорошо аппроксимирует реальные условия, за исключением мощной ударной волны. В общем случае при более высоких скоростях волновые модели в носовой и кормовой оконечностях судна существенно связаны друг с другом, и для волновой модели судна в целом требуется корректное отображение. Если в результате оптимизации форма кормовой оконечности не изменится, то воздействие вариаций носовой оконечности судна на генерацию волн может быть точно прослежено, даже с учетом того, что качество прогноза кормовых волн следует оценивать доста-

точно осторожно. Общее сопротивление может прогнозироваться из симулирования CFD на основе компонентов невязкого сопротивления и оценки вязких компонентов, или по методу ИТТС, [см. например, Bertram, 2000], способному опционально исходить из локальных характеристик потока, или же путем проводимого расчета пограничных слоев. Если значения интегрального сопротивления рассматриваются лишь как индикативные, проектные оценки принято считать правильными и достаточно точными, когда речь идет о конструктивных модификациях, ограничивающихся лишь носовой частью корпуса судна. Это нашло подтверждение в многочисленных проектах оптимизации.

3.4. FS-Optimizer. Для «улучшения» целевой функции при оптимизации используются различные параметры с одновременным учетом заданных ограничений. При проектировании судна следует просчитывать различные варианты решения (обычно с помощью систем CAD), причем целевая функция (или функции) и ограничения могут требовать привлечения различных программных инструментов. Точность этих инструментов позволяет обеспечить надежное качество результатов.

Оболочка FS-Optimizer представляет собой типичный набор инструментов оптимизации, который используется для простой установки пользовательских приложений и включает комплекс разнообразных программ анализа (необходимых для целевой функции и ограничений), а также использует набор методов конструирования и формальной оптимизации. Ограничения могут включаться и контролироваться по ходу оптимизации. Программа имеет графический интерфейс и может работать также в пакетном режиме, что важно для проведения расчетов, требующих больше времени, на больших компьютерах. Программа может выполняться с распараллеливанием потоков, что позволяет эксплуатировать ее в параллельных вычислительных средах, таких как НРС (кластеры высокопроизводительных вычислений). Квалифицированные пользователи могут встраивать собственные алгоритмы для управления оптимизацией, используя при этом преимущества системы управления файлами и каталогами оболочки FS-Optimizer.

4. ПРИМЕНЕНИЕ

4.1. Контрольные образцы. Опираясь на обширный опыт, компания «Germanischer Lloyd» разработала контрольный образец обобщенного судна GENCON (рис. 1, табл. 1). Носовая оконечность его не самой современной конструкции является репрезентативным об-

разцом типичных больших судов, эксплуатирующихся на линиях между Европой и Дальним Востоком и отличающихся относительно высокой скоростью, плавными обводами с широкой транцевой кормой и большим развалом. Подобные суда строились крупными сериями в течение последнего десятилетия, когда цены на топливо все еще находились на сравнительно низком уровне. Некоторые судовладельцы отреагировали на резкое увеличение стоимости топлива введением режима «слоу-стиминга», уменьшив типовую проектную скорость в 25 уз до типового значения эксплуатационной скорости в 18 уз.

Булбообразная носовая оконечность имеет современную форму, достигнутую путем традиционного проектирования на основе моделирования. При таком подходе обычно просчитывается лишь 5–10 вариантов. Опытные специалисты могут провести подробное исследование гидродинамики для базовой конструкции и выдать рекомендации по конструктивным изменениям для получения нового варианта решения. Таким образом, это, скорее, поиск решения на основе опыта специалистов, хотя такой подход часто выдается (причем ошибочно!) за оптимизацию.

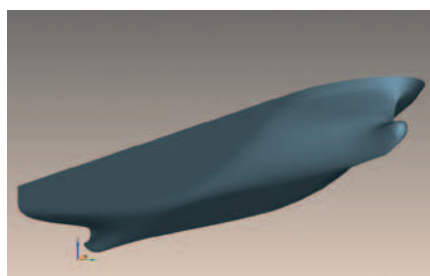


Рис. 1. Геометрия GENCON

Главные размерения

Длина L_{pp} , м	320,00
Ширина B_{max} , м	42,80
Осадка T , м	13,50
Водоизмещение, т	118 000
Проект. скорость V_d , уз	25
Экспл. скорость V_s , уз	18

4.2. Параметрическая модель. Идея этого проекта состояла в том, чтобы вычислить потенциальную экономию в результате реконструкции бульбообразной носовой оконечности. Поэтому параметрическая модель в этой задаче включала только область бульбообразной носовой оконечности и обрабатывала форму секции переднего перпендикуляра. Кроме того, тангенциальные граничные условия включали область между носовой оконечностью и бульбой. Хотя, в принципе, это и представляется возможным, обеспечение непрерывности кривизны (при переходе между носовой оконечностью и бульбом) в данном примере не являлось определяющим.

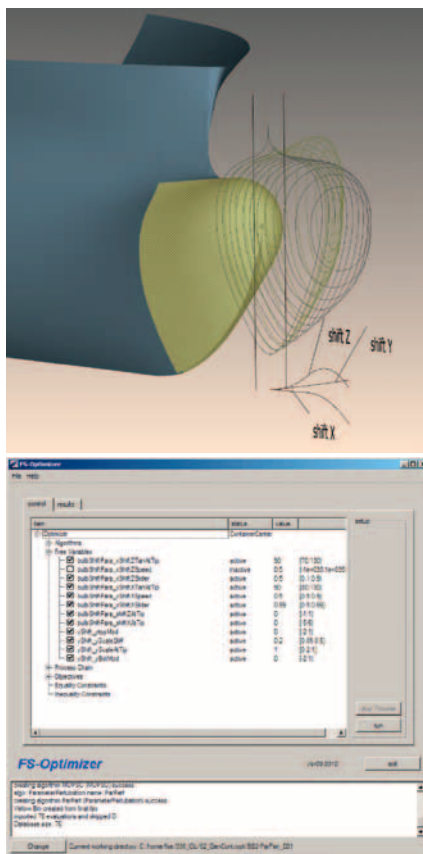


Рис. 2. Функция параметрического сдвига для модификации базового контура геометрии бульбы и постановки оптимизации в оболочке FS-Optimizer

Вместо реализации совершенно новой геометрии на этом примере, в данном исследовании была реализована параметрическая модель. Такие модели опираются на определение базовой геометрии, которая затем модифицируется посредством различных функций сдвига и масштабирования (рис. 2). В табл. 2 представлен подробный перечень вариаций, которые использовались в ходе оптимизации при внесении изменений. Всего было введено до 11 свободных переменных, определяющих доступные вариации формы.

В качестве альтернативного подхода (опция реконструкции) была использована полная параметрическая модель всей носовой оконечности судна. Эта модель включает около 100 конструк-

тивных параметров, где в целях более строгого подхода в качестве свободных переменных было выбрано 40 параметров (в данном изложении детали этой модели опускаются).

4.3. Оптимизация бульбообразного носа (опция реконструкции). Для решения рассматриваемой задачи проектирования в качестве исследуемого объекта берется исходная область проектирования, которая разбивается посредством разреженной последовательности, с тем, чтобы постепенно увеличивать плотность выборок, избегая попадания на линии сетки и кластеры. Для этой цели мы обычно используем алгоритм Sobol'. С использованием полной производительности кластера НПС из 512 узлов, в рамках рассматриваемого исследования были разработаны и проанализированы 20 000 проектов. В результате исследований был получен набор наиболее предпочтительных форм, которые использовались в качестве отправной точки для последующей детерминированной оптимизации (рис. 3).

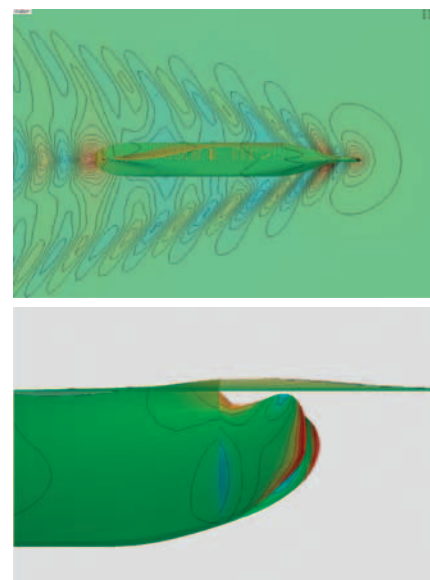


Рис. 3. Исходная и модифицированная носовая оконечность при гидродинамическом анализе; глобальная волновая модель с исходной носовой оконечностью на нижней половине и оптимизированная носовая оконечность на верхней половине изображения (сверху), снизу – деталь носовой оконечности

Параметрические модификаторы бульбы

xShiftZ	Вертикальный сдвиг секций бульбы для смещения вниз или вверх по отношению к базовому контуру. Поскольку в зоне FP геометрия бульбы не может быть изменена, то по мере приближения к FP данный сдвиг постепенно уменьшается. Смещение при сдвиге и первоначальное изменение оцениваются, как прямое уменьшение, где используются свободные переменные.
xShiftX	Продольный сдвиг секций бульбы для удлинения или укорочения бульбообразной носовой оконечности. При оптимизации обеспечивается доступ к параметрам, аналогичным тем, которые используются для вертикального сдвига.
yModifier	Чтобы обеспечить изменения в пучке, используется функция масштабирования, которая, опять же, постепенно «ослабляется» по мере приближения к носовому перпендикуляру для сохранения неизменной формы носовой оконечности. При этом масштабировании была реализована дальнейшая вариация по вертикали, с тем, чтобы обеспечить вертикальные сдвиги в распределении водоизмещений.

Таблица 2

На рис. 4 изображена диаграмма Парето, которая иллюстрирует эффективность вариаций бульбообразной носовой оконечности при двух эксплуатационных условиях, выбранных для исследования. Кругок синего цвета обозначает базовый проект, в то время как зеленым кружком и зеленым треугольником выделены два выбранных варианта. В общем случае показатели эффективности для этих двух скоростей очень сильно связаны. Однако существует большое количество проектов, которые, очевидно, превосходят базовый проект по эффективности в обоих случаях. Выигрыш более 2% представляется приемлемым для режима «слоу-стиминга», а более 1% – подходит в качестве улучшения для проектной скорости. Неудивительно, что потенциал оптимизации для медленной скорости выше, чем для проектной скорости, поскольку для исходного проекта этот сценарий, возможно, просто не рассматривался.

Рис. 5 иллюстрирует компромисс между водоизмещением и сопротивлением. Базовый проект снова обозначен здесь синим кружком. Диаграмма показывает, что бульба с низким водоизмещением обычно более предпочтительна для «слоу-стиминга», т.е. аналогичный импульс на волновой модели может быть получен при бульбе меньшего размера, которая к тому же характеризуется меньшим сопротивлением трению.

На рис. 6 приведена статистическая диаграмма стратегии детерминированного поиска для нахождения оптимальной конфигурации носовой оконечности судна. Детерминированный подход связан с меньшими затратами ресурсов; однако, поскольку вычисления должны проводиться последовательно, то общие затраты времени могут оказаться более значительными. Кроме того, детерминированный подход обычно ограничивается определением локального минимума, в то время как область проектирования (особенно с большим набором свободных переменных) с большой вероятностью может быть мультимодальной. Таким образом, в общем случае рекомендуется проводить исследование исходной области проектирования.

4.4. Оптимизация носовой оконечности судна (опция реконструкции). Для того чтобы определить потенциал улучшения контуров, выше рассмотренная стратегия оптимизации была применена к параметрической модели всей носовой оконечности судна. Следует отметить, что этот подход не пригоден для опции реконструкции. Однако было интересно проследить потенциал модернизации (рис. 7).

На рис. 8 приводится соответствующая диаграмма Парето для последовательностей поиска, включающих вариации всей носовой оконечности судна: мелкими точками обозначены все созданные проекты; более крупные зеленые точки показывают, какие проекты соответствуют требуемым проектным ограничениям. При этом гидростатическая стабильность и объем водоизмещения ограничены, по крайней мере, на уровне базового проекта.

Как и ожидалось, здесь возможны более значительные изменения в эффективности. При рассмотрении эффективности двух скоростей как целевой функции, пунктирная линия представляет собой фронт Парето. Это подчеркивает важность рассмотрения в процессе проектирования более широкого спектра скоростей, так как более эффективный проект для «слоу-стиминга» оказывается не подходящим для более высокой скорости. В верхнем левом углу диаграммы локализуются наиболее соответствующие

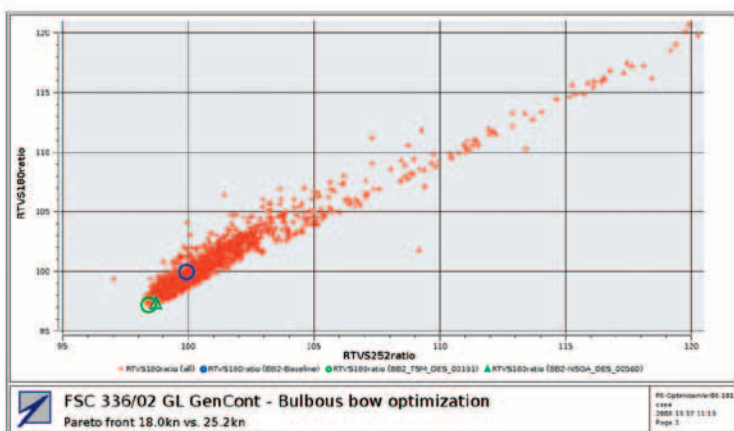


Рис. 4. Эффективность изменения конструкции на скоростях в 18 уз и в 25,2 уз

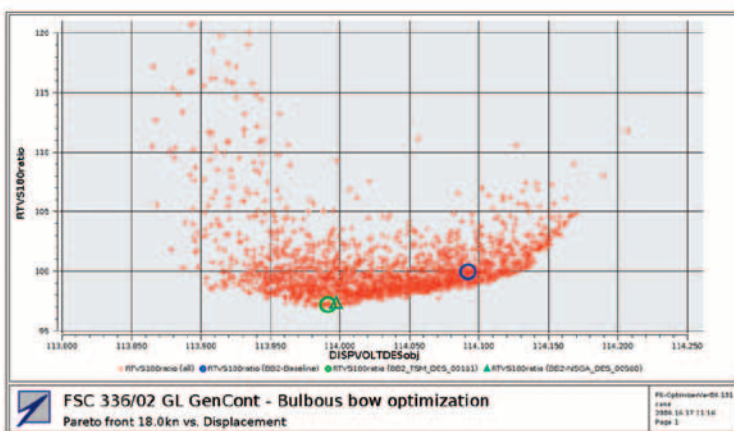


Рис. 5. Компромисс между изменениями водоизмещения бульбообразной носовой оконечности и сопротивлением

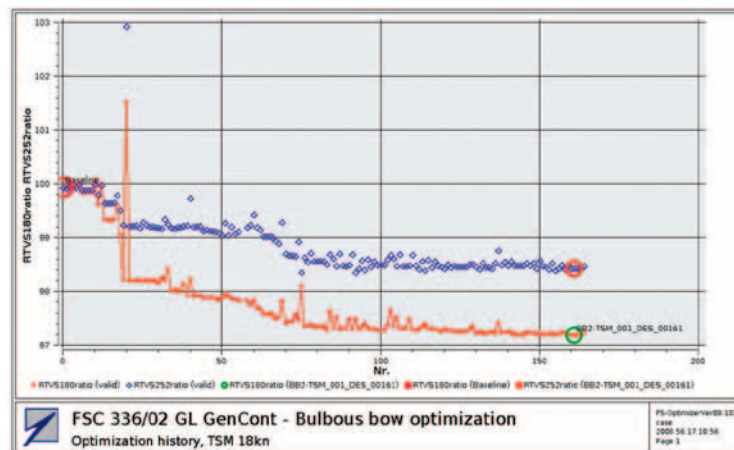


Рис. 6. Статистика оптимизации при использовании детерминированной стратегии

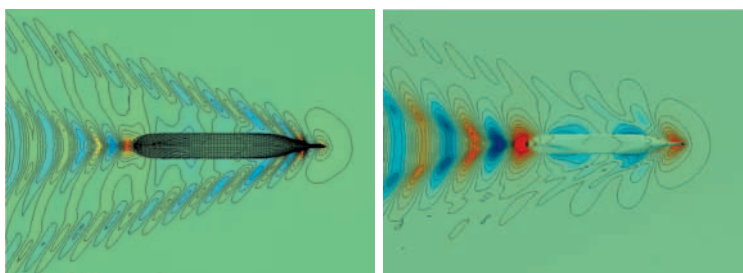


Рис. 7. Волновая модель для базового проекта (нижняя половина) и оптимизированный проект (верхняя половина) для скоростей в 18 уз (слева) и в 25 уз (справа)

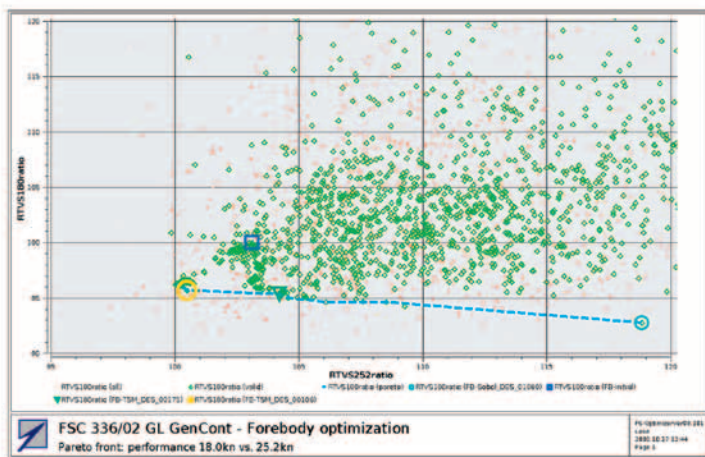


Рис. 8. Диаграмма Парето при модификации всей носовой оконечности

варианты для проектной скорости, которые, однако, имеют плохие показатели для медленных скоростей. Существующий проект может быть значительно улучшен для тех и других скоростей, когда оптимизация применяется ко всей носовой оконечности.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОНСТРУКЦИИ

Для экономической оценки реконструкции в расчет принимаются следующие положения, основанные на опросе судовых компаний и ремонтных судоверфей:

- нахождения в плавании 300 дней в году; остальное время приходится на стоянку в порту или на техобслуживание/ремонт в доках;
- стоимость топлива 350 долл. США за тонну; в 2008 г. цены в течение месяца упали с 600 до 350 долл. США за тонну; новый рост цен ожидался к середине 2009 г.;
- затраты на модификацию составили 350 тыс. евро (соответственно 450 тыс. долл. США), включая гонорары за проектирование оптимальной формы носовой оконечности судна и проверку результатов на модели в бассейне, исключая другие затраты при нахождении в доке. Предполагалось, что модернизация выполняется во время обычной постановки в док, что, как правило, происходит один раз в пять лет для проведения полного техобслуживания и ремонта;
- специфическое потребление топлива двигателем судна составило 0,177 кг/кВт·ч в режиме «слоу-стиминга». Это значение было выбрано на основе технических данных изготовителя и измерений, проведенных на подобных судах;
- использование в режиме «слоу-стиминга» 40% мощности двигателя;
- получение 2,5%-ной экономии в результате реконструкции бульбообразной носовой оконечности судна;

– период окупаемости рассчитывался без учета банковских процентов; желаемые периоды окупаемости настолько малы, что ошибка в результате пренебрежения обычными банковскими процентами достаточно незначительна по сравнению с маржей неопределенности при других допущениях.

При принятых допущениях годовые затраты на топливо для главного двигателя составляют приблизительно 12 млн. долл. США. Это приводит к периоду окупаемости в 1,5 года. Цена топлива в августе 2008 г. (600 долл. США за тонну) предполагает период окупаемости равный 10 месяцам. Экономия лишь в 1,5% благодаря реконструкции бульбообразного носа (например, за счет более существенных ограничений на форму носовой оконечности и пессимистического прогноза численной ошибки вычислительной процедуры) при цене топлива 350 долларов США за тонну приводит к периоду окупаемости равному 2,5 годам. Таким образом, для больших судов опция реконструкции является достаточно привлекательной и заслуживает серьезного рассмотрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Параметрическая оптимизация проекта является хорошим инструментом для получения оптимальной формы носовой оконечности судна. Для обеспечения надежного проектирования, в цикле проектирования должны быть учтены все релевантные эксплуатационные условия. Хотя рассмотренная в данном исследовании носовая оконечность судна уже была наиболее оптимально приспособлена для эксплуатации в море, тем не менее, благодаря модификации всей носовой оконечности судна (модернизации) были достигнуты существенные, максимально возможные улучшения (4–5%).

В опции реконструкции (с весьма ограниченной модификацией носовой

оконечности) было достигнуто существенное улучшение характеристик носовой оконечности судна. Эти проекты по своим показателям несколько превосходят базовую конфигурацию для проектной скорости и, таким образом, могут быть рекомендованы в порядке реконструкции без ущерба для эффективности проекта.

Глобальная оптимизация представляет интерес даже при относительно низкой стоимости топлива и еще более значительные выгоды при повышении цен на топливо.

Наши благодарности: коллегам Фолькеру Хёппнеру, Мальте Фройндю и Юстусу Хейману, оказавшим поддержку своим участием в обсуждениях и предоставлением данных для экономического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Abt C., Harries S. A new approach to integration of CAD and CFD for naval architects, 6th COMPIT, 2007, Cortona, p. 467–479. http://www.ssi.tu-harburg.de/doc/webseiten_dokumente/compit/dokumente/compit2007_cortona.pdf
- Bertram V. Practical Ship Hydrodynamics. – Butterworth & Heinemann, 2000.
- Bertram V., Fach K., Sames P., Höppner V. Engineering options to reduce emissions – 10th Int. Marine Design Conf. (IMDC), 2009, Trondheim.
- Dudson E., Harries S. Hydrodynamic fine-tuning of a pentamaran for high-speed sea transportation services. – Int. Conf. Fast Sea Transportation (FAST), St. Petersburg, 2005, http://www.fsopt.com/downloads/2005_PaperDudson-HarriesFinal.pdf
- Harries S. Parametric design and hydrodynamic optimization of ship hull forms. – 1999, Mensch & Buch Verlag, Berlin.
- Harries S., Hinrichsen H., Hochkirch K. Development and application of a new Form Feature to enhance the Transport Efficiency of Ships. – 2007, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, http://www.fsopt.com/downloads/2007_STGpaperInSAC-HaHiHo.pdf
- Heimann J., Hutchison B. L., Racine B. J. Application of the Free-Wave Spectrum to Minimize and Control Wake Wash. – 2008, SNAME Annual Meeting & Expo, Houston <http://www.sname.org/AM2008/papers/049.pdf>
- Hutchison B. L., Hochkirch K. CFD hull form optimization of a 12,000 cu.yd. (9175 m³) dredge, 10th Int. Symp. Practical design of Ships and Other Floating Structures (PRADS), Houston, http://www.fsopt.com/downloads/2007_Hutchison-Hochkirch_Prads07_Dredge.pdf ■

Учитывая рост численного состава рыболовного флота Вьетнама [1,2], вьетнамскому судостроению предстоит решить целый ряд задач, в том числе по обеспечению безопасности своих судов и рыбаков. Обеспечение остойчивости судов – сложная задача, для которой важнейшее значение, пожалуй, имеют начальные этапы проектирования. Это означает, что при определении главных размерений и основных характеристик судна надо учитывать уравнение остойчивости в общей системе уравнений проектирования.

Как известно, в настоящее время в теории проектировании используется уравнение остойчивости в виде

$$h \geq h_{кр}, \quad (1)$$

где h – фактическое значение начальной метacentрической высоты; $h_{кр}$ – минимальное из значений $h_{кр}$ по всем нормируемым параметрам при данной осадке судна.

Однако в настоящее время нет «хорошей» формулы для определения $h_{кр}$, поэтому проектанты обычно берут ее, ориентируясь на прототип. А это недостаточно хорошо по следующим соображениям:

1. Так как значения $h_{кр}$ зависят от геометрических характеристик судна, а у проектируемого судна они будут отличны от прототипа, то и критическая метacentрическая высота будет другой.

2. Использование критической метacentрической высоты с прототипа нередко приводит к тому, что, решив систему уравнений проектирования и получив основные характеристики проектируемого судна, т. е. его теоретический чертеж, оказывается, что судно не удовлетворяет требованиям к остойчивости. Поэтому проектанты закладывают запас по остойчивости (Δh) и повторяют расчеты. На этот процесс тратится много времени, и проектант действует практически вслепую. Но даже это зачастую не приводит к желаемому результату – на многие реальные суда приходится закладывать твердый или принимать жидкий балласты.

Как выйти из этой ситуации? Предположим подход по составлению уравнения остойчивости по-другому. Напишем уравнение достаточной остойчивости в виде:

$$Zg \leq Zg_{кр}. \quad (2)$$

Здесь Zg – фактическое возвышение центра тяжести (ЦТ) судна в данном случае нагрузки; $Zg_{кр}$ – минимальное значение критических возвышений ЦТ судна ($Zg_{кр}$) по всем нормируемым параметрам при данной осадке судна.

Если нам удастся выразить критические возвышения ЦТ судна в явном виде в зависимости от формы проекти-

руемого судна, то вопрос по уравнению остойчивости будет решен.

Критические значения возвышения ЦТ зависят не от фактического положения центра тяжести, а от геометрических характеристик корпуса и надстроек, от площади и высоты парусности, а также от других индивидуальных особенностей судов [3]. Поэтому они могут быть точно рассчитаны для любого судна, как только будет разработан его теоретический чертеж. Представление о формуле зависимости $Zg_{кр}$ от основных геометрических соотношений можно составить лишь на основе достаточно многочисленных систематических расчетов.

Формулу для $Zg_{кр}$ отдельного судна в какой-то системе нормирования можно записать в виде

$$Zg_{кр} = f(L, B, H, T, \alpha, \delta, \beta, k_c, S_{\Pi}, z_{\Pi}, p...), \quad (3)$$

где L, B, H, T, D – длина, ширина, высота борта, осадка, водоизмещение судна; $\alpha, \beta, \delta, k_c$ – коэффициенты общей полноты, мидельшпангоута, конструктивной ватерлинии и коэффициент седловатости [3]; p – расчетное давление ветра; S_{Π} – площадь парусности; z_{Π} – плечо площади парусности от основной плоскости.

Присутствие в формуле (3) таких параметров как p, S_{Π}, z_{Π} говорит о том, что при расчете критических возвышений центра тяжести учитываются не только статистические, но и физические критерии.

Но, в частности, хорошо известно, что наиболее разработанный с физической точки зрения критерий погоды ($K \geq 1$) в применении к маломерным гладкопалубным судам приводит к неоправданно завышенной оценке остойчивости ($K = 7 \div 10$). Поэтому для данного класса судов Вьетнама критерий погоды можно не учитывать [4].

В рамках разработки методики для исследования возьмем критерии по правилам вьетнамского Морского Регистра судоходства (ВМРС 2002 г.), исключая

критерий погоды для маломерных судов. Для судов рассматриваемого класса это будут:

$$l_m(\theta) \geq \bar{l}_m; \quad (4)$$

$$\theta_m \geq \bar{\theta}_m; \quad (5)$$

$$\theta_v \geq \bar{\theta}_v; \quad (6)$$

$$l_d(\theta_1, \theta_2) \geq \bar{A}; \quad (7)$$

$$h \geq \bar{h}, \quad (8)$$

где θ_v – угол заката диаграммы статической остойчивости (ДСО); θ_m – угол максимума ДСО; $l_m(\theta)$ – максимальное плечо ДСО; h – начальная метacentрическая высота; $l_d(\theta_1, \theta_2)$ – площадь под положительной частью ДСО от угла крена θ_1 до угла крена θ_2 ; $\bar{h}, \bar{\theta}_m, \bar{\theta}_v, \bar{l}_m, \bar{A}$ – нормативные значения, назначенные в данной системе нормирования.

В дальнейшем будем рассматривать строго границу между «хорошо» и «плохо», поэтому используем знак равенства.

Требуется выразить эти критерии остойчивости через характеристики корпуса и нагрузки судна.

В.Г. Власов указал, что плечо остойчивости формы судна в зависимости от углов крена должно иметь нечетную периодическую функцию (с периодом 2π), отвечающую всем граничным условиям [5]. Исходя из этого, он пришел к четырехчленной формуле выражения плеча формы в виде тригонометрического полинома. С.Н. Благовещенский предложил привести формулу В.Г. Власова для удобства пользования к известному следующему виду [6]:

$$l_{\phi} = Y_{c_{90}} f_1(\theta) + (Z_{c_{90}} - Z_{c_0}) f_2(\theta) + r_0 f_3(\theta) + r_{90} f_4(\theta), \quad (9)$$

тогда плечо остойчивости можно будет записать в виде

$$l_{\theta} = Y_{c_{90}} f_1(\theta) + (Z_{c_{90}} - Z_{c_0}) f_2(\theta) + r_0 f_3(\theta) + r_{90} f_4(\theta) - (Zg - Z_{c_0}) \sin \theta. \quad (10)$$

В эту формулу вошли координаты центра величины $Z_{c_0}, Z_{c_{90}}$ и $Y_{c_{90}}$, а

РЕГРЕССИОННЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ВОЗВЫШЕНИЙ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ МАЛОМЕРНЫХ РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ ВЬЕТНАМА

Май Куок Чыонг, аспирант,
Ю.Л. Маков, проф., КГТУ, Калининград

также метacentрические радиусы r_0 , r_{90} для судна в начальном положении и при его наклонении на 90° . Вспомогательные функции $f_i(\theta)$ зависят только от углов крена θ и выражаются следующими формулами:

$$\begin{cases} f_1(\theta) = \sin\theta - \frac{1}{8}\sin 4\theta - \frac{1}{32}(35\sin 2\theta - 9\sin 6\theta); \\ f_2(\theta) = -\frac{1}{8}\sin 4\theta + \frac{1}{32}(35\sin 2\theta - 9\sin 6\theta); \\ f_3(\theta) = \frac{1}{8}\sin 4\theta - \frac{1}{32}(\sin 2\theta - 3\sin 6\theta); \\ f_4(\theta) = \frac{1}{8}\sin 4\theta + \frac{1}{32}(\sin 2\theta - 3\sin 6\theta). \end{cases} \quad (11)$$

Характеристики Zc_0 , Zc_{90} , Yc_{90} , а также r_0 , r_{90} могут рассматриваться как обобщенные, зависящие от множества локальных характеристик формы корпуса. Существуют приближенные формулы, которые могут использоваться для определения обобщенных характеристик формы через главные размеры и коэффициенты полноты. Их можно вычислить до построения теоретического чертежа.

Значения Zc_0 и r_0 определяются по известным формулам, предложенным Л. Эйлером в 70-е гг. XVIII в. [см. формулы (12)]. Позже такие же формулы обоснованы аналитическим путем В.Л. Поздониным и А.П. Фан-дер-Флитом [6,7]. Для данного класса судов можно статистическим способом уточнить эти формулы (13):

$$\begin{cases} Zc_0 = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T; \\ r_0 = \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T}; \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} Zc_0 = n_1 \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T + n_0; \\ r_0 = m_1 \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T} + m_0, \end{cases} \quad (13)$$

где n_0 , n_1 , m_0 , m_1 – некоторые статистические коэффициенты.

В своей работе [4] К.М. Нгуен предложил способ определения связи между обычными и обобщенными характеристиками формы судов. Он использовал параболическую аппроксимацию судовой поверхности в области от киля до палубы и получил формулы для определения Yc_{90} и Zc_{90}

$$\begin{cases} Yc_{90} = \frac{\alpha^2 \cdot k_c^{(2-\frac{\delta}{\alpha})}}{(1+\alpha)(2\alpha-\delta)} \cdot \left(\frac{H}{T}\right)^{\frac{2\alpha-1}{\delta}} \cdot \frac{B}{4}; \\ Zc_{90} = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \cdot k_c^{\frac{\delta}{\alpha}} \cdot H. \end{cases} \quad (14)$$

Эти значения можно уточнить для данного класса судов статистическим способом

$$\begin{cases} Yc_{90} = \frac{q_1 \cdot \alpha^2 \cdot k_c^{(2-\frac{\delta}{\alpha})}}{(1+\alpha)(2\alpha-\delta)} \cdot \left(\frac{H}{T}\right)^{\frac{2\alpha-1}{\delta}} \cdot \frac{B}{4} + q_0; \\ Zc_{90} = \frac{p_1 \cdot \alpha}{\alpha + \delta} \cdot k_c^{\frac{\delta}{\alpha}} \cdot H + p_0, \end{cases} \quad (15)$$

где q_0 , q_1 , p_0 , p_1 – некоторые статистические коэффициенты.

А.Б. Знаменский указал, что в выражениях (9) и (10) член, содержащий r_{90} , не имеет существенного значения и предложил вычислять его по формуле [7]

$$r_{90} = 0,7(Zc_{90} - Zc_0). \quad (16)$$

Очевидно, что при выполнении условий остойчивости (4)–(8) мы будем иметь критическое по этому условию значение возвышения ЦТ судна над его центром величины $(Zg - Zc_0)_{кр}$. Эта величина вводится в рассмотрение совершенно аналогично тому, как вводилось понятие критического возвышения центра тяжести над основной плоскостью $Zg_{кр}$.

Критерий по максимальному плечу ДСО – l_m . Критическое возвышение ЦТ судна по данному критерию получаем непосредственно из самого условия (4):

$$\begin{aligned} l_m(\theta_m) &= \bar{l}_m \Rightarrow \\ &\Rightarrow l_\phi(\theta_m) - (Zg_{кр(l_m)} - Zc_0)\sin\theta_m = \bar{l}_m \Rightarrow \\ &\Rightarrow Zg_{кр(l_m)} = \frac{l_\phi(\theta_m) - \bar{l}_m}{\sin\theta_m} + Zc_0. \end{aligned}$$

Учитывая формулу (9), это выражение приводится к виду

$$\begin{aligned} Zg_{кр(l_m)} &= \frac{1}{\sin\theta_m} \cdot [Yc_{90}f_1(\theta_m) + \\ &+ (Zc_{90} - Zc_0)f_2(\theta_m) + r_0f_3(\theta_m) + \\ &+ r_{90}f_4(\theta_m) - \bar{l}_m] + Zc_0. \end{aligned} \quad (17)$$

Критерий по углу максимума ДСО – θ_m . Для выполнения условия (5), необходимо сначала продифференцировать выражение плеча статической остойчивости (10) по углу крена при $\theta = \bar{\theta}_m$ и приравнять производную к нулю. Критическое возвышение ЦТ судна по данному критерию получаем непосредственно таким образом:

$$\begin{aligned} \frac{dl_\phi}{d\theta} \Big|_{\theta=\bar{\theta}_m} &= \frac{dl_\phi}{d\theta} \Big|_{\theta=\bar{\theta}_m} - (Zg_{кр(\theta_m)} - Zc_0)\cos\theta \Big|_{\theta=\bar{\theta}_m} = 0; \\ Yc_{90}f_1'(\bar{\theta}_m) + (Zc_{90} - Zc_0)f_2'(\bar{\theta}_m) + r_0f_3'(\bar{\theta}_m) + \\ &+ r_{90}f_4'(\bar{\theta}_m) - (Zg_{кр(\theta_m)} - Zc_0)\cos\bar{\theta}_m = 0. \end{aligned}$$

Откуда

$$\begin{aligned} Zg_{кр(\theta_m)} &= \frac{1}{\cos\bar{\theta}_m} \cdot [Yc_{90}f_1'(\bar{\theta}_m) + \\ &+ (Zc_{90} - Zc_0)f_2'(\bar{\theta}_m) + r_0f_3'(\bar{\theta}_m) + \\ &+ r_{90}f_4'(\bar{\theta}_m)] + Zc_0. \end{aligned} \quad (18)$$

Критерий по углу заката ДСО – θ_v . Критическое возвышение ЦТ судна по данному критерию получаем непосредственно из самого условия (6)

$$\begin{aligned} l_\theta(\bar{\theta}_v) &= 0 \Rightarrow l_\phi(\bar{\theta}_v) - (Zg_{кр(\theta_v)} - Zc_0)\sin\bar{\theta}_v = 0, \\ &\Rightarrow Yc_{90}f_1(\bar{\theta}_v) + (Zc_{90} - Zc_0)f_2(\bar{\theta}_v) + r_0f_3(\bar{\theta}_v) + \\ &+ r_{90}f_4(\bar{\theta}_v) - (Zg_{кр(\theta_v)} - Zc_0)\sin\bar{\theta}_v = 0, \end{aligned}$$

откуда следует:

$$\begin{aligned} Zg_{кр(\theta_v)} &= \frac{1}{\sin\bar{\theta}_v} \cdot [Yc_{90}f_1(\bar{\theta}_v) + (Zc_{90} - \\ &- Zc_0)f_2(\bar{\theta}_v) + r_0f_3(\bar{\theta}_v) + r_{90}f_4(\bar{\theta}_v) + Zc_0]. \end{aligned} \quad (19)$$

Критерий по площади под положительной частью ДСО от угла крена θ_1 до угла крена θ_2 . Площадь под положительной частью ДСО от угла крена θ_1 до угла крена можно определить по формуле

$$\begin{aligned} A &= \int_{\theta_1}^{\theta_2} l_\phi d\theta = \int_{\theta_1}^{\theta_2} [l_\phi - (Zg - Zc_0)\sin\theta] d\theta \\ &= \int_{\theta_1}^{\theta_2} l_\phi d\theta - (Zg - Zc_0)(\cos\theta_2 - \cos\theta_1). \end{aligned}$$

Для условия (7) критическое возвышение ЦТ судна по данному критерию получаем при $A = \bar{A}$, следовательно,

$$\begin{aligned} \int_{\theta_1}^{\theta_2} l_\phi d\theta - (Zg_{кр(l_d(\theta_1, \theta_2))} - Zc_0)(\cos\theta_2 - \cos\theta_1) &= \bar{A}; \\ \int_{\theta_1}^{\theta_2} l_\phi d\theta - \bar{A} &= \\ \Rightarrow Zg_{кр(l_d(\theta_1, \theta_2))} &= \frac{\int_{\theta_1}^{\theta_2} l_\phi d\theta - \bar{A}}{\cos\theta_2 - \cos\theta_1} + Zc_0, \end{aligned}$$

откуда следует

$$\begin{aligned} Zg_{кр(l_d(\theta_1, \theta_2))} &= \frac{1}{\cos\theta_2 - \cos\theta_1} \cdot \left[Yc_{90} \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_1(\theta) d\theta + \right. \\ &+ (Zc_{90} - Zc_0) \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_2(\theta) d\theta + r_0 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_3(\theta) d\theta + \\ &\left. + r_{90} \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_4(\theta) d\theta - \bar{A} \right] + Zc_0. \end{aligned} \quad (20)$$

Критерий по начальной метacentрической высоте h . Для условия (8) критическое возвышение ЦТ судна получаем непосредственно из равенства

$$\bar{h} = Zm - Zg_{кр(h)},$$

отсюда

$$Zg_{кр(h)} = Zm - \bar{h}$$

или

$$Zg_{кр(h)} = Zc_0 + r_0 - \bar{h}. \quad (21)$$

Выводы

Из формул (13) – (21) видно, что критические возвышения ЦТ зависят только от обобщенных характеристик судна Yc_{90} , Zc_{90} , Zc_0 , r_0 и r_{90} . Из них получается общего вида формула для определения критических возвышений ЦТ судна по критериям h , l_m , θ_m , θ_v , l_d (22):

$$Zg_{кр} = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4. \quad (22)$$

Здесь X_1 , X_2 , X_3 , X_4 зависят только от геометрических характеристики судна и определяются по формулам, представленным ниже:

Значения параметров X_i в зависимости от характеристик судна

$$\begin{aligned} X_1 & \dots \dots \dots \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T; \\ X_2 & \dots \dots \dots \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T}; \\ X_3 & \dots \dots \dots \frac{\alpha^2 \cdot k_c^{(2-\frac{\delta}{\alpha})}}{(1+\alpha)(2\alpha-\delta)} \cdot \left(\frac{H}{T}\right)^{\frac{2\alpha-1}{\delta}} \cdot B; \\ X_4 & \dots \dots \dots \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \cdot k_c^{\frac{\delta}{\alpha}} \cdot H. \end{aligned}$$

Коэффициенты a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 определяются по формулам, представленным в табл. 1, из нее видно, что для определения a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 необходимо

К прямому определению a_i

Коэфф. a_i	Критерий		
	h	l_m	θ_m
A_0	$n_0 + m_0 - \bar{h}$	$\frac{(p_0 - n_0)}{\sin \theta_m} \cdot [f_2(\theta_m) + 0,7 f_4(\theta_m)] +$ $+\frac{1}{\sin \theta_m} \cdot [q_0 f_1(\theta_m) + m_0 f_3(\theta_m) - \bar{l}_m] + n_0$	$\frac{(p_0 - n_0)}{\cos \theta_m} \cdot [f_2'(\bar{\theta}_m) + 0,7 f_4'(\bar{\theta}_m)] +$ $+\frac{1}{\cos \theta_m} \cdot [q_0 f_1'(\bar{\theta}_m) + m_0 f_3'(\bar{\theta}_m)] + n_0$
a_1	n_1	$\frac{-n_1}{\sin \theta_m} \cdot [f_2(\theta_m) + 0,7 f_4(\theta_m)] + n_1$	$\frac{-n_1}{\cos \theta_m} \cdot [f_2'(\bar{\theta}_m) + 0,7 f_4'(\bar{\theta}_m)] + n_1$
a_2	m_1	$\frac{m_1 f_3(\theta_m)}{\sin \theta_m}$	$\frac{m_1 f_3'(\bar{\theta}_m)}{\cos \theta_m}$
a_3	-	$\frac{q_1 f_1(\theta_m)}{4 \sin \theta_m}$	$\frac{q_1 f_1'(\bar{\theta}_m)}{\cos \theta_m}$
a_4	-	$\frac{p_1}{\sin \theta_m} \cdot [f_2(\theta_m) + 0,7 f_4(\theta_m)]$	$\frac{p_1}{\cos \theta_m} \cdot [f_2'(\bar{\theta}_m) + 0,7 f_4'(\bar{\theta}_m)]$

Таблица 1 (продолжение)

Коэфф. a_i	Критерий		
	h	θ_v	$l_d(\theta_v, \theta_2)$
A_0	$n_0 + m_0 - \bar{h}$	$\frac{(p_0 - n_0)}{\sin \theta_v} \cdot [f_2(\bar{\theta}_v) + 0,7 f_4(\bar{\theta}_v)] +$ $+\frac{1}{\sin \theta_v} \cdot [q_0 f_1(\bar{\theta}_v) + m_0 f_3(\bar{\theta}_v)] + n_0$	$\frac{(p_0 - n_0)}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} f_2 d\theta + 0,7 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_4 d\theta \right) +$ $+\frac{1}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \left[q_0 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_1 d\theta + m_0 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_3 d\theta - \bar{A} \right] + n_0$
a_1	n_1	$\frac{-n_1}{\sin \theta_v} \cdot [f_2(\bar{\theta}_v) + 0,7 f_4(\bar{\theta}_v)] + n_1$	$\frac{-n_1}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} f_2 d\theta + 0,7 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_4 d\theta \right) + n_1$
a_2	m_1	$\frac{m_1 f_3(\bar{\theta}_v)}{\sin \theta_v}$	$\frac{m_1}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_3 d\theta$
a_3	-	$\frac{q_1 f_1(\bar{\theta}_v)}{\sin \theta_v}$	$\frac{q_1}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_1 d\theta$
a_4	-	$\frac{p_1}{\sin \theta_v} \cdot [f_2(\bar{\theta}_v) + 0,7 f_4(\bar{\theta}_v)]$	$\frac{p_1}{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)} \cdot \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} f_2 d\theta + 0,7 \int_{\theta_1}^{\theta_2} f_4 d\theta \right)$

Таблица 2

Исследуемый диапазон изменения характеристик судов

Проект	Главные размерения [LxBxHxT], м	Диапазон изменения параметров при аффинном преобразовании				
		B	H	T	B/H	H/T
973-010-000	16,1x4,1x1,8x1,4	2,70-5,40	1,36-2,73	0,54-2,73	1,50-3,00	1,28-2,52
MDG-301-QNa	17,6x5,5x2,4x1,89	3,60-7,20	1,83-3,67	0,82-2,83	1,50-3,00	1,24-2,29
640-011-000	15,7x4,7x2,1x1,5	3,21-6,42	1,56-3,12	0,53-2,12	1,50-3,00	1,41-3,05
PI-IB	15,6x4,6x2,2x1,6	3,30-6,60	1,53-3,07	0,713-2,35	1,50-3,00	1,29-2,20
MDG-002-BD	15,1x4,6x2,3x1,8	3,45-6,90	1,52-3,03	0,51-2,15	1,50-3,00	1,37-3,02
KN-301-011	19,5x5,8x2,8x2,2	4,58-9,16	4,58-9,16	0,98-2,82	0,98-2,82	1,50-3,00
997-103-000	14,2x4,1x2,1x1,4	3,18-6,36	3,18-6,36	0,60-1,90	0,60-1,90	1,50-3,00

Таблица 2 (продолжение)

Проект	Главные размерения [LxBxHxT], м	Диапазон изменения параметров при аффинном преобразовании				Кол-во судов/ число вариаций
		B/T	α	δ	k_ϵ	
973-010-000	16,1x4,1x1,8x1,4	1,99-7,57	0,81-0,87	0,65-0,66	1,19-1,27	7/73
MDG-301-qNa	17,6x5,5x2,4x1,89	1,89-6,70	0,78-0,83	0,63-0,65	1,10-1,13	7/122
640-011-000	15,7x4,7x2,1x1,5	2,12-8,86	0,78-0,84	0,60-0,62	1,20-1,25	7/88
PI-IB	15,6x4,6x2,2x1,6	1,96-6,45	0,80-0,82	0,57-0,60	1,16-1,23	7/73
MDG-002-BD	15,1x4,6x2,3x1,8	2,13-8,92	0,81-0,86	0,64-0,67	1,21-1,30	7/99
KN-301-011	19,5x5,8x2,8x2,2	1,22-1,84	2,05-5,95	0,83-0,85	1,23-1,30	1,76-3,52
997-103-000	14,2x4,1x2,1x1,4	1,38-2,64	2,17-7,24	0,82-0,87	1,18-1,25	1,37-2,74

уточнить все статистические коэффициенты $q_0, q_1, p_0, p_1, n_0, n_1, m_0, m_1$ для данного класса судов. Это процесс сложный и трудоемкий.

Предложим более простой способ для определения a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 . Формула (22) – это множественная линейная регрессия, где a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 – коэффициенты регрессии, а X_1, X_2, X_3, X_4 – независимые переменные.

При помощи статистического программного обеспечения SPSS [8] проводим статистическую обработку данных по критическим возвышениям центров тяжести судов, рассматриваемого класса с учетом аффинного преобразования. В табл. 2 представлены главные размерения существующих судов и исследуемый диапазон изменения их характеристик после аффинного преобразования (49 судов/644 случаев нагрузки).

В табл. 3 представлены результаты расчета коэффициентов регрессии.

На рис. 1 представлено сравнение реальных критических возвышений ЦТ конкретного судна ($L=16,20$ м; $B=4,10$ м, $H=1,8$ м; $\alpha=0,82$; $\delta=0,65$; $k_\epsilon=1,20$) с

Таблица 3
Коэффициенты регрессии a_i по различным критериям устойчивости

Критерий	Коэффициенты						
	$h, \text{м}$	$l_m, \text{м}$	θ_m	θ_v	$l_d(\theta_1, \theta_2)$		
Нормативное значение	0,35	0,20	30°	60°	$(0^\circ, 30^\circ) \geq 0,055$	$(0^\circ, 40^\circ) \geq 0,09$	$(30^\circ, 40^\circ) \geq 0,03$
a_0	-0,3510	-0,4089	0,2446	0,0575	-0,3234	-0,2711	-0,1437
a_1	10,160	-0,4523	-0,9689	-0,1419	0,4962	0,2856	-0,0109
a_2	0,9490	0,8954	0,0948	0,2598	0,8952	0,7893	0,6485
a_3	-	-0,0937	-0,0337	-0,0090	-0,0294	-0,0306	-0,0334
a_4	-	11,900	16,869	10,474	0,3764	0,5590	0,8098
R^{2*}	0,9990	0,9980	0,9970	0,9970	0,9980	0,9990	0,9990
σ	0,0406	0,0374	0,0266	0,0250	0,0411	0,0205	0,0202

R^{2*} – коэффициент детерминации регрессии;

σ – среднеквадратическое отклонение.

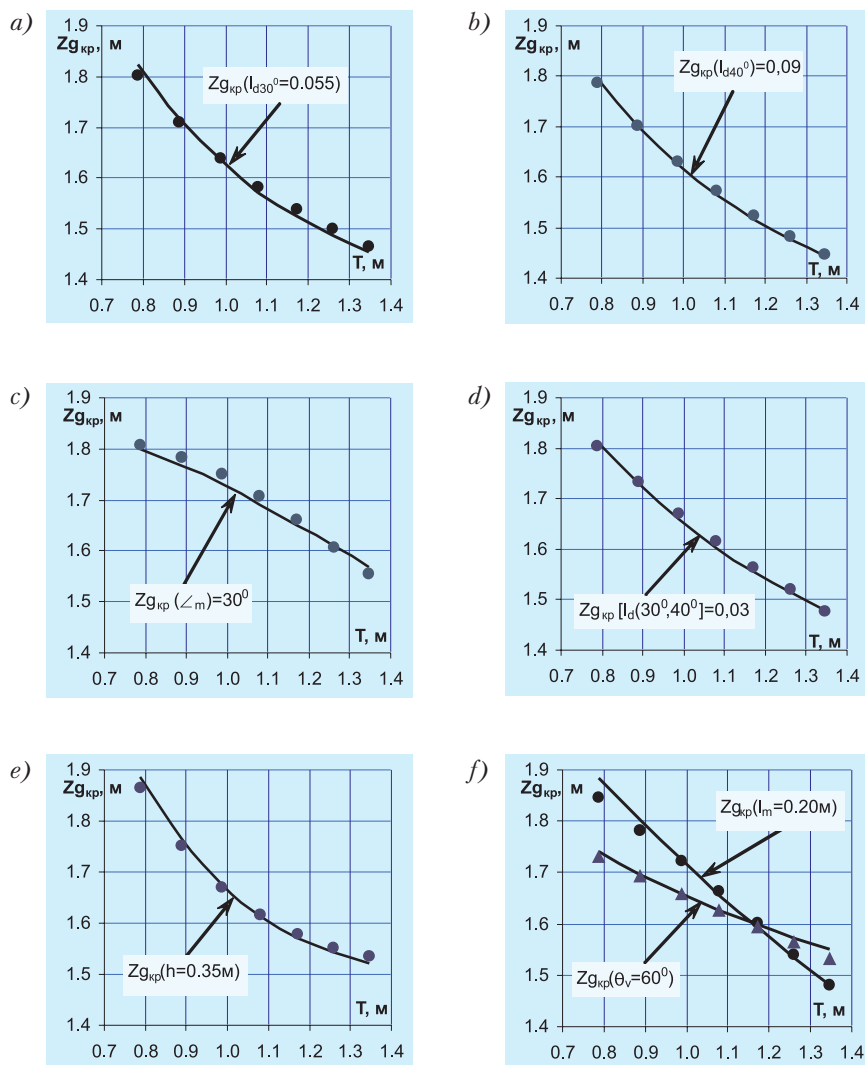


Рис. 1. Сравнение критических возвышений центра тяжести по различным критериям для конкретного судна (маркеры) с $Zg_{кр}$, рассчитанными по предлагаемой методике (сплошные линии)

критическими возвышениями ЦТ, рассчитанными по предлагаемой модели. Маркерами показаны точки конкретного судна при различной нагрузке (различных осадках), а сплошными линиями – критические возвышения ЦТ того же судна, рассчитанные по предлагаемой методике. Видно достаточно хорошее совпадение результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты исследования показывают, что предложенные математические модели (22) имеют достаточную точность ($R^2 > 0,99$ и $\sigma < 0,05$), поэтому их можно использовать при проектировании маломерных рыболовных судов.

Уравнение устойчивости (2) дает проектантам возможность грамотно использовать уравнение устойчивости в процессе проектирования и оптимизации судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фам Нзок Хое. Исследование и проектирование вьетнамских маломерных рыболовных судов, способных безопасно работать в зоне Чыонг Са-ДК1 // HCM. – 2006. – 192 с. (на вьетнам. яз.).
2. Май К.Ч. Статистический анализ характеристик маломерных деревянных рыболовных судов Вьетнама и их использование на ранних стадиях проектирования / К.Ч. Май, Ю.Л. Маков // Инновации в науке и образовании – 2006: IV Международн. науч. конфер. (18–20 окт.), КГТУ, Калининград, 2006, с. 17–19.
3. Севастьянов Н.Б. Устойчивость промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1970. – 200 с.
4. Нгуен К.М. Приближенные способы в задачах оценки и нормирования устойчивости малых рыболовных судов: Авторефер. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Калининград, КТИРПиХ, 1984. – 24 с.
5. Власов В.Г. Статика корабля. – М.: Воениздат, 1948. – 730 с.
6. Ногид Л.М. Теория проектирования судов. – Л.: Судпромгиз, 1955. – 479 с.
7. Аших В.В. Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1975. – 352 с.
8. Иллюстрированный самоучитель по SPSS [Электронный ресурс]: Раздел «Регрессионный анализ». – <http://www.learnspss.ru/handbooks.htm>. ■

Анализ строящихся и проектируемых в последнее время ледоколов и ледокольно-транспортных судов как в России, так и за рубежом, свидетельствует о тенденции придания таким судам дополнительных функций. Важнейшей задачей современного ледокола помимо проводки судов является обеспечение работы буровых и нефтедобывающих платформ на арктическом шельфе. Особо важную роль при проектировании таких ледоколов играет выбор компоновки пропульсивного комплекса. В настоящей статье рассмотрен теоретический анализ влияния компоновки движительного комплекса ледокола на эффективность форсирования им торо-сов задним ходом.

Классический способ преодоления торо-систой гряды заключается в следующем: ледокол разгоняется до максимально безопасной допустимой скорости и врывается в торо-систое образование. Кинетическая

энергия, запасенная ледоколом, а также тяга движительного комплекса тратятся на внедрение корпуса в торо-с. Когда запас кинетической энергии будет израсходован полностью, цикл движения повторяется: ледокол отходит по своему каналу назад, разгоняется и ударяет о торо-с. Однако такая тактика не может быть применена при швартовочных операциях к ледостойкой платформе, около которой образовался торо-систый барьер.

Оборудование современных ледоколов винто-рулевыми колонками (ВРК) позволило применить другой тактический прием для преодоления торо-систых образований. Суть этого приема заключается в том, что судно, форсируя торо-с, двигается задним ходом. Винто-рулевые (ВРК) колонки при этом используются для разрушения торо-са фрезерованием и отбрасывания льда, составляющего его киль. Ими все время совершают колебательные движения относительно оси поворота колонки. В освобожденное ото льда пространство перемещается корма судна. Таким способом крайне медленно судно может пройти сквозь торо-с к платформе. Особенно эффективен этот метод для обеспечения швартовки ледокола кормой к ледостойким морским сооружениям, которые обычно окружены барьером торо-сов.

Исследования этой технологии движения ледоколов через торо-сы неоднократно проводились в ледовых опытовых бассейнах. Они подтвердили возможность применения движения задним ходом для форсирования торо-сов. Также эта технология была проверена и в ходе проведения натурных экспериментов [1]. Тем не менее до настоящего времени практически отсутствуют какие-либо теоретические оценки ледовой ходкости судов, преодолевающих торо-с задним ходом. Исключением является работа [2], в которой предпринята попытка оценить некоторые показатели ледовой ходкости судна при использовании этой технологии. В то же время такие оценки необходимы для выявления сильных и слабых сторон данной технологии и нахождения оптимальных условий для ее использования.

В данной работе развивается теоретический подход к описанию движения ледокола задним ходом через торо-с, изложенный в работе [2]. Основной целью работы является попытка теоретического описания влияния на характеристики движения ледокола геометрических характеристик его кормовой оконечности, а также компоновки движительно-рулевого комплекса. Полученные результаты сопоставляются с данными модельных экспериментов.

В работе [2] для описания движения ледокола через торо-с была использована простейшая «гидравлическая» модель, в со-

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОМПОНОВКИ ДВИЖИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЛЕДОКОЛЬНОГО СУДНА НА РАБОТУ В ТОРОСАХ

К.Е. Сазонов, д-р техн. наук, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
Г.В. Тарица, канд. техн. наук, генеральный директор, ООО «ПКБ «Петробалт»»,
В.И. Штрамбранд, начальник Управления строительства
и ремонта флота ФГУП «Росморпорт»,
И.В. Щербаков, главный конструктор, ООО «ПКБ «Петробалт»»,
контакт. тел. (812) 3226607

ответствии с которой продвижение ледокола через торо-с характеризуется секундным расходом льда, отбрасываемого гребными винтами. Автором было получено выражение для расхода льда при установке в корме одного или нескольких ВРК в ряд.

Мы также воспользуемся простой «гидравлической» моделью, так как она позволяет зафиксировать основные характерные черты процесса. Геометрические особенности кормовой оконечности и компоновки движительно-рулевого комплекса следует учесть при выводе выражений для секундного расхода льда. Следует подчеркнуть, что «гидравлическое» приближение применимо только к свежим торо-сам, у которых отсутствует консолидированный слой. Однако для сравнительного анализа его использование вполне допустимо.

Таким образом, проанализируем следующее дифференциальное уравнение движения:

$$\chi BH(x) \frac{dx}{dt} = Q, \quad (1)$$

где $\chi \approx 0,75$ – коэффициент заполнения торо-са льдом, равный отношению объема льда в торо-се к объему торо-са; B – ширина ледокола; $H(x)$ – уравнение профиля килей торо-са; Q – секунднй расход льда.

Выпишем выражения, определяющие расход льда для различных компоновок движительно-рулевого комплекса.

Традиционные движители. На ледоколах, судах ледового плавания применяются компоновки с одним двумя, тремя и четырьмя гребными винтами. При этом при трехвинтовой схеме движитель, находящийся в диаметральной плоскости, как правило, располагается кормее бортовых винтов. При четырехвинтовой схеме пара движителей, ближайших к диаметральной плоскости, также располагаются кормее другой пары движителей.

Традиционный движитель может профрезеровать и отбросить только тот объем льда, который попадает в диск гребного винта. Расход льда через такой движитель определяется выражением

$$Q = \frac{\pi n}{4} D^2 V_s = \frac{\pi n}{4} D^2 \frac{dx}{dt}, \quad (2)$$

где D – диаметр винта; V_s – скорость ледокола при форсировании торо-са; $n = 1, 2$ – количество гребных винтов.

Для трехвинтовой схемы выражение должно быть записано следующим образом:

$$Q = \begin{cases} \frac{\pi}{4} D_1^2 \frac{dx}{dt}, & x \leq l_D; \\ \frac{\pi}{4} (D_1^2 + 2D_2^2) \frac{dx}{dt}, & x > l_D, \end{cases} \quad (3)$$

где D_1, D_2 – диаметры центрального и бортовых гребных винтов; l_D – расстояние между дисками центрального и бортовых гребных винтов.

Расход льда для четырехвинтовой схемы определяется так:

$$Q = \begin{cases} \frac{\pi}{2} D_1^2 \frac{dx}{dt}, & x \leq l_D; \\ \frac{\pi}{2} (D_1^2 + D_2^2) \frac{dx}{dt}, & x > l_D, \end{cases} \quad (4)$$

где D_1, D_2 – диаметры внутренних и внешних гребных винтов; l_D – расстояние между дисками внутренних и внешних гребных винтов.

Из выражений (2) – (4) следует, что в общем виде расход льда для традиционных движителей можно представить как

$$Q = A(n) \frac{dx}{dt}, \quad (5)$$

где $A(n)$ – сомножитель, стоящий перед производной в выражениях (2) – (4).

Подставив соотношение (5) в общее дифференциальное уравнение (1), получим расчетное выражение для традиционных движителей:

$$[\chi B H(x) - A(n)] \frac{dx}{dt} = 0.$$

Из этого выражения следует, что площадь дисков гребных винтов должна быть равна поперечному сечению тороса, тогда ледокол сможет в нем двигаться формально с любой скоростью. Таким образом, применение «гидравлической» модели к традиционным движителям позволило установить следующее.

1. Подтвержден известный факт о невозможности движения ледокола с традиционным движительным комплексом задним ходом через торос.

2. Получена оценка размера килля тороса, который может преодолеть любой ледокол при движении задним ходом:

$$H^* = \frac{\pi n}{4\chi B} D^2. \quad (6)$$

Здесь n равно 1 или 2, так как это следует из формул (3) и (4) вначале с торосом всегда взаимодействует не более чем два винта.

Ранее эта величина была без определения введена в работе [2]. На рис. 1 приведены результаты расчетов по (6). Для большинства современных ледоколов с традиционным движительно-рулевым комплексом $H^* = 1-2$ м.

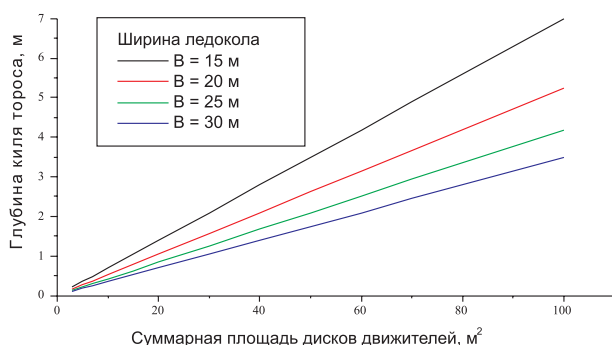


Рис. 1. Зависимость размера килля тороса H^* от суммарной площади дисков движителей и ширины ледокола

Винто-рулевые колонки. Выражение для расхода льда через ВРК получено в работе [2]. При выводе этого выражения учитывалось, что ВРК может вращаться вокруг своей оси, при этом гребной может профрезеровать и отбросить большое количество льда, причем оно зависит не от скорости движения ледокола, а от скорости поворота ВРК. На рис. 2 представлена схема определения расхода льда через диск винта ВРК. В соответствии с этой схемой при вращении ВРК относительно ее оси лед фрезеруется только половиной винта, на которой имеется нормальная скорость внедрения в лед. Эта скорость распределена

по закону треугольника по лопасти винта, максимальное значение наблюдается в конце лопасти. Оно равно

$$V_n = \omega \sqrt{D^2 + \frac{D^2}{4} \sin^2 \alpha} = \omega \frac{D\sqrt{5}}{2} \cdot \frac{2D}{D\sqrt{5}} = \omega D, \quad (7)$$

где ω – угловая скорость поворота ВРК.

При выводе этой формулы учитывались размеры ВРК, характерные для ВРК типа «Азипод».

Среднее значение скорости на половине диска винта

$$\bar{V}_n = \frac{V_n}{2}. \quad (8)$$

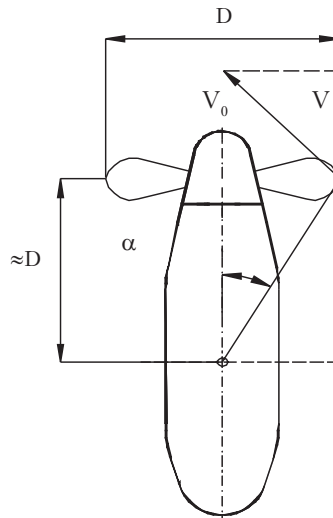


Рис. 2. К определению расхода льда через диск винта ВРК

Тогда расход для n движителей, расположенных в ряд, может быть рассчитан как произведение нормальной скорости на площадь:

$$Q = \frac{\pi n}{16} \omega D^3. \quad (9)$$

Кроме этого, необходимо учесть расход через другую половину диска гребного винта. Поскольку диск все время поворачивается, проекция площади этой половины на направление движения ледокола изменяется от половины площади до нуля. Поэтому в среднем можно принять, что в направлении движения ледокола имеется площадь диска, равная четверти площади реального диска. Тогда расход через эту площадь

$$Q = \frac{\pi n}{16} D^2 \frac{dx}{dt}. \quad (10)$$

Суммарный расход тогда

$$Q = \frac{\pi n}{16} \left(\omega D^3 + D^2 \frac{dx}{dt} \right). \quad (11)$$

Тогда уравнение (1) может быть записано в следующем виде:

$$\left\{ \chi B [H(x) - H^*] - \frac{\pi n}{16} D^2 \right\} \frac{dx}{dt} = \frac{\pi n}{16} \omega D^3, \quad (12)$$

а его решение

$$t = \frac{16}{\pi n D^3 \omega} \int_0^{L_r} \chi B \left\{ [H(x) - H^*] - \frac{\pi n}{16} D^2 \right\} dx, \quad (13)$$

или, переходя к средним значениям,

$$t = \frac{L_r [16\chi B (\bar{H} - H^*) - \pi n D^2]}{\pi n D^3 \omega}. \quad (14)$$

В этих выражениях величины, стоящие в квадратных и круглых скобках, могут принимать только положительные значения. Если указанные разности будут меньше нуля, то они должны быть приравнены нулю.

Соотношения (13) и (14) позволяют легко выявить основные факторы, влияющие на время прохождения ледоколом тороса при использовании новой технологии основанной на фрезеровании льда гребными винтами. К факторам, увеличивающим временные затраты на прохождение тороса относятся геометрические характеристики тороса и ширина ледокола.

Ускоряют процесс прохождения тора увеличение числа движителей, рост их диаметра, увеличение скорости перекладки колонок при движении в торе. К снижению времени прохождения тора приводит также увеличение мощности, подводимой к гребным винтам. При увеличении мощности возрастает тяга движительного комплекса, что приводит к увеличению величины H^* .

Оценим временные затраты на преодоление ледоколом торосистой гряды. Примем, что ширина ледокола равна 20 м, он оборудован двумя ВРК, несущими винты диаметром 5 м. Скорость поворота колонки составляет 0,2 1/с. В соответствии с данными рис. 2 $H^* \approx 3$ м. Результаты расчетов по (14) с приведенными выше данными представлены на рис. 3.

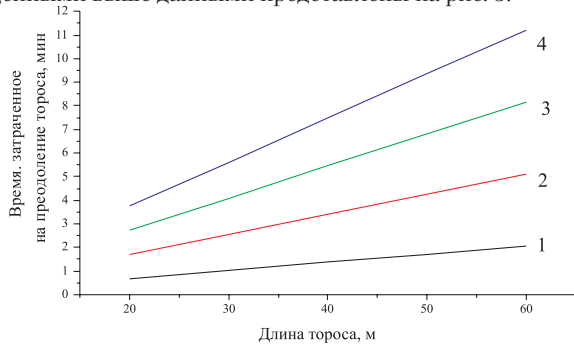


Рис. 3. Зависимость времени преодоления тора ледоколом при движении кормой вперед от длины тора и разности $H - H^*$. 1 - $H - H^* = 2$ м; 2 - $H - H^* = 4$ м; 3 - $H - H^* = 6$ м; 4 - $H - H^* = 8$ м

Комбинированные движительные комплексы. В настоящее время на ледоколах предполагается использовать комбинированные движительно-рулевые комплексы, которые одновременно включают в себя как традиционные движители, так и ВРК. Например, для трехвинтового ледокола возможны следующие компоновки: один ВРК в диаметральной плоскости (ДП) и два бортовых традиционных винта или один традиционный винт в ДП и два ВРК, расположенные кормее. Определим для этих компоновок расходы льда через диски гребных винтов.

Для схемы один ВРК в ДП и два бортовых традиционных винта выражение должно быть записано следующим образом:

$$Q = \begin{cases} \frac{\pi}{16} \omega D_1^3 + \frac{\pi}{16} D_1^2 \frac{dx}{dt}, & x \leq l_D; \\ \frac{\pi}{16} \omega D_1^3 + \frac{\pi}{16} D_1^2 \frac{dx}{dt} + \frac{\pi}{2} D_2^2 \frac{dx}{dt}, & x > l_D, \end{cases} \quad (15)$$

где D_1, D_2 – диаметры центрального винта ВРК и бортовых гребных винтов; l_D – расстояние между дисками центрального и бортовых гребных винтов.

Для схемы один традиционный винт в диаметральной плоскости и два бортовых ВРК выражение должно быть записано следующим образом:

$$Q = \begin{cases} \frac{\pi}{8} \omega D_2^3 + \frac{\pi}{8} D_2^2 \frac{dx}{dt}, & x \leq l_D; \\ \frac{\pi}{8} \omega D_2^3 + \frac{\pi}{8} D_2^2 \frac{dx}{dt} + \frac{\pi}{4} D_1^2 \frac{dx}{dt}, & x > l_D, \end{cases} \quad (16)$$

где D_1, D_2 – диаметры центрального традиционного винта и бортовых гребных винтов ВРК; l_D – расстояние между дисками центрального и бортовых гребных винтов.

Поскольку длина тора $L_R \gg l_D$, будем учитывать только вторые части формул (15) и (16).

Тогда дифференциальные уравнения можно записать в следующем виде:

$$\left\{ \chi B [H(x) - H^*] - \frac{\pi}{16} D_1^2 - \frac{\pi}{2} D_2^2 \right\} \frac{dx}{dt} = \frac{\pi}{16} \omega D_1^3; \quad (17)$$

$$\left\{ \chi B [H(x) - H^*] - \frac{\pi}{8} D_2^2 \frac{dx}{dt} - \frac{\pi}{4} D_1^2 \right\} \frac{dx}{dt} = \frac{\pi}{8} \omega D_2^3. \quad (18)$$

Решениями этих уравнений будут следующие выражения:

$$t = \frac{16}{\pi \omega D_1^3} \left\{ \chi B \int_0^{L_R} [H(x) - H^*] dx - \frac{\pi D_1^2 L_R}{16} - \frac{\pi D_2^2 L_R}{2} \right\}; \quad (19)$$

$$t = \frac{8}{\pi \omega D_2^3} \left\{ \chi B \int_0^{L_R} [H(x) - H^*] dx - \frac{\pi D_2^2 L_R}{8} - \frac{\pi D_1^2 L_R}{4} \right\}. \quad (20)$$

Для средних значений глубины киля тора соответственно получим:

$$t = \frac{16 L_R}{\pi \omega D_1^3} \left\{ \chi B (H(x) - H^*) - \frac{\pi D_1^2}{16} - \frac{\pi D_2^2}{2} \right\}; \quad (21)$$

$$t = \frac{8 L_R}{\pi \omega D_2^3} \left\{ \chi B (H(x) - H^*) - \frac{\pi D_2^2}{8} - \frac{\pi D_1^2}{4} \right\}. \quad (22)$$

Ниже на рис. 4 и 5 проведены расчеты применительно к различным компоновкам движительно-рулевого комплекса перспективного дизельного ледокола мощностью 25 МВт.

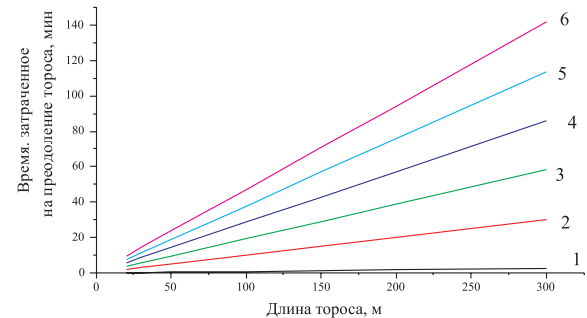


Рис. 4. Зависимость времени преодоления тора ледоколом при движении кормой вперед от длины тора и разности $H - H^*$. Схема: 1 ВРК и 2 традиционных винта. 1 - $H - H^* = 2$ м; 2 - $H - H^* = 4$ м; 3 - $H - H^* = 6$ м; 4 - $H - H^* = 8$ м; 5 - $H - H^* = 10$ м; 6 - $H - H^* = 12$ м

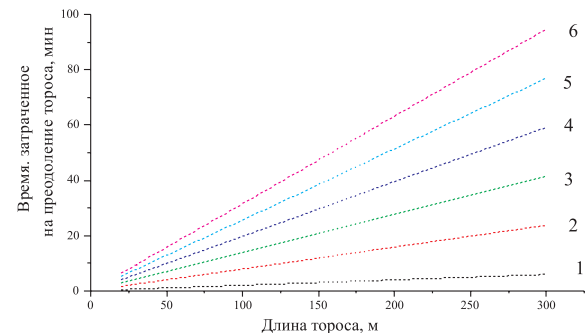


Рис. 5. Зависимость времени преодоления тора ледоколом при движении кормой вперед от длины тора и разности $H - H^*$. Схема: 2 ВРК и 1 традиционный винт. 1 - $H - H^* = 2$ м; 2 - $H - H^* = 4$ м; 3 - $H - H^* = 6$ м; 4 - $H - H^* = 8$ м; 5 - $H - H^* = 10$ м; 6 - $H - H^* = 12$ м

Полученные результаты были сопоставлены с данными модельных экспериментов. Это сравнение показывает, что разработанная простая теория дает завышенные в 1,5–2 раза значения времени форсирования тора по сравнению с экспериментальными данными. Однако теория довольно качественно описывает различия в движительно-рулевых комплексах. Относительные характеристики, полученные с помощью этой теории, позволяют сравнивать между собой различные варианты компоновок и определять оптимальное их соотношение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arpiainen M at al. Development of the new icebreaker supply vessel for Northern Caspian Sea. – Proc. The 15th Int. Conf. on Port and Ocean Eng. under arctic Conditions, Helsinki, 1999, vol.2, p. 545–551.
2. Сазонов К.Е. Форсирование ледоколами торосов задним ходом // Морской вестник. – 2005. – № 1. – С.84–86.
3. Azipod. Project guide, 22.09.1995, 27 p. ■

Вследствие уникального геофизического положения России большинство создаваемых ныне судов будут эксплуатироваться в северных широтах, в связи с чем к новым судам предъявляются дополнительные требования, обусловленные возможным плаванием во льдах, а значит, возрастает потребность в создании методов оценки их ледовой ходкости.

Значительный вклад в исследование ледового сопротивления в нашей стране внесли Ю.А. Шиманский, В.И. Каштелян, М.К. Таршис, Х. Доргелох, В.А. Зуев, Ю.Н. Алексеев, Б.П. Ионов и др. [4].

В настоящей работе для оценки ледового сопротивления движению судна использовался упрощенный расчетный метод, разработанный К.Е. Сазоновым [5], так как большинство других методов не позволяют учитывать влияние нестационарности разрушения льда на сопротивление. Кроме того, автором совместно с К.Е. Сазоновым был разработан метод учета сдвига фаз, позволяющий учитывать нестационарности выламывания льда, при расчете ледового сопротивления [3].

Используемый в работе метод расчета базируется на разделении ледового сопротивления на четыре составляющие:

$$R_{\lambda} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4,$$

где R_1 – сопротивление, зависящее от разрушения льда; R_2 – сопротивление, зависящее от поворота и притапливания корпусом обломков льда; R_3 – гидродинамическое сопротивление в ледовых условиях; R_4 – сопротивление, обусловленное взаимодействием корпуса судна «ледовой рубашки».

Основной идеей упрощения является отказ от решения дифференциальных уравнений движения ледокола и поворота льдины у его борта. Многочисленные расчеты по методу Алексеева–Сазонова [1] показали, что нормальную силу, действующую со стороны льда на корпус ледокола, можно с достаточной точностью ап-

К ВОПРОСУ О ВЫЧИСЛЕНИИ ЛЕДОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СУДОВ

Е.А. Провада, инженер-конструктор, ОАО «ЦМКБ «Алмаз»»,
контакт. тел. (812) 3692759

проксимировать зависимостью, приведенной в [5].

В настоящей работе принята следующая модель разрушения льда: при движении судна форштевень и прилегающие к нему районы борта не разрушают лед изгибом, а прорезают его. При этом образуется зона прорезания. Далее при движении лед выламывается секторами до тех пор, пока максимальная ширина судна не пройдет по образованному таким образом каналу (рис.1 и 2).

Координаты точек контакта выступов ледового поля с корпусом были определены по теоретическому чертежу последовательно по мере вычисления параметров секторов предшествующего ряда по алгоритму, изложенному в [3].

После расчета геометрии секторов применялся расчетный метод, приведенный в [2, 3, 5].

Метод, использованный в настоящей работе, позволяет учесть сдвиг фаз между силовым воздействием в различных точках контакта корпуса с ледовым покровом. При этом использовалась формула для расчета времени выламывания секторов с учетом сдвига фаз:

$$T_{i+1} = \frac{f^{-1}(h) - f^{-1}\left(h + \sum_{i=1}^{n-1} b_{p_i}\right)}{V_s},$$

где T_{i+1} – промежуток времени между окончанием выламывания первого сектора и началом выламывания секторов, начиная со второго; $f^{-1}(h)$ – уравнение ватерлинии; $f^{-1}\left(h + \sum_{i=1}^{n-1} b_{p_i}\right)$ – координаты выламываемых секторов.

В результате сила ледового сопротивления

$$\bar{F}_x = \frac{\sigma_c v_n^2 t_b^2 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1}{2}\right)}{3 \sin \beta'} \frac{t_b}{t_e} (\cos \beta' \cos \alpha + \\ + f_{id} \cos \varphi) + (F_x^e + F_x^r) \frac{t_e - t_b}{t_e}.$$

В процессе суммирования данного усилия по всем точкам контакта получаем суммарное ледовое сопротивление.

На основе изложенной методики была проведена оценка ледовой ходкости судна, имеющего следующие характеристики: водоизмещение 5400 т, длина $L = 90$ м, ширина $B = 17.8$ м, осадка $T = 5.5$ м. К данному судну было предъявлено требование по ледопроницаемости Агс 5. К этой категории принадлежат суда, предназначенные для плавания в арктических морях (арктические суда). Помимо конструктивных требований (к набору корпуса) и прочностных (усиленный корпус, прочный монолитный форштевень и пр.) к этим судам также предъявляются требования к характеристикам их движения в ледовых условиях: они должны преодолевать льды толщиной до 0.8 м со скоростью 6–8 уз.

Расчеты велись для диапазона толщин льда $h=0.5–1.0$ м и скоростей $V_s=1–10$ уз.

Изменение силы полного сопротивления судна при движении во льдах от времени показано на рис. 3. Можно видеть, что зависимость носит нелиней-



Рис. 1. Структура льда вблизи корпуса судна



Рис. 2. Структура битого льда

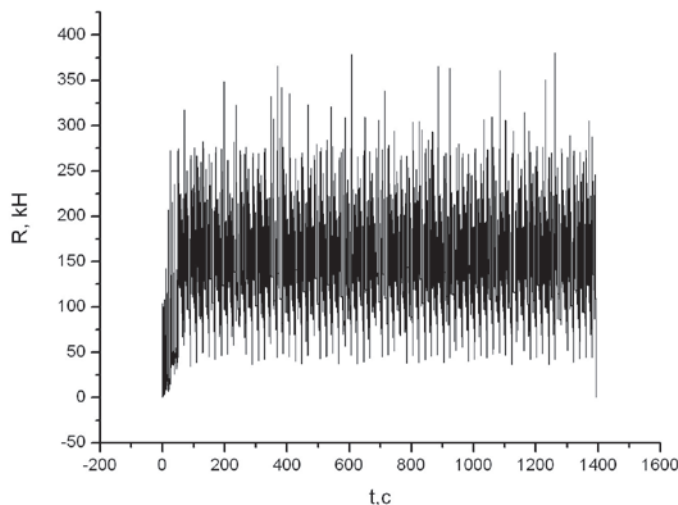


Рис. 3. Суммарное ледовое сопротивление с учетом сдвига фаз при толщине льда $h=0,6$ м и скорости хода $V_s=5$ уз

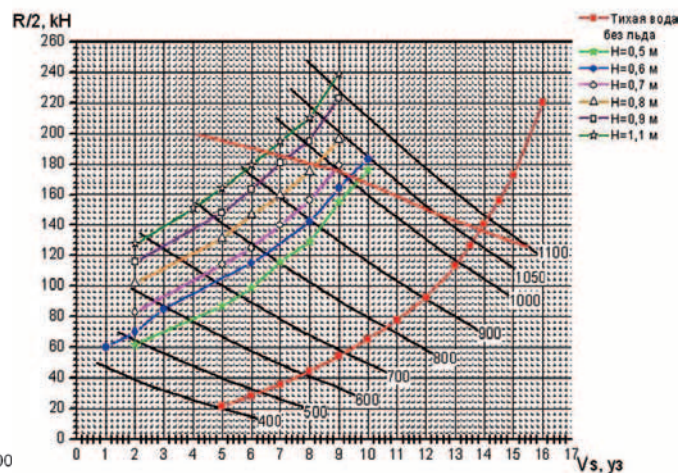


Рис. 4. Паспортная диаграмма $T_e - V_s$ на один борт

ный характер, что не было бы учтено при использовании в расчетах базового метода.

Достижимая данным судном скорость хода во льдах в сравнении с требованиями Российского Морского Регистра судоходства (РМРС) приводится в табл. 1. Данное суд-

ности хода во льдах толщиной 0,5 и 0,6 м (рис. 4).

ВЫВОДЫ

1. Используемый в работе метод расчета позволяет оценивать ледовое сопротивление с учетом нелинейных эффектов для любых типов судов.

Таблица 1

Сравнение величин скорости хода во льдах, полученных в результате расчета и по требованиям РМРС

Толщина льда, м	Скорость хода, уз	
	расчет	по требованиям Морского Регистра
0,5	-	6–8
0,6	-	
0,7	8,6	
0,8	8	
0,9	7,1	-
1,0	6,4	-

но обладает лучшими ходовыми характеристиками на больших толщинах льда (0,9 и 1,0 м), чем требуется Регистром. При этом видно, что мощность установленных на судне двигателей недостаточна для достижения максимально возможной

2. В силу своей простоты использованная методика позволяет оперативно оценивать ледовое сопротивление в процессе проектирования.

3. Выполненная в работе оценка ледового сопротивления судна-спасателя позволяет сделать вывод, что при тол-

щине льда 0,8 м (нормируемой категорией Arc5) достижимая скорость составляет 8 уз, что даже несколько превышает требования РМРС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Ю.Н., Сазонов К.Е. Метод расчета сопротивления льда движению судов // Вопросы судостроения. – Сер.: Проектирование судов. – 1984. – Вып.41. – С.28–36.
2. Дорохова Е.А. Исследование влияния нестационарности разрушения льда на его сопротивление. – Тез. докл. на научно-технической конференции «Крыловские чтения – 2006», СПб., 2006.
3. Дорохова Е.А., Сазонов К.Е. Исследование влияния асинхронности процессов разрушения и поворота льда на ледовое сопротивление. – Тр. ЦНИИ им.акад. А.Н. Крылова: Вопросы морской ледотехники, 2007, вып. 34 (318).
4. Ионов Б.П. Ледовое сопротивление и его составляющие. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988.
5. Сазонов К.Е. Упрощенный метод расчета ледового сопротивления судна, движущегося в сплошных льдах. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1998, вып. 8 (292), с. 68–71. ■

Известно, что наиболее надежными методами оптимизации, в том числе оптимизации загрузки и балластировки судна, являются методы линейного программирования, однако они требуют линейной модели ограничений [2], которые накладываются на грузовой план.

Цель статьи – познакомить с разработкой способов линеаризации нелинейных ограничений мореходно-прочностных характеристик судна [1–3].

Введем ряд обозначений: P_i , X_i , Y_i , Z_i – масса и координаты центра тяжести (ЦТ) исследуемого груза в i -м помещении (P_i – для данной задачи являются неизвестными, которые необходимо определить); N – количество помещений, где возможно размещение данного груза; D_0 , X_{g0} , Y_{g0} , Z_{g0} – массовое водоизмещение и координаты ЦТ судна до приема заданного груза; ΔM_z – поправка на свободные поверхности для состояния судна до приема заданного груза; X_c – абсцисса центра величины судна; m – момент, дифференцирующий на один сантиметр; q – число тонн на единицу осадки; m_{ji} , n_{ji} – безразмерные коэффициенты влияния на изгибающий момент и перерезывающую силу в j -м сечении от приема единичного груза в i -е помещение (подробнее см. в [4]); $\bar{d}_{ni}$, $\bar{d}_{ki}$ – безразмерные коэффициенты влияния на осадку носом и кормой от приема единичного груза в i -е помещение; $D_{вл}$ – массовое водоизмещение судна по летнюю грузовую ватерлинию (ГВЛ) при осадке $\bar{d}_{гвл}$.

Ограничения по дифференту $\Delta d_{\min} \leq \Delta d \leq \Delta d_{\max}$, где $\Delta d = d_n - d_k$ – дифферент; d_n , d_k – осадка носом и кормой; $\Delta d_{\min}$, $\Delta d_{\max}$ – нижний и верхний пределы допускаемых изменений дифферента могут быть записаны в общем виде как

$$\sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_c) \leq 100m \Delta d_{\max} - M_{d0}; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_c) \geq 100m \Delta d_{\min} - M_{d0}, \quad (2)$$

где M_{d0} – начальный (до приема данного груза) дифференцирующий момент, $M_{d0} = D_0 (X_{g0} - X_c)$.

Заменим гидростатические характеристики, которые в общем случае нелиней-

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОРЕХОДНО-ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНА

Г.В. Егоров, д-р техн. наук, проф.,

генеральный директор ЗАО «Морское Инженерное Бюро», г. Одесса, контакт. тел. +38 (0482) 347928, +7 (812) 2328538

но зависят от изменения водоизмещения, соответствующими величинами до приема исследуемого груза $X_c = X_{c0}$ и $m = m_0$.

Смысл такой линеаризации ограничений для двух переменных наглядно иллюстрируется с помощью графической интерпретации, представленной на рис. 1.

Условия (1) и (2) после линеаризации могут быть приведены к виду

$$P_1(X_1 - X_{c0}) + P_2(X_2 - X_{c0}) \leq A_1;$$

$$P_1(X_1 - X_{c0}) + P_2(X_2 - X_{c0}) \geq A_2;$$

где $A_1 = 100m_0 \Delta d_{\max} - D_0(X_{g0} - X_{c0})$;

$$A_2 = D_0(X_{g0} - X_{c0}) - 100\Delta d_{\min} m_0.$$

Ограничения, связанные с начальной остойчивостью и качкой, имеют вид

$$\sum_{i=1}^N P_i Z_i \leq M_z^{\max} - M_{z0}; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i Z_i \geq M_z^{\min} - M_{z0}, \quad (4)$$

где M_{z0} – начальный вертикальный статический момент, $M_{z0} = D_0 Z_{g0}$; $M_z^{\min}$, $M_z^{\max}$ – нижние и верхние пределы допускаемых изменений статического момента массы судна относительно основной плоскости; $h_{\min}$ и $h_{\max}$ – минимальная и максимальная величина поперечной метацентрической высоты.

На рис. 2 построены аналогичные (для двух неизвестных и после замены величины аппликаты поперечного метацентра $Z_m = Z_{m0}$) графики для ограничений по остойчивости

$$P_1 Z_1 + P_2 Z_2 \geq A_2; \quad P_1 Z_1 + P_2 Z_2 \leq A_1,$$

где $A_2 = M_{z0} - D_0(Z_{m0} - h_{\min})$;

$$A_1 = M_{z0} - D_0(Z_{m0} - h_{\max}).$$

Как видно из рис. 2 и как показал последующий опыт расчетов оптимальной балластировки для судов с недостаточной остойчивостью, наиболее существенно линеаризация влияет на ограничение по начальной остойчивости, довольно сильно уменьшая область определения.

Наиболее эффективным для входящих в состав приведенной в [2] модели зависимостей оказались следующие приемы линеаризации: замена фактических величин на величины, соответствующие состоянию судна (грузового помещения) при полном использовании вместимости (грузоподъемности); использование средневзвешенных величин для диапазона осадок от исходной до достигаемой после приема данного груза, суммарная масса которого $P_{\text{сум}}$ определяется приближенно; замена фактических величин на величины, соответствующие состоянию после приема данного груза $P_{\text{сум}}$; использование кусочно-линейной аппроксимации в виде

$$f = f_2 + f'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{н0i}} \right),$$

где f – исследуемая величина, причем здесь и далее индекс «2» соответствует значению для состояния после приема груза, суммарная масса которого

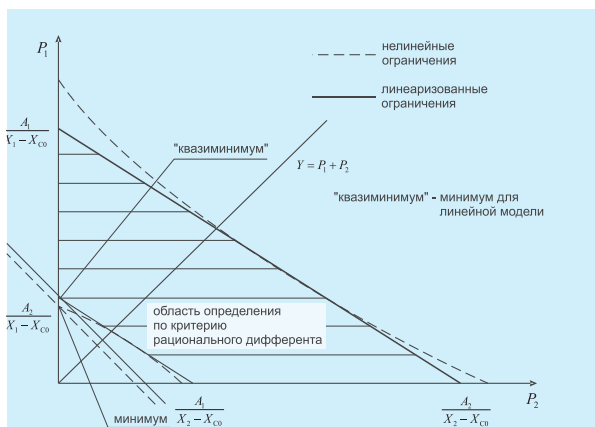


Рис. 1. Графическое представление линеаризации ограничений по дифференту

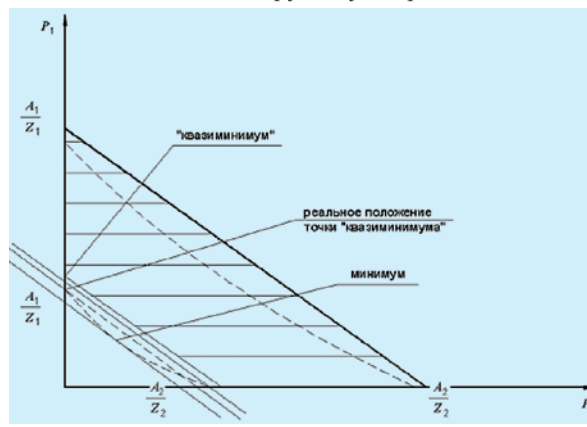


Рис. 2. Графическое представление линеаризации ограничений по начальной остойчивости

$P_{\text{сум}}$ определена приближенно, а отсутствие индекса – фактическому значению; f'_2 – условное представление df/dD при водоизмещении $D_2 = D_0 + P_{\text{сум}}$, обычно вводится в нормированном виде.

Фактически в качестве df/dD используется тангенс угла наклона секущей, проведенной через точки $D_0 + P_{\text{сум}} - \Delta P$ и $D_0 + P_{\text{сум}} + \Delta P$, где точка $D_0 + P_{\text{сум}}$ является точкой линейности, а величина ΔP определяет собой область линейности данной зависимости f (т.е. участок, где замена f на ее линейную аппроксимацию не приводит к существенным погрешностям).

Первый прием линеаризации наилучшим образом подходит для координат ЦТ груза в i -м помещении. В дальнейшем X_i , Y_i , Z_i будут обозначать соответствующие величины при полном использовании грузоподъемности (грузоподъемности) помещения – для судов с недостаточной остойчивостью (тем самым создавая определенный запас) и при пустых помещениях – для судов с избыточной остойчивостью.

Коэффициенты влияния на изгибающие моменты m_{ji} , перерезывающие силы n_{ji} , осадки носом $\bar{d}_{Hi}$ и кормой $\bar{d}_{Ki}$ следует вводить в линеаризованные ограничения по второму приему, что позволяет учесть их изменения при переходе от α_{min} до α_{max} с малой потерей точности.

Например, для коэффициента влияния на изгибающий момент

$$\bar{m} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^S \bar{m}(\alpha_{\text{min}} + \Delta \alpha R),$$

где $S = \frac{(\alpha_{\text{max}} - \alpha_{\text{min}})}{0,05\alpha_{\text{min}}}$ – количество линейных участков; α_{max} – коэффициент полноты ватерлинии по осадку после приема груза; α_{min} – до приема данного груза; $\Delta \alpha = 0,05\alpha_{\text{min}}$ – минимальная зона «постоянного» α (подробнее см. в [5]).

Наконец, третий и четвертый приемы линеаризации позволяют представить величины, как X_c , Z_m , m , q , а также h_{min} и h_{max} с достаточной точностью.

В качестве примера производных X'_c , Z'_m , m' , q' приведем на рис. 3 результаты, полученные для судов типа «Герои-панфиловцы».

Действительно, подставив в правую

$$\sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_c) \leq 100m \Delta d_{\text{max}} - M_{d0}$$

$$\text{и } \sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_c) \geq 100m \Delta d_{\text{min}} - M_{d0}$$

$$\text{замены } X_c = X_{C2} + X'_{C2} \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right)$$

$$\text{и } m = m_2 + m'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right),$$

а в левую – $X_c = X_{C2}$ и $m = m_2$, получим после преобразований следующие линейные ограничения по дифференциалу:

$$\sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_{CX}) \leq m_0 \Delta d_{\text{max}} - M_{d0}; \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i (X_i - X_{CN}) \geq m_0 \Delta d_{\text{min}} - M_{d0}; \quad (6)$$

$$\text{где } X_{CX} = X_{C2} + 100m'_2 \Delta d_{\text{max}} + X'_{C2};$$

$$X_{CN} = X_{C2} + 100m'_2 \Delta d_{\text{min}} + X'_{C2};$$

$$m_0 = 100(m_2 - m'_2 P_{\text{сум}});$$

$$X_{C0} = X_{C2} - X'_{C2} P_{\text{сум}}.$$

Ограничение по средней осадке $\sum_{i=1}^N P_i \leq 100q(d_{\text{max}} - d_0)$; линеаризуется заменой

$$q = q_2 + q'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right)$$

и имеет вид

$$\sum_{i=1}^N P_i (1 - q'_2 (d_{\text{max}} - d_2)) \leq \leq 100(q_2 - q'_2 P_{\text{сум}})(d_{\text{max}} - d_2). \quad (7)$$

Применив в

$$\sum_{i=1}^N P_i Y_i \geq M_Y^{\text{max}} - M_{Y0}$$

$$\text{и } \sum_{i=1}^N P_i Y_i \geq M_Y^{\text{min}} - M_{Y0},$$

где $M_{Y0} = D_0 Y_{g0}$, подстановку в виде

$$M_Y^{\text{max}} = M_{Y2}^{\text{max}} + (M_Y^{\text{max}})'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right),$$

получим линейные ограничения по крену:

$$\sum_{i=1}^N P_i (Y_i + (M_Y^{\text{max}})'_2) \leq \leq M_{Y2}^{\text{max}} - (M_Y^{\text{max}})'_2 P_{\text{сум}} + M_{Y0}; \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i (Y_i + (M_Y^{\text{max}})'_2) \geq \geq M_{Y2}^{\text{min}} - (M_Y^{\text{min}})'_2 P_{\text{сум}} + M_{Y0}; \quad (9)$$

где допускаемое значение кренящего момента можно вычислить с помощью кривой предельно допускаемых метацентрических высот $h_{\text{min}} = f(D)$ по формуле

$$M_{Y2}^{\text{min}} = (D_0 + P_{\text{сум}}) \theta_{\text{max}} h_{\text{min}2},$$

а его производную по формуле

$$(M_Y^{\text{min}})'_2 = \theta_{\text{max}} h_{\text{min}2} + \theta_{\text{max}} (D_0 + P_{\text{сум}}) h'_{\text{min}2};$$

для заранее выбранного максимально допускаемого угла крена θ_{max} (например, 0,5 градусов).

Ограничения $\sum_{i=1}^N P_i Z_i \leq M_Z^{\text{max}} - M_{Z0}$ и $\sum_{i=1}^N P_i Z_i \geq M_Z^{\text{min}} - M_{Z0}$, связанные с начальной остойчивостью и качкой, линеаризуются заменами:

$$M_Z^{\text{max}} = M_{Z2}^{\text{max}} + (M_Z^{\text{max}})'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right);$$

$$M_Z^{\text{min}} = M_{Z2}^{\text{min}} + (M_Z^{\text{min}})'_2 \left(\sum_{i=1}^N P_i - P_{\text{сум}} \right);$$

$$\bar{m}' = m'/100, \quad \bar{X}'_c = \frac{L}{100D} X'_c;$$

$$\bar{Z}'_m = \frac{d}{10D} Z'_m, \quad \bar{q}' = q'/10L.$$

После необходимых преобразований получим следующие ограничения:

$$\sum_{i=1}^N P_i (Z_i + (M_Z^{\text{max}})'_2) \leq \leq M_{Z2}^{\text{max}} - (M_Z^{\text{max}})'_2 P_{\text{сум}} + M_{Z0}; \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i (Z_i + (M_Z^{\text{min}})'_2) \leq \leq M_{Z2}^{\text{min}} - (M_Z^{\text{min}})'_2 P_{\text{сум}} + M_{Z0}; \quad (11)$$

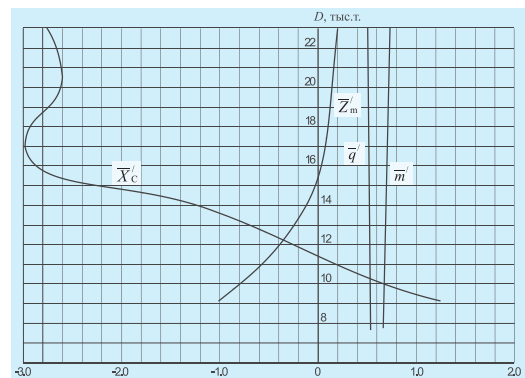


Рис. 3. Нормированные производные по водоизмещению некоторых гидростатических кривых

$$\text{где } M_{Z0} = D_0 Z_{g0} + M_{Z0} \frac{1}{2}.$$

При наличии только кривых h_{min} и h_{max} величины M_{Z2}^{max} , M_{Z2}^{min} и их производные можно найти так:

$$M_{Z2}^{\text{max}} = (D_0 + P_{\text{сум}})(Z_{m2} - h_{\text{min}2});$$

$$M_{Z2}^{\text{min}} = (D_0 + P_{\text{сум}})(Z_{m2} - h_{\text{max}2});$$

$$(M_Z^{\text{max}})'_2 = Z_{g2}^{\text{max}} + (D_0 + P_{\text{сум}})(Z_{m2} - h_{\text{min}2});$$

$$(M_Z^{\text{min}})'_2 = Z_{g2}^{\text{min}} + (D_0 + P_{\text{сум}})(Z_{m2} - h_{\text{max}2}),$$

$$\text{где } Z_{g2}^{\text{max}} = Z_{m2} - h_{\text{min}2}, \quad Z_{g2}^{\text{min}} = Z_{m2} - h_{\text{max}2}.$$

Весьма серьезным вопросом при линеаризации ограничений по крену и остойчивости является учет влияния появляющихся при частичном заполнении свободных поверхностей жидкости.

Можно использовать ряд способов пересчета аппликат ЦТ:

- частичная компенсация за счет использования аппликаты ЦТ груза при полном заполнении (полная компенсация влияния свободной поверхности в данном случае возможна только для цистерн, вытянутых по высоте, и сравнительно малой поправкой, причем для уровней заполнения, меньших некоторого критического);

- представление аппликаты ЦТ груза в i -м помещении в виде $Z_i = Z_{\text{max}} + \Delta M_{Zi}/P_{\text{max}}$, где Z_{max} – максимально возможная аппликата ЦТ груза; P_{max} – максимально допустимая масса груза в i -м помещении.

Другой путь – пересчет допускаемого значения начальной МЦ высоты:

- предложение об учете влияния свободных поверхностей сразу во всех цистернах $h_{\text{min}i} = h_{\text{min}} + \Delta M_{Zi}/(D_0 + P_{\text{бал}})$;

- введение среднестатистической поправки на влияние свободных поверхностей Δh : $h_{\text{min}i} + \Delta h$.

Учитывая очень сложную ситуацию с линеаризованными ограничениями по начальной остойчивости и неудачность попыток использования большей части вышеуказанных способов учета влияния свободной поверхности (из-за сильного ужесточения ограничений по остойчивости), были использованы результаты статистической обработки расчетов по программе оптимальной балластировки.

В итоге приняли $\Delta h = 0,20$ м (для ряда судов с малыми запасами начальной остойчивости Δh определялась специаль-

но, например, для контейнеровозов типа «Герои-панфиловцы» – $\Delta h = 0,06$ м), что хорошо согласовывается с так называемым «капитанским» запасом.

В итоге получаем линейную математическую модель, составленную из целевой функции $\max Z = \sum_{i=1}^N P_i$ (для оптимальной загрузки) или $\min Z = \sum_{i=1}^N P_i$ (для оптимальной балластировки) и ранее линейризованных ограничений (5) – (11).

Кроме того, в нее входят ограничения по осадкам

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{d}_{hi} \leq d_{hi}^{\max} - d_{h0}; \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{d}_{hi} \leq d_{hi}^{\min} - d_{h0}; \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{d}_{ki} \leq d_{k0}^{\max} - d_{k0}; \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{d}_{ki} \leq d_{k0}^{\min} - d_{k0}. \quad (15)$$

В нее включаются ограничения по общей продольной прочности (16)–(19):

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{m}_{ij} \leq \frac{10}{L} ([M]_j^{\max} - M_{j0}); \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{m}_{ij} \geq \frac{10}{L} ([M]_j^{\min} - M_{j0}); \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{n}_{ij} \leq [N]_j^{\max} - N_{j0}; \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i \bar{n}_{ij} \geq [N]_j^{\min} - N_{j0}, \quad (19)$$

где $j = 1, 2, \dots, k; L$ – длина судна.

Неизвестная масса груза в i -м помещении также ограничена полезной грузовместимостью этого помещения $P_i^{\max}(W)$ и максимально допустимой нагрузкой на перекрытие в этом помещении $P_i^{\max}(S)$:

$$P_i \leq P_i^{\max}, i = 1, 2, \dots, n; \quad (20)$$

$$P_i \leq P_i^{\min}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (21)$$

где $P_i^{\max}$ и $P_i^{\min}$ – максимально и минимально допускаемые массы груза,

$$P_i^{\max} = \min\{P_i^{\max}(S), P_i^{\max}(W)\},$$

$P_i^{\min} = \max\{0, P_i^{\min}(B)\}$, причем $P_i^{\min}(B)$ – масса груза, уже находящегося в i -м грузовом помещении.

Такая линейная модель соответствует «оптимальному» размещению однородных грузов по грузовым помещениям судна и позволяет успешно применять методы линейного программирования.

Учитывая, что метод сепарабельного программирования (СП) эффективен в окрестностях точки линейности, точность полученного решения, в основном, определяется точностью приближенного определения суммарной массы груза $P_{\text{сум}}$ (аналогично балласта $P_{\text{бал}}$), а также величины ΔP , определяющей положение секущей.

При оптимизации размещения однородного груза, когда в качестве целевой функции применяется максимум груза на борту, было отмечено, что фактическая суммарная масса груза практически всегда определяется ограничением по наибольшей средней осадке, будь то грузовая марка или проходная осадка порта или реки.

При этом величина ΔP не превышает 1% от водоизмещения после приема данного груза $D_0 + P_{\text{сум}}$ отсюда погрешность в определении дифферента, осадок, метацентрической высоты была не более 2–5 см, изгибающих моментов и перерезывающих сил – до 5% (в крайних редких случаях до 10%).

Под погрешностями в данном случае понимаются отклонения в опасную сторону от заданных ограничений. Например, при допускаемом максимальном дифференте 0,80 м получение результата в 0,85 м означает наличие погрешности в 0,05 м, а величины 0,75 м – соответствуют отсутствию погрешности вообще.

В оценках точности удовлетворения ограничений по общей продольной прочности особую роль играет количество сечений k , где осуществляется проверка прочности. Например, при $k = 1$ (мидель) велика вероятность пропуска экстремума эпюры, что может привести к неудачному варианту размещения груза, удовлетворяющему прочностным ограничениям только на миделе. Рост k очень серьезно влияет на время расчета, т.к. количество ограничений по прочности равно $4k$. Таким образом, требуется разумный компромисс с учетом особенностей каждого типа судов.

Например, для балкеров, было установлено путем массовых расчетов минимальное $k = 7$ (сечения с абсциссами $X = 0, \pm 0,05L, \pm 0,15L, \pm 0,25L$). При этом вводился дополнительный коэффициент запаса для компенсации возможных выбросов между контрольными сечениями в виде $[M] = [M]_0 + K_{\text{зап}}$, где $K_{\text{зап}} = 0,90$, т.е. применяемые в оптимизации для балкеров допускаемые значения изгибающих моментов уменьшаются на 10%.

Значительно сложнее обстоит дело при расчетах балластировки, где величина $P_{\text{бал}}$ реально зависит как от удифферентовки, крена и остойчивости, так и от изгибающих моментов.

Для ряда конкретных судов суммарная масса балласта $P_{\text{бал}}$ определялась путем линейной интерполяции аппроксимированных величин $P_{\text{бал}}$ при фиксированных $X_{g0}, Z_{g0}, \Delta d_{\min}, h_{\min}$.

При отсутствии подобной информации и для судов с достаточной остойчивостью, величины суммарной массы балласта для приближенного удовлетворения основных ограничений определяются как наибольшие из следующих:

– по углу крена $\theta_{\max}$:

$$P_{\text{бал}} = \left(D \frac{\theta_{\max}}{57,3} h_{\min} - M_{y0} \right) / \left(\frac{B}{4} - \frac{\theta_{\max}}{57,3} h_{\min} \right);$$

$$P_{\text{бал}} = \left(D \frac{\theta_{\max}}{57,3} h_{\min} - M_{y0} \right) / \left(-\frac{B}{4} - \frac{\theta_{\max}}{57,3} h_{\min} \right);$$

– по дифференту $\Delta d_{\min}$:

$$P_{\text{бал}} = (\Delta d_{\min} DR - M_{x0} L) / \left(\frac{L}{4} L - R \Delta d_{\min} \right);$$

$$P_{\text{бал}} = (\Delta d_{\min} DR - M_{x0} L) / \left(-\frac{L}{4} L - R \Delta d_{\min} \right);$$

– по минимальным осадкам

$$P_{\text{бал}} = 100 \left(\frac{d_{\text{н}} + d_{\text{к}}}{2} - d_0 \right) q;$$

– по минимальной м.д. высоте $h_{\min}$

$$P_{\text{бал}} = (D(Z_m - h_{\min}) - M_{z0}) / \left(\frac{B}{20} - Z_m + h_{\min} \right),$$

где R – продольный радиус инерции.

Величина ΔP не превышает 10–15% от $P_{\text{бал}}$, погрешности основных параметров посадки и остойчивости практически такие же, как и при размещении груза.

В любом случае найденный с помощью СП грузовой план будет в действительности оптимальным лишь для использованной модели эксплуатационного состояния судна.

Подобное квазиоптимальное распределение груза может нуждаться в корректировке и проверке. Иными словами, требуется тесное взаимодействие алгоритмов поиска оптимального состояния с контролем мореходно-прочностных характеристик судна. Идея взаимодействия была реализована в разработанном автором пакете программ SHIP.03-06, когда подпрограмма оптимизации выводит результат работы прямо в подпрограмму контроля с указанием полученных после оптимизации фактических параметров посадки, остойчивости и прочности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемые в статье способы линеаризации мореходно-прочностных ограничений обеспечивают достаточную точность результатов оптимизации и могут быть рекомендованы для программ автоматизированного расчета загрузки и балластировки судов различных типов.

ЛИТЕРАТУРА

- Егоров Г.В. Вопросы оптимизации загрузки и балластировки судов // Судостроение и судоремонт: Сб. науч. тр. ОИИМФ. – М.: В/О Мортехинформреклама, 1989. – С. 55–59.
- Егоров Г.В. Математическая модель оптимального размещения однородного груза по помещениям судна / ОИИМФ. – Одесса, 1989. – 13 с. – Деп. в В/О Мортехинформреклама 27.02.89, № 956-МФ.
- Егоров Г.В. Разработка методов оптимизации прочностных решений при эксплуатации судов: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Одесса, ОИИМФ, 1993. – 431 с.
- Егоров Г.В. Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов // Автоматизация судовых технических средств: Науч.-техн. сб. – 2000. – Вып. 5. – С. 36–53.
- Егоров Г.В. Метод определения усилий на тихой воде в произвольном сечении судна при минимуме исходных данных // Проблемы техники. – 2004. – № 3. – С. 34–49. ■

Функциональная разобщенность групп разработчиков приводит к тому, что одни и те же компоненты разрабатываются многократно. В результате пропорционально падает суммарная производительность труда, а это значит, что производимые продукты будут дорогими и некачественными.

Проект ставит своей целью разработку подходов к созданию компьютерной системы, решающей произвольные дискретные задачи по их декларативному описанию и данным, носит инженерный характер и реализуется путем комбинирования и адаптации зарекомендовавших себя на практике технологий.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрим перечень компонент, необходимых для создания интеллектуальных систем. Предложенный подход можно продолжить, разбивая большие компоненты на субкомпоненты и т. д. Такой подход не только позволяет увеличить производительность труда благодаря разделению, но и снизить уровень необходимой квалификации для работы в этой области.

Для выявления необходимых компонент рассмотрим кратко процесс решения практических задач и по ходу процесса выделим компоненты.

Работа над задачей начинается с того, что строится модель на некотором языке моделирования (см. «исходная задача», «моделирование», «язык моделирования» на рис. 1). При создании модели следует выделить существенные для задачи моменты, а второстепенные и несущественные детали отбросить. Так возникает потребность в первом компоненте – языке моделирования. Наиболее удобна объектно-ориентированная методология UML в совокупности с обычным языком математики.

1. После того как создана модель, требуется подобрать или разработать самостоятельно программное обеспечение (см. «решение», «решатель», «решенная задача» на рис. 1). Возникает необходимость во втором компоненте – в «решателе» задач.

2. Не всегда условия модели прямо «ложатся» на используемый «решатель» задач. Иногда требуется привести условия исходной модели к виду, в котором «решатель» понимает условия задачи. Этот элемент мы назовем генератором (см. «генерация», «генератор»). В его цели входит трансляция исходной пользовательской модели в модель решателя и подстановка конкретных исходных данных. В качестве примера можно привести «решатель» линейных задач. В этом случае генератор должен уметь

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА БАЗЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ

А.А. Арутюнян, канд. техн. наук, генеральный директор ОАО «Пролетарский завод»,
Д.В. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»,
В.Д. Завирухо, советник ген. директора – ученый секретарь ОАО «Пролетарский завод»,
А.А. Георгиев, начальник сектора ЗАО «ЦНИИ СМ»,
 контакт. тел. 8 921 4478497

переводить условия модели в линейные условия (если, конечно, это вообще возможно). Вполне вероятен вариант, когда «решатель» – это какой-либо язык программирования. В этом случае роль генератора – создание программы по декларативному описанию.

3. Описание модели на языке. Чтобы генератор смог использовать модель, ее нужно преобразовать к удобному для обработки виду. Этот четвертый компонент называется компилятором (см. «компиляция», «компилятор» на рис. 1).

4. Современные средства разработки немислимы без комфортной интегрированной среды, содержащей не только средства собственно разработки, но и средства отладки. Это – пятый компонент.

Таким образом, при наличии качественных компонент, пользователю достаточно сформулировать условия задачи в декларативном виде и задать данные. В результате он получит решение задачи (см. рис. 1).

Компоненты неравнозначны по сложности. Несомненно, «решатель» и генератор – самые наукоемкие из них.

ОПИСАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА БАЗЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Системы описываются по рассмотренному выше покомпонентному принципу (рис. 2). Основные компоненты

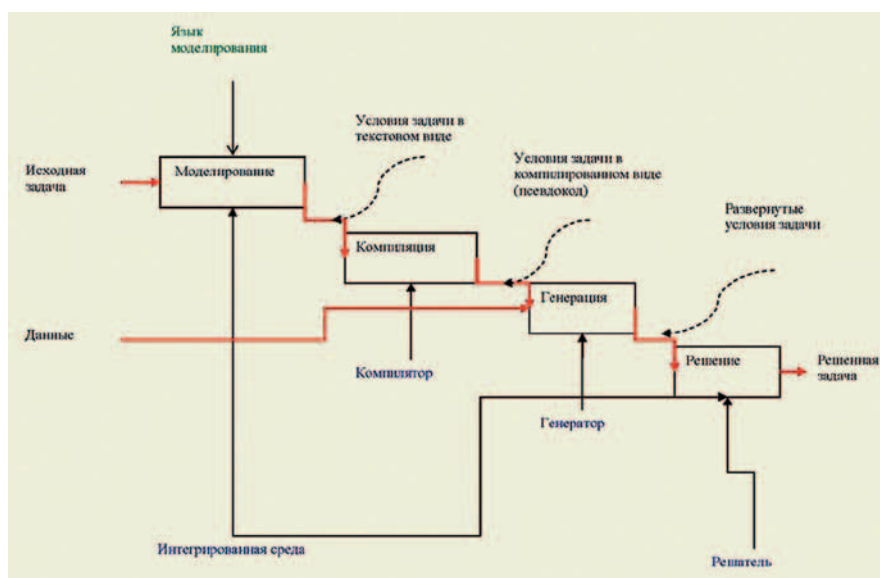


Рис.1. Основные компоненты интеллектуальных систем

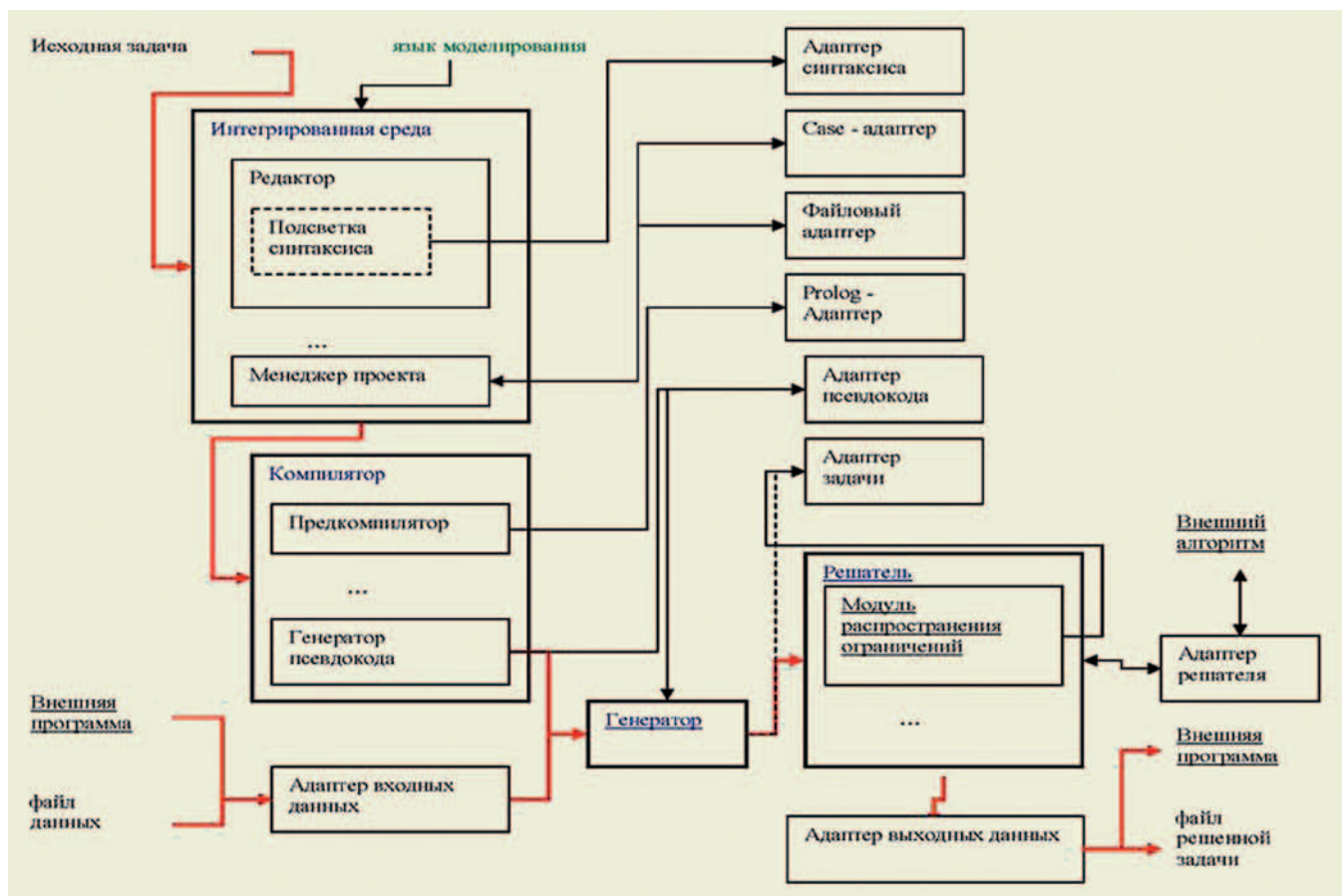


Рис. 2. Структура системы

окружены программами-агентами, позволяющими работать с внешними данными и программами.

Основные компоненты:

1. Язык моделирования – позволяет сформулировать, достаточно произвольные, дискретные задачи.

2. Интегрированная среда – в ней ведется разработка.

3. Компилятор описания с языка в структурированный вид – псевдокод. С помощью адаптера псевдокода можно сохранять и считывать это структурированное описание.

4. Генератор (в него необходимо загрузить псевдокод и данные) – преобразует задачу к виду, в котором «решатель» понимает условия задачи, при этом попутно «оптимизирует» условия: производится «деформирование» данных модели, вычисляются постоянные выражения и так далее.

5. «Решатель» задач – математическое ядро дискретной оптимизации.

Есть еще адаптер задачи, который позволяет вывести «развернутую» задачу в файл. Казалось бы, адаптер должен быть подключен к генератору (это отражает пунктирная линия на рисунке), так как именно он формирует развернутую задачу для «решателя». Но в нем есть модуль распространения ограничений, который запускается до начала поиска решения. Это позволяет уменьшить диапазоны переменных и иногда найти

тождественно истинные ограничения. Поэтому адаптер подключен к данному модулю. Адаптер «решателя» позволяет подключать внешние алгоритмы поиска решений.

ПОРЯДОК РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИСТЕМОЙ

После того как разработка проекта завершена, система запускается на выполнение. Решение происходит в несколько этапов:

1. Проверка синтаксиса и семантики. Происходит семантический контроль возможности интерпретации системой выражений программы.

2. Генерация схемы. Формируется псевдокод, который интерпретируется решателем задач.

3. Создание схемы. В интерпретаторе создаются внутренние таблицы для хранения данных.

4. Ввод данных.

5. Генерация задачи. Происходит «развертывание задачи»: вычисляются все выражения.

6. Предварительная проверка условий.

7. Поиск решения. Если во время предварительной проверки не обнаружено противоречий, то система пытается найти какое-либо решение. Система пытается подобрать такие значения переменных, чтобы удовлетворить всем

условиям задачи. Если такой комбинации не существует, то система выдаст сообщение об отсутствии решения.

8. Оптимизация решения. Если задача требует оптимизации, то, после того как найдено хотя бы одно решение, система постепенно улучшает качество решения. В интегрированной среде поиск будет продолжен до тех пор, пока система не обнаружит, что улучшить решение невозможно.

Постановка задачи. Математическое ядро, решающее задачи, требует постановки задачи в следующем виде:

1. Дано множество переменных $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

2. Для каждой переменной x_j задано множество D_j возможных значений, которые может принимать переменная x_j .

3. Дано множество ограничений $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$, накладываемых на значения переменных, критерий оптимальности f .

Суть решения задачи состоит в том, чтобы найти такие значения переменных, которые удовлетворяют всем ограничениям одновременно.

Цели при решении задачи могут быть следующие:

1. Поиск какого-либо одного решения.

2. Поиск всех решений.

3. Поиск оптимального, или, по крайней мере, хорошего решения, определяемого целевой функцией от нескольких или всех переменных задачи.

Генерация – это процесс превращения исходной программы во множество переменных и ограничений. В первую очередь считаются данные. Только после этого происходит непосредственная генерация переменных и ограничений. Последовательность генерации переменных и ограничений упорядочена.

Распространения ограничений. При решении задач фундаментальное значение имеет такой метод уменьшения пространства поиска, как «распространение ограничений». Суть его заключается в том, чтобы заниматься не пассивной проверкой ограничений, когда все значения переменных уже присвоены, а активным извлечением информации из ограничений по мере поиска решения и отсека не допустимых значений переменных.

Технически распространение перебора выглядит следующим образом. Существует некоторая очередь из ограничений, которые мы хотим просмотреть на предмет извлечения дополнительной информации. В цикле извлекаем по одному ограничению и обрабатываем его. Если при обработке ограничения не было обнаружено новой информации (не было отсечено ни одного значения ни одной переменной), то такое ограничение просто удаляется из очереди. Если для некоторых переменных были обнаружены и запрещены недопустимые значения, то в очередь нужно поместить все ограничения, которые содержат эти переменные. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет обнаружено противоречие, либо очередь ограничений не опустеет. Процесс обработки ограничений и отсека не допустимых значений переменных и есть распространение ограничений.

Алгоритм поиска. Наиболее удобный способ вычислений – стратегия регулярного поиска в глубину. Он представляет собой рекурсивную процедуру, при каждом вызове которой производятся следующие действия:

1. Выбирается одна из переменных, которая может принимать (на текущий момент поиска решения) более одного значения. Если такой переменной нет (то есть все переменные известны), то найдено решение.
2. В цикле происходят присвоения допустимых значений этой переменной с дальнейшим распространением ограничений. Если при распространении ограничений не обнаруживается противоречий, то вызов этой функции повторяется.

ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ

Вычислительные трудности, возникающие при точном решении реальных

прикладных задач, имеющих большую размерность и специфические ограничения, заставляют обращаться к поиску эффективных алгоритмов нахождения приближенных решений. Значительное место среди приближенных методов занимают методы отыскания локального экстремума и методы, основанные на случайном поиске в области допустимых значений. Хорошие результаты дают методы, синтезирующие случайный поиск с локальной оптимизацией.

Метод локальной оптимизации для дискретных задач строится по следующему принципу. Выбирается (случайно или в соответствии с некоторым детерминированным правилом) исходное допустимое решение. Определяется окрестность этого решения, обычно состоящая из небольшого числа точек, и строится локальный оптимум. Процесс повторяется многократно, и из полученных локальных экстремумов лучший по значению целевой функции берется за приближенное решение.

Перейдем к формальному изложению схемы поиска точки локального максимума функции $f(x)$, $x = (x_1, \dots, x_n)$ на множестве допустимых решений Ω_f .

Пусть Ω – некоторое расширение множества Ω_f . На Ω зададим метрику. Для этого определим функцию расстояния $r(x', x'') \geq 0$, удовлетворяющую условиям:

- 1) $r(x', x'') = r(x'', x')$, $x', x'' \in \Omega$;
- 2) $r(x', x'') = 0$, если и только если $x = x''$, $x', x'' \in \Omega$;
- 3) $r(x', x'') + r(x'', x''') \geq r(x', x''')$, $x', x'', x''' \in \Omega$.

Окрестностью $O_\rho(x^0)$ радиуса $\rho > 0$ точки $x^0 \in \Omega$ назовем совокупность точек $x \in \Omega$, удовлетворяющих неравенству $r(x^0, x) \leq \rho$, т. е. точек множества Ω , отстоящих от x^0 на расстоянии, не большем ρ .

Допустимое решение $x^0 \in \Omega_f$ назовем точкой локального максимума функции $f(x)$ относительно окрестности радиуса ρ (локально-оптимальным решением), если $f(x^0) \geq f(x)$ для всех $x \in O_\rho(x^0) \cap \Omega_f$.

Схема локальной оптимизации. Выбрать начальное допустимое решение x^0 , фиксировать радиус ρ и задать метрику на Ω .

Считая, что на $(k-1)$ -м шаге было получено допустимое решение x_{k-1} , на k -м шаге ($k = 1, 2, \dots$) находим оптимальное решение x_k в локальной задаче:

$$\max\{f(x) | x \in O_\rho(x_{k-1}) \cap \Omega_f\}.$$

Если $f(x_k) > f(x_{k-1})$, необходимо перейти к следующему шагу; в случае же $f(x_k) = f(x_{k-1})$ допустимое решение x_k яв-

ляется точкой локального максимума. После этого либо заканчиваем процесс и лучшее из локально-оптимальных решений принимаем за приближенное решение, либо продолжаем процесс, выбирая другое начальное приближение или увеличивая радиус ρ .

Вместо решения локальной задачи (1) и нахождения точки x_k , максимизирующей $f(x)$ на множестве $O_\rho(x_{k-1}) \cap \Omega_f$, можно ограничиться выбором произвольной точки x'_k из этого множества, удовлетворяющей неравенству $f(x'_k) > f(x_{k-1})$. А если требуемой точки x'_k не существует, то считаем, что x_{k-1} и есть точка локального максимума.

Такое изменение в общей схеме может быть полезным в случае, когда $O_\rho(x)$ состоит из большого числа точек, а для решения локальной задачи (1) не существует метода, отличного от полного перебора элементов окрестности $O_\rho(x)$. Для реализации перебора точек x_s , $s = \overline{1, q}$, множества $O_\rho(x) \cap \Omega_f$ обычно вводят так называемый вектор спада

$$R(x) = (\Delta(x, x_1), \dots, \Delta(x, x_q)),$$

где $\Delta(x, x_s) = f(x) - f(x_s)$, $s = \overline{1, q}$. Если $\Delta(x, x_s) \geq 0$ для всех S , то вектор $x \in \Omega_f$ является точкой локального максимума.

Таким образом, на k -м шаге схемы, перебирая точки окрестности $O_\rho(x_{k-1}) \cap \Omega_f$, стремимся выбрать точку $x_k \in \Omega_f$, удовлетворяющую условию $\Delta(x_{k-1}, x_k) < 0$.

Описанная схема определена с точностью до параметров $r(x', x'')$ и ρ . Вариации параметров будут приводить к различным алгоритмам семейства, объединяемого схемой. Параметры схемы можно изменять и в процессе поиска локально-оптимальных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка комплексных интеллектуальных систем для решения задач оптимизации позволит при определенной квалификации пользователя решать широкий спектр задач, в том числе задачи из теории графов, дискретные задачи, а также планировать производственные системы.

Программа найдет широкое применение для решения задач конструирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта Пер. с фр. – М.: Мир, 1991. – 568 с.
2. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. – М.: Мир, 1974.
3. Ковалев М.М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование. – 2-е изд. – 2003. – 192 с. ■

Переход российской судостроительной промышленности к работе в рыночных условиях оказался сложным и болезненным процессом, который привел к ломке привычных управленческих систем и концепций, поставил перед предприятиями целый ряд новых масштабных проблем, от своевременности и полноты решения которых зависит сам факт существования предприятий. Наиболее ярко большинство проблем предприятий отражается в уровне их конкурентоспособности на мировом рынке гражданского судостроения.

Способность верфи работать на мировом рынке зависит от эффективности ее производства. Никакой маркетинг не поможет реализовать слабый по качеству или несоответствующий требованиям заказчика проект судна или продать его по непомерной цене, компенсирующей высокие затраты.

Все это заставляет верфи тщательно оценивать свое положение на мировом судостроительном рынке или, иными словами, свою *конкурентоспособность*. Проблемы повышения конкурентоспособности российских верфей приходится решать сегодня в условиях ускоренного развития мирового судостроения и высокого уровня конкуренции в судостроительной индустрии.

Главная проблема, которая уже со всей серьезностью встала перед российскими судостроителями – это повышение производительности труда, на которую влияют следующие факторы:

- используемые верфью технология, оборудование и сооружения;
- компетентность управленческого персонала;
- организация производства;
- уровень квалификации рабочих;
- система стимулирования персонала.

С экономической точки зрения конкурентоспособность верфи определяется конкурентоспособностью по затратам всех операций, включая эффективность закупки материалов и оборудования и эффективность собственных работ верфи по постройке судна.

Конкурентоспособность верфи при прочих равных условиях (качестве продукции, сроках поставки и др.) определяется, в первую очередь, соотношением между стоимостью рабочей силы и производительностью труда.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

В период между 1964–1976 гг. мировое судостроение было процветающей отраслью промышленности. Нефтяной кризис 1976–1980 гг. наиболее резко ударил по европейскому судостроению, оказавшемуся неспособным конкурировать с японскими верфями в области

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СУДОСТРОЕНИЯ

А.Б. Грицан, начальник управления

ОАО «ЗЦС» Объединенной судостроительной корпорации,

С.И. Логачев, д-р техн. наук, проф., ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,

Н.А. Тарасова, специалист

ОАО «ЗЦС» Объединенной судостроительной корпорации,

контакт. тел. (812) 7236686

строительства стандартных судов для перевозки насыпных и наливных грузов. Европейским судостроением был сделан поворот в сторону строительства технически сложных судов с высокой добавленной стоимостью (круизные лайнеры, газовозы и т.д.), рынок которых и сегодня европейские судостроители рассматривают в качестве зоны своих жизненных интересов.

В условиях жесткой конкурентной борьбы европейские верфи разработали *концепцию выживаемости*, базирующуюся на следующих основных принципах:

- *сокращение эксплуатационных расходов на содержание верфи;*
- *повышение производительности труда.*

С этой целью была резко сокращена численность основных производственных рабочих (и соответственно управленческого и инженерно-технического персонала) за счет передачи большей части объема работ верфи на *субподряд* и части функций, ранее выполняемых верфью – на *аутсорсинг*. Таким образом, был создан костяк квалифицированной рабочей силы и управленческого аппарата, обеспечивающий устойчивость предприятия. Указанные мероприятия позволили резко сократить эксплуатационные расходы на содержание верфей.

Повышение производительности труда происходило параллельно с сокращением численности персонала за счет внедрения новой техники и технологий, включая информационные, и повышения организации производства.

Явление субподряда или передачи верфями части объема своих работ сторонним организациям было ускорено вторым нефтяным кризисом в начале 1980-х гг. Верфи продали все свои мощности, не связанные с их основной деятельностью, и сосредоточились только на изготовлении корпуса. Использование субподрядчиков позволило верфям сглаживать колебания в загрузке производства.

По своей сути эти мероприятия опирались на философию сборочной верфи, которая исходила из того, что хотя основные виды судостроительных работ (изготовление корпуса, трубообработка, механомонтажные работы и др.) невозможно кардинально изменить, однако можно изменить место проведения этих работ.

Концепция сборочной верфи дала возможность использовать большую сеть субподрядчиков для выполнения производственных работ параллельно, что резко сократило сроки постройки судна, но требовало от верфи значительно больших усилий по координации собственных работ и работ субподрядчиков, процессов проектирования и закупки.

По этому же пути идут и корейские верфи. С 2003 по 2008 г. численность персонала работающих в судостроении субподрядных организаций выросла с 40% до 60% общей численности персонала, занятого в судостроении Южной Кореи.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОГО ОБЪЕМА ВЫПУСКА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕРФИ

Производительность – это соотношение между полученными результатами (например, объемом выпуска продукции) и затраченными для получения этих результатов ресурсами. В качестве ресурсов могут выступать материалы, трудовые ресурсы и т.д. Иногда вместо термина «производительность» употребляется термин «выработка».

Годовой объем выпуска судов определяется прежде всего производственными мощностями, техническим и технологическим уровнем верфи.

В судостроении не существует универсального общепринятого показателя измерения объема выпуска. Судоверфи выпускают большое разнообразие судов, различающихся по своим размерам и сложности постройки. Традиционной мерой выпуска судостроительной про-

дукции был общий вес обработанной корпусной стали построенных судов, однако эта мера не учитывает более высокий уровень трудоемкости, применяемой при постройке судов более сложной конструкции.

Ранее широко использовался в качестве показателя объема выпуска *дедвейт построенных судов* (широко применяется на китайских верфях). Однако, если верфь изменяет номенклатуру выпускаемой продукции, например, переходя от контейнеровозов к строительству крупнотоннажных танкеров типа VLCC, объем выпуска, измеренный в тоннах дедвейта, существенно возрастет даже без увеличения числа рабочих или применения передовых технологий.

Другой использовавшийся показатель – это *валовой регистровый тоннаж (gt)* судна (впервые начал использоваться для измерения объема выпуска продукции на японских верфях). Неучтенными при этом остаются факторы качества и технической сложности судов. Как раз эти факторы сейчас становятся в возрастающей степени наиболее важными, так как они выражают потенциальные возможности судостроительной верфи или страны.

Известно, что, чем выше степень технической сложности судна, тем больше затраты на его постройку. Также известно, что, чем больше по размерам одно судно другого (такого же типа и сопоставимой технической оснащенности), тем меньше издержки производства на единицу размера судна, выраженного в брутто-регистровых тоннах или тоннах дедвейта.

Для того чтобы учесть указанные факторы, в начале 90-х гг. была разработана новая единица для измерения объема выпуска судов, названная *компенсированной регистровой тонной (cgt)*. Она в какой-то степени учитывает различия в сложности постройки разных типов судов.

Используя новую единицу, можно показать, что простой в изготовлении крупнотоннажный танкер дедвейтом 300 000 т и валовым регистровым тоннажом 160 000 рег.т будет иметь компенсированный регистровый тоннаж в размере 40 000 cgt, в то время как более сложный, но меньший в размерах контейнеровоз вместимостью 9 000 TEU, дедвейтом около 100 000 т и валовым регистровым тоннажом 95 000 рег.т будет иметь компенсированный регистровый тоннаж порядка 60 000 cgt. Компенсированная регистровая тонна лучше отражает объем выпуска верфи.

Методику определения компенсированного регистрового тоннажа судов различных типов, утвержденную комиссией Евросоюза в 2007 г., можно найти в [1].

Для судов различных типов и размеров, построенных на одной верфи, удельная трудоемкость, приходящаяся на 1 комп. рег.т оказывается приблизительно одинаковой. Это видно из данных табл. 1, составленной по зарубежным данным, однако и данные по российской верфи подтверждают эту закономерность, что видно последующей табл. 2.

Таблица 1
Удельная трудоемкость постройки судов различных типов на зарубежных верфях

Тип судна	Удельная трудоемкость 1 комп. рег.т, чел.-ч / cgt
Танкер SuezMax	22
Танкер-продуктовоз	20
Балкер	20
Контейнеровоз 4400 TEU	22
Контейнеровоз 1800 TEU	22

Следует отметить, что в конце 2009 г. удельная трудоемкость на 1 cgt на лучших корейских верфях, например «Daewoo», составила около 10 чел.-ч/cgt.

Таблица 2
Удельная трудоемкость постройки судов различных типов на отечественных предприятиях

Показатель	Танкер-продуктовоз 47 000 DWt	Буксир ледового класса с тяговым усилием 70 т
Валовой регистровый тоннаж судна, gt	27 775	663
Компенсированный регистровый тоннаж судна, cgt	23 350	2 583
Удельная трудоемкость, чел.-ч/cgt	60	56

На практике рассчитывают уровень производительности труда на любой верфи в виде выработки продукции за год, приходящейся на одного работающего. В числителе в качестве годового объема изготовленной продукции используется компенсированный регистровый тоннаж построенных судов,

в знаменателе – численность персонала верфи.

Производительность труда на верфи может быть также определена путем деления годового объема изготовленной продукции, выраженного через компенсированный регистровый тоннаж (cgt), на численность основных производственных рабочих. Однако, учитывая различный объем работ, выполняемых на разных верфях субподрядчиками, численность основных производственных рабочих необходимо брать с учетом численности субподрядчиков, а это уже достаточно сложно из-за отсутствия достоверной информации.

Продолжительность выполнения судостроительных контрактов обычно составляет более года, в то время как объем выпуска измеряется за год. Указанное обстоятельство может привести к некоторым искажениям. Поэтому в зарубежной практике принято использовать значение средней производительности, рассчитанной на основании данных, полученных за последние три года. Это делается с целью уменьшения воздействия перечисленных выше причин и учета ежегодного изменения в уровнях деловой активности.

Ниже, в табл. 3 приведена численность персонала и производительность труда корейских верфей, выраженной в виде выработки на 1 работника, включая персонал субподрядных организаций.

Из приведенной таблицы видно, что средний уровень производительности труда на 1 занятого в целом по южнокорейскому судостроению находится в диапазоне 100–120 cgt/чел.-год. У отдельных судостроительных компаний указанный показатель может отличаться от среднего уровня как в большую, так и в меньшую сторону.

В табл. 4 проведен анализ соотношения в уровнях производительности труда на одной из российских верфей и на корейских верфях в 2008 г.

Результаты анализа, проведенного в табл. 4, показывают, что *производительность труда на российской верфи в 2008 г. была в 10 раз ниже, чем на верфях Южной Кореи.*

Таблица 3
Численность персонала и производительность труда на корейских верфях

Наименование	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2005 г.	2004 г.
Административно-управленческий персонал, чел.	6 350	6 287	4 920	4 745	4 619
Инженерно-технический персонал, чел.	12 600	12 477	9 759	7 993	7 250
Рабочие, чел.	33 400	32 396	29 843	28 868	27 799
Субподрядчики, чел.	70 700	67 733	48 863	38 967	32 113
ИТОГО, чел.	123 050	118 893	93 385	80 573	71 781
Объем выпуска, млн. cgt;	14, 769	12, 158	9, 547	10, 209	8, 727
Выработка, cgt/чел.-год;	120	102	102	127	122

Источник: Korea Shipbuilder's Association

Таблица 4
Производительность труда корейских верфей и российской верфи на примере постройки танкера дедвейтом 47 000 т

Показатель	Верфи Южной Кореи (в среднем)	Российская верфь
Компенсированный регистровый тоннаж судна, cgt	23 350	23 350
Продолжительность постройки судна, мес.	12	18
Удельная трудоемкость, чел.-ч/cgt.	12	60
Производительность труда 1 производственного рабочего, включая субподрядчиков, cgt/чел.-год	140	30
Удельный вес производственных рабочих в общей численности персонала, %	84%	40%
Годовой фонд рабочего времени, ч	2000	1776
Производительность труда 1 занятого работника персонала, cgt/чел.-год	120	12

Другим используемым за рубежом показателем уровня производительности верфей является выработка продукции, приходящаяся на 1 м² площади построечных мест. Указанный показатель определяется путем деления объема выпуска судов, выраженного в компенсированном регистровом тоннаже (CGT) на общую площадь построечных мест верфи (стапелей, доков и т.д.).

Рассчитанный таким образом уровень производительности российской верфи в сравнение с аналогичным уровнем ведущих корейских верфей приведен в табл. 5.

Рассчитанные таким способом уровни производительности подтверждают

между стоимостью рабочей силы и производительностью труда. Поэтому, за рубежом в качестве критерия конкурентоспособности верфи используют показатель стоимости компенсированной регистровой тонны, представляющий собой стоимость работ верфи, приходящихся на единицу годового объема изготовленной продукции.

Указанный показатель наиболее часто используется как инструмент для сравнения *уровня конкурентоспособности верфей по издержкам*. Его исчисляют по следующей формуле:

$$K = C/P,$$

где K – уровень конкурентоспособности верфи, выраженный в виде показателя

Таблица 5
Уровень съема продукции с 1 м² построечных мест российской верфи и ведущих корейских верфей

Показатель	Российская верфь (2008 г.)	«Samsung» (2006г.)	«Daewoo» (2006г.)	«Hyundai» (2006г.)	«STX» (2006г.)
Общая площадь построечных мест, м ²	21 535	114 808	130 847	324 635	50 570
Годовой объем выпуска гражданского судостроения, cgt	39 703	2 171 095	1 785 435	4 071 974	927 661
Съем (выработка) продукции с 1 м ² стапельных мест, cgt / м ²	1,8	18,9	13,6	12,5	18,3
Относительный уровень производительности, %	100%	1025%	740%	680%	995%

полученное ранее в табл. 4 10-кратное соотношение этих показателей в пользу ведущих корейских верфей.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

Конкурентоспособность по издержкам. Конкурентоспособное предприятие должно обеспечивать:

- выпуск продукции необходимого качества и соответствующей по своим параметрам потребностям рынка;
- соблюдение заявленным заказчиком сроков поставки;
- рентабельную работу предприятия.

Конкурентоспособность верфи при прочих равных условиях (качестве продукции, сроках поставки и др.) определяется в первую очередь соотношением

стоимости компенсированной регистровой тонны, долл./cgt; C – удельная стоимость собственных работ верфи в единицу времени, долл./чел.-ч, долл./чел.-год и т.д.; P – производительность труда верфи в единицу времени, cgt / чел.-ч, cgt/чел.-год и т.д.

Соотношение рассчитанных уровней конкурентоспособности двух верфей даст в результате их *относительный уровень конкурентоспособности по издержкам*.

Неценовые факторы. Не только конкурентное ценообразование помогает верфи получить контракт. Привлекательной стороной для многих судовладельцев при выборе и первоначальном знакомстве с верфью яв-

ляются неценовые факторы, которые впоследствии могут помочь верфям к установлению тесных связей с заказчиками.

Не все судовладельцы ставят во главу перечня критериев, используемых для выбора верфи, цену постройки судна. К важным факторам, влияющим на выбор, относят также репутацию верфи, неудовлетворительное качество работ других верфей в этом секторе, наличие долговременных связей с верфью и свободных производственных мощностей, надежность в сроках поставки судов, способность и гибкость верфи в удовлетворении технических требований судовладельца, степень сотрудничества с группой наблюдения заказчика и т.д.

Наличие сильных неценовых факторов и умение их использовать фактически помогли корейским верфям установить тесные связи с заказчиками и способствовали тому, что многие судовладельцы стали ориентироваться в первую очередь на корейские верфи.

К основным неценовым факторам относятся следующие:

Наличие тесных связей с заказчиками. Корейские судостроители на протяжении многих лет придавали серьезное значение установлению долгосрочных тесных связей с основными всемирно известными судовладельцами. В результате теперь многие судовладельцы автоматически возвращаются на верфи, которые уже ранее им строили суда. Необходимо учитывать при этом другие важные аспекты – местный менталитет и верность судовладельцев отечественным верфям. Это, конечно, касается прежде всего Японии, где местные судовладельцы строят большинство своих судов на отечественных верфях;

Сжатые сроки строительства судов. Корейские судостроители постоянно демонстрируют более сжатые сроки строительства аналогичных судов по сравнению с европейскими судостроителями;

Надежность в сроках поставки. Обеспечение своевременности поставки судов имеет особое значение для судовладельцев в период роста фрахтовых ставок на рынке, поскольку они сильно заинтересованы в быстрейшем использовании нового тоннажа в период оживленного фрахтового рынка. Корейские верфи имеют признанную репутацию в удовлетворении заявляемых сроков поставки судов. Напротив, европейские судостроители в целом не могут являться в этой сфере достойными соперниками корейским верфям;

Качество. Корейские верфи имеют репутацию поставщиков высококачественных судов;

Перепродажная стоимость судна. Утверждается, что построенные в Корее суда имеют такое высокое качество, которое гарантирует более высокую стоимость их перепродажи. Это в значительной степени происходит вследствие качества проектов и постройки судов. Кроме того, поскольку корейские верфи строят суда большими сериями, судовладельцы точно знают, какое судно они получают, поскольку могут ознакомиться с характеристиками построенных предыдущих аналогичных судов серии. Этот элемент большей уверенности имеет очень важное значение, учитывая высокую стоимость постройки новых судов;

Послепродажное гарантийное обслуживание. Корейские верфи постоянно предлагают более высокий уровень послепродажного гарантийного обслуживания, чем европейские верфи.

Гибкость верфи в удовлетворении тактико-технических требований судовладельца. Корейские верфи создали себе превосходную репутацию в отношении гибкости удовлетворения специфических технических требований индивидуальных клиентов. Это происходит вследствие наличия у них сильных инженерных служб и приверженности удовлетворять требования клиентов, особенно если это касается поправок к типовому проекту судна;

Организация работы с клиентами. Корейские верфи имеют очень хорошую репутацию в этой области.

Текущий уровень конкурентоспособности российских верфей на рынке гражданского судостроения.

Рассмотрим в качестве примера строившийся на российской верфи серийно танкер дедвейтом 47 000 DWt. Так, если по качеству изготовления рассматриваемый танкер полностью отвечает требованиям мирового рынка, то по продолжительности постройки отстает (примерно в 1,5 раза) от лидеров мирового судостроения – корейских верфей (11 – 12 мес. в Корее и 16 – 18 мес. на российской верфи), являющихся к тому же и ценовыми лидерами на танкерном сегменте рынка судостроения.

Третьему признаку конкурентоспособности (рентабельности работы) российская верфь отвечает с большим трудом.

Ниже изложены причины такого положения дел. Первой и наиглавнейшей причиной является низкая производительность труда и не соответствующий ей уровень оплаты труда на предприятии.

Как было ранее показано расчетами, уровень *производительности труда* на российской верфи в 2008 г. был примерно в 10 раз ниже, чем на верфях Южной Кореи, и составлял около 12 cgt/чел.-год.

В то же время уровень заработной платы на российской верфи был ниже, чем на верфях Южной Кореи всего в 3,6 раза, что не соответствовало разнице в производительности труда (табл. 6).

Это означает, что расходы на заработную плату в составе себестоимости постройки судна на российской верфи были примерно в 2,7 раз выше, чем в Южной Корее. При этом уровень цен мирового рынка на стандартные суда формируется именно на базе издержек корейских верфей.

Для сравнения в табл. 7 приведены результаты анализа соотношения между производительностью труда и заработной платой персонала на российской верфи и зарубежных верфях за 2003 г.

Приведенные данные показывают, что расходы на заработную плату в составе себестоимости постройки судна в 2003 г. на российской верфи были также примерно в 2,6 раз выше, чем в Южной Корее.

отношении стоимость собственных работ китайских верфей составляет только 50% японского уровня и 30% корейского уровня соответственно.

Следствием *более длительной продолжительности постройки* танкеров на российской верфи является при прочих равных условиях, отнесение на себестоимость постройки судна большей массы накладных и финансовых расходов. Более высокая в России процентная ставка на кредиты по сравнению с Южной Кореей также ведет к дополнительным расходам.

В табл. 8 проведены результаты анализа соотношения собственных затрат на постройку танкера на российской и корейских верфях.

Таким образом, относительный уровень конкурентоспособности по издержкам у российской верфи примерно в два раза ниже уровня корейских верфей, что делает строительство гражданских судов в России низкорентабель-

Таблица 6

Производительность труда и заработная плата персонала на российской верфи и корейских верфях (2008 г.)

Верфи	Выработка на 1 работающего в год в комп.рег.т, cgrt/чел.-год	Средняя годовая заработная плата (с отчислениями) 1 работающего, долл./год	Зарботная плата на 1 комп.рег.т, долл./cgrt
Южной Кореи	120	60 000	500
Российская	12	16 560	1380

Таблица 7

Соотношение между производительностью труда и заработной платой персонала на российской верфи и зарубежных верфях в 2003 г.

Страна	Выработка на 1 работающего в год в комп.рег.т, cgrt/чел.-год	Средняя годовая заработная плата (с отчислениями) 1 работающего, долл./год	Зарботная плата на 1 в комп.рег.т, долл./cgrt
Южная Корея	120	36000	300
Польша	21,5	8110	376
Испания	86,2	23320	270
Нидерланды	82,5	31470	381
Россия	9	7060	784

С экономической точки зрения соотношение между производительностью труда и заработной платой персонала на российской верфи является не нормальным, не обеспечивающим конкурентоспособной работы верфи.

Если посмотреть на судостроение Китая, то по состоянию на июнь 2006 г. производительность труда на китайских верфях составляла 28% производительности японских верфей и 38% производительности корейских верфей. В то же время заработная плата на китайских верфях составила соответственно 14% японского уровня и 12% корейского. Естественно, что такое соотношение между производительностью труда и уровнем заработной платы на китайских верфях является экономически выгодным для ведения дел, поскольку при таком со-

ном. Без резкого повышения уровня производительности труда и дальнейшего сокращения продолжительности постройки вряд ли удастся снизить себестоимость постройки судов и достичь порога безубыточной работы.

В табл. 9 приведен сравнительный анализ структуры стоимости постройки танкера дедвейтом 47 000 т на российских и корейских верфях по состоянию на август 2008 г.

По предварительным расчетам, для поддержания безубыточного производства на рассматриваемой российской верфи потребуется производить в год около шести танкеров рассматриваемого дедвейта.

Низкий уровень производительности труда на российских верфях обусловлен причинами как общими

Уровень производительности труда на размер собственных затрат верфей (на примере танкера DW 47 000 т)

Показатель	Южная Корея	Российская верфь
Компенсированный регистровый тоннаж судна, cgt	23 350	23 350
Продолжительность постройки судна, мес.	12	18
Удельная трудоемкость на 1 cgt, чел.-ч/cgt.	12	60
Заработная плата основных производственных рабочих с отчислениями, долл., в том числе: – стоимость 1 чел.-ч основных производственных рабочих с отчислениями, долл./чел.-ч	8 960 000 32	15 120 000 10,8
Накладные расходы, долл., в том числе: – ставка накладных расходов, долл./чел.-ч	7 840 000 28	22 400 000 16
ИТОГО собственных затрат верфи:	16 800 000	37 520 000
Рыночная цена танкера в 2008г., долл.	53 000 000	53 000 000
Удельный вес собственных затрат верфи в цене судна, %	31,7	70,8

Таблица 9

Структура стоимости постройки танкера дедвейтом 47 000 т на российской и корейских верфях

Показатель	Корейская верфь	Российская верфь	Причины высокого уровня затрат на российских верфях
Продолжительность постройки судна, мес.	12	18	Отсталые технологии строительства судов и организация производства
Структура затрат на строительство судна			
Материалы, комплектующие изделия и оборудование	50,0%	62,0%	Отсутствие скидок от поставщиков оборудования и материалов вследствие малых объемов закупок и неэффективной процедуры закупок
Заработная плата с отчислениями основных производственных рабочих	17,0%	28,0%	Низкий (примерно в 10 раз) уровень производительности труда по сравнению с корейскими верфями и несоответствующий ему уровень зарплат
Накладные расходы	15,0%	42,0%	Высокие эксплуатационные затраты верфи вследствие низкого уровня технологии и организации производства и длительной продолжительности постройки
Прочие прямые расходы	4,0%	8,0%	Низкий уровень технологии и организации производства, длительная продолжительность постройки
Себестоимость постройки	86,0%	140,0%	Отсталые технологии строительства судов и организация производства
Рыночная цена судна	100,0%	100,0%	

для всей судостроительной отрасли, так и частными для каждой верфи, имеющими отношение к внутренней организации труда, производства, закупкам материалов и оборудования.

К *внешним причинам* и общим для всей судостроительной отрасли, относятся:

- изношенность основных фондов;
- технологическая отсталость;
- неконкурентная система финансирования постройки судов.
- отсутствие на российских верфях понятной и прозрачной для рабочих системы оплаты труда, стимулирующей рост производительности труда;
- отсутствие на российских верфях двух-, трехсменного режима работы, что ведет к длительной продол-

жительности постройки судов и в ряде случаев к потребностям в дополнительных площадях;

- отсутствие на российских верфях приемлемого уровня конструкторско-технологической подготовки производства, что приводит к серьезным дополнительным потерям;

- отсутствие на российских верфях эффективной системы закупок материалов и оборудования.

Повышение производительности труда необходимо сочетать с дальнейшей механизацией и автоматизацией производства, учитывая вероятность скорого дефицита рабочей силы, вызванного сокращением численности населения в Российской Федерации и потерей привлекательности основных судостроительных рабочих специальностей.

В заключение отметим, что в российском судостроении практически отсутствует система оценки конкурентоспособности, что не позволяет системно отслеживать динамику развития мирового судостроения и позиционировать отечественные предприятия среди ведущих судостроительных фирм мира, а также своевременно прогнозировать основные тенденции развития и разрабатывать обоснованный комплекс мер по обеспечению требуемой конкурентоспособности предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Логачев С.И., Чугунов В.В., Горин Е.А.* Мировое судостроение: Современное состояние и перспективы развития. – СПб.: Мор Вест, 2009. ■

Многие специалисты на протяжении последнего десятилетия, констатируют, что российское судостроение отстает от мировых лидеров как в Европе, так и в Азии. Чаще всего причину отставания этой отрасли объясняют тем, что бурное развитие мирового судостроения в 90-х гг. прошлого века пришлось на период развала СССР и, следовательно, развала экономики в разделившихся странах, в том числе и в России. В период рыночных реформ в России изменились владельцы части судостроительных предприятий, но ни на частных, ни на государственных предприятиях больших прорывов в сторону улучшения ситуации не произошло. К сожалению, даже в период судостроительного бума 2003–2008 гг. рост производства в российском судостроении составлял всего около 6% и только в 2007 г., по данным разных источников, этот рост составил от 15 до 20 %, тогда как падение производства в 90-х гг. было почти в пять раз.

В течение последних 20 лет судостроительные предприятия, строящие корабли и подводные лодки, имели возможность развиваться за счет государственного оборонного заказа, а также за счет заказов по линии военно-технического сотрудничества с зарубежными странами. Это позволило сохранить определенный научно-технический потенциал в военном кораблестроении, усовершенствовать часть технологий, внедрить новые системы проектирования, управления и планирования, но из-за отсутствия значительных средств только в том объеме, который был остро необходим для реализации этих проектов.

В виду незначительного объема военного заказа и почти отсутствия стратегии заказов на гражданские суда было невозможно спланировать работу отрасли как бизнес ни государству, ни частным владельцам судостроительных предприятий. В этих условиях на значительные инвестиции в комплексную модернизацию судостроительных мощностей не решились ни те, ни другие.

Одной из основных причин отставания отечественного судостроения от мировых лидеров, по мнению авторов настоящей статьи, является отсутствие системного подхода к эффективному использованию того, что есть, а также к рассмотрению вопросов технического перевооружения и подготовки всех ресурсов под каждую конкретную производственную задачу.

Целью модернизации существующего или строительства нового судостроительного предприятия должно быть создание его оптимального интегрального ресурса для решения задач производственной программы в текущее время и ближайшую перспективу, а также эффективной системы управления этим ресурсом.

Ключевая составляющая эффективности – планирование. Недаром говорят,

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЕСУРС СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Г.В. Тарица, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «ПКБ «Петробалт»»,
К.Г. Жукова, старший консультант ООО «Джи-Эм-Си-Эс Верэкс»,
контакт. тел. (812) 3226607

«неудачное планирование — это планирование неудачи». Для правильного планирования эффективной деятельности необходимо максимально точно сформулировать ответы на три основных вопроса:

- что требуется произвести;
- какими средствами;
- когда?

Ответ на первый вопрос можно получить тогда и только тогда, когда есть полная информация об объекте производства. Это вовсе не означает, что строительство судна должно начинаться лишь после окончания проекта и формирования полного пакета материалов и комплектующих. Опыт передовых верфей показывает, что формировать достоверную и достаточно для планирования и управления информацию об объекте можно на ранних стадиях при условии, что подходы к формированию и управлению этой информации систематизированы на основе опыта предшествующих проектов и введение корректирующих воздействий определено принятыми регламентами и правилами. Современные методы проектирования судов и подготовки производства с использованием разных компьютерных систем позволяют достаточно эффективно подготовить, а также эффективно управлять информацией о судне и его составных частях на начальных стадиях строительства, на протяжении всего периода строительства и даже всего жизненного цикла судна. Для того чтобы при заключении контракта на строительство было понятно, что требуется построить, необходимо и достаточно создать на судостроительном предприятии интегрированную систему формирования и управления информацией об объекте производства и о взаимосвязи его составных частей любого порядка с производственным ресурсом предприятия, включая планируемый ресурс контрагентов.

Ответ на второй вопрос является пока самым сложным. Он заключается в четком понимании того, что имеется в наличии и что потребуется дополнительно для выполнения той задачи, которая определена производственной программой. То, что имеется в наличии на предприятии в данный момент, является производственным ресурсом данного времени. В этот ресурс входят производственные и вспомогательные площади, технологическое оборудова-

ние, персонал, материальные и финансовые ресурсы и система управления этими составляющими в совокупности и во взаимосвязи, определяющие производственную мощность предприятия на текущий момент. Для многих российских судостроительных предприятий существует проблема четко определить, какой производственной мощностью они обладают. Реальная оценка производственной мощности возможна только при стандартизации и формализации процессов деятельности, а эти процедуры проводятся лишь на некоторых предприятиях в течение последних 10–15 лет и далеко не в полном объеме, т. е. не охватывают все процессы деятельности. В результате этого деятельность планируется по принятым укрупненным нормативам, что приводит к неэффективному загрузке технологических ресурсов, занятости персонала и использованию материальных и финансовых ресурсов. Фактически планируемая трудоемкость на единицу продукции может значительно отличаться от проекта к проекту и в разы отличается от трудоемкости на такую же единицу продукции на зарубежных верфях. Это не позволяет оценить эффективность использования производственного ресурса и саму его ценность.

Любое предприятие должно иметь четкую информацию о производительности имеющегося оборудования, возможных производимых на нем изделий и выполняемых операциях. Являясь ресурсом активом предприятия, оно должно приносить предприятию непрерывный доход путем полной загрузки имеющегося оборудования в ходе производственного процесса без простоев. Также помимо эффективности использования имеющегося оборудования необходимо отслеживать эффективность использования площадей предприятия, работы персонала, служб материально-технического снабжения, использования энергетических и финансовых ресурсов.

В настоящее время единого формализованного подхода к оценке эффективности управления судостроительным предприятием не существует. Ввиду того, что на практике размерность оценок достаточно велика, а количественные сравнения параметров управляемого объекта (предприятия в целом или заказа) зачастую провести невозможно,

оценить все аспекты управления не удается. Поэтому основным методом оценки эффективности управления принят финансово-экономический анализ. Оценка эффективности управления проводится по показателю уровня прибыли, а также по тенденции увеличения или снижения этого показателя. В такой ситуации технико-экономического обоснование введения новых производственных мощностей может основываться только на полном отсутствии мощностей требуемого назначения либо такое решение принимается волевым образом.

Для правильного определения степени модернизации или объема вновь создаваемых мощностей необходимы стандартизация и формализация производственных процессов до уровня технологических операций и моделирование их во взаимосвязи. Основными критериями для выбора должны быть производительность, качество, экономичность. Не менее важно создание системы эффективного управления ресурсом с целью обеспечения максимально возможной загрузки машин и оборудования, рационального и наиболее полного использования производственных площадей, служебных помещений и территории, что должно способствовать росту объемов выпуска продукции, снижению ее себестоимости, сокращению срока окупаемости капитальных вложений, повышению эффективности работы. Недостаточная или нерациональная, несогласованная по мощности загрузка технологического оборудования будет свидетельствовать о неудовлетворительном качестве проектирования организации и, как следствие, о невозможности достижения поставленной цели.

Для успешного создания и функционирования интегрального ресурса предприятия информационное обеспечение каждой его составляющей должно быть полным, достоверным и своевременным. Для этого должна быть создана интегрированная информационная система (ИИС), представляющая собой совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам производственно-хозяйственной деятельности, кому это необходимо и разрешено. Все процессы информационного обмена посредством ИИС имеют своей конечной целью максимально возможное исключение из деловой практики традиционных бумажных документов и переход к прямому безбумажному обмену данными. Преимущества и технико-экономическая эффективность такого перехода очевидны.

На современном этапе развития многие традиционные ресурсы утрачивают

свое первостепенное значение. Информация становится основным ресурсом научно-технического и социально-экономического развития и выступает в роли носителя познания явлений и процессов производственных систем, владея которой можно существенно экономить материальные, трудовые и финансовые ресурсы.

Требование к эффективности информатизации производственных структур предполагает создание единого информационного обеспечения, под которым понимается такая организация и использование информационного фонда на основе современных технических средств и программного обеспечения, которые позволяли бы осуществлять однородный ввод данных в базу данных, минимизировать информационные ресурсы и использовать данные других абонентов для решения любых задач без какого-либо их перекодирования или преобразования, за исключением того, которое требуется по алгоритму решения задачи.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения деятельности предприятий является внедрение так называемых ERP-систем, которые в настоящее время получили наибольшую известность. ERP-системы – это автоматизированные системы управления всеми ресурсами предприятия (от англ. Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия). Данные системы позволяют поддерживать весь цикл управления: планирование – учет – контроль – анализ – регулирование практической для всех основных функций деятельности. Все функциональные блоки ERP-системы тесно интегрированы между собой, что позволяет осуществлять действительное управление практически всеми аспектами деятельности современного предприятия, а также оперативно представлять консолидированную информацию высшему управленческому персоналу, что является основным конкурентным преимуществом ERP-системы.

При производстве таких наукоемких и технологически сложных изделий, как в судостроительной области, возникает необходимость в проведении имитационного моделирования на стадии предконтрактной проработки предполагаемого к производству судна с целью выявления «узких мест» и ресурсов ограниченной мощности.

«Узкое место» (недостаточные ресурсы) – ресурс, мощность которого меньше, чем требуется. Таким «местом» может быть отдельный станок, малоквалифицированная рабочая сила или неспециализированный инструментальный или участок, на котором зафиксирован высокий уровень брака. Подобные недостаточные ресурсы становятся ступором

при реализации производственного процесса. Аналогичным образом определяется избыточный ресурс, мощность которого превышает потребность в нем.

Ресурс ограниченной мощности – ресурс, загрузка которого практически соответствует его мощности и который, если его работа не будет четко спланирована, может стать недостаточным ресурсом. Как правило, именно с ресурсами ограниченной мощности сопряжены срывы сроков изготовления нужной номенклатуры. Это вызывается упущениями в планировании поступления деталей, материалов, комплектующих, что, в свою очередь, приводит к простоям ресурса ограниченной мощности, и который со временем превращается в недостаточный ресурс.

Задача имитационного моделирования состоит в том, чтобы, имея технологическую спецификацию компонента судна и технологический маршрут, с одной стороны, данные о производственных мощностях (технологическом оборудовании, имеющемся персонале) и временные ограничения, с другой, проанализировать возможность его производства в необходимые сроки, получить план материально-технического снабжения и финансового обеспечения. Это позволяет своевременно выявлять те технологические участки, на которых в определенный момент времени выявляется нехватка одного из ресурсов, чтобы, проанализировав их, принять необходимые решения в зависимости от технологической потребности на дальнейших стадиях сборки и избежать срывов сроков постройки и сдачи судна. Такими решениями могут быть, например, увеличение производственных мощностей, привлечение дополнительного персонала, оптимизация использования квалификационного потенциала рабочей силы, увеличение количества рабочих смен, возможность передачи отдельных производственных работ на субподряд, а также принятие решения о приобретении комплектующего материала на стороне, вместо его производства.

Владея информацией об объекте производства и о производственной мощности во взаимосвязи, можно четко сформулировать ответ на третий вопрос – «когда?». Он будет, в некоторой степени, зависеть от принятия системы планирования. Для получения прибыли компания должна организовать и спланировать свой интегральный ресурс таким образом, чтобы производить требуемый продукт с соответствующим качеством, в нужный срок и с минимальными затратами. Это комплексная проблема, и для ее решения требуется эффективная система планирования и контроля, однако без достоверной информации любые планы превращаются лишь в «прожекты». ■

Внедрение корпоративных САПР в практику проектирования, осуществляемое в настоящее время в проектно-конструкторских бюро (ПКБ) отрасли, не исключает необходимости внедрения на предприятии системы управления (АСУ) предприятием, в состав которой должна входить система управления ресурсами, именуемая в среде специалистов АСУ и САПР как ERP (Enterprise Resource Planning). Некоторые аспекты построения этой системы рассмотрены в ряде публикаций [8, 9].

Роль оценки и прогнозирования трудоемкости работ по проектированию значительно возросла в современных условиях, когда ПКБ участвует в тендерах и необходимо определить вклад отдельных подразделений в разработку проекта и трудоемкость разработки проекта в целом.

В статье [1] основное внимание было уделено вопросам планирования, контроля и учета выполнения ПКР в ПКБ на основе использования системы Microsoft Project. При существующем уровне автоматизации процессов проектирования и управления этими процессами актуальным становится совершенствование нормативно-справочной базы данных ПКБ о трудоемкости ПКР.

Конечно, показатели трудоемкости разработки проекта того или иного объекта носят вероятностный характер, зависят от множества факторов (включая такие из них, как поисковый/творческий характер работ, особенно на ранних стадиях проектирования), но должны определяться в интересах практической деятельности ПКБ на основе обработки статистических данных, экспертных оценок и хронометрирования операций.

Помимо планирования деятельности, в ПКБ организуется решение следующих задач управления ресурсами:

- уточнение номенклатуры работ, выполняемой ПКБ по заказам, включая распределение работ на уровне подразделений;
- оптимизация требуемых ресурсов, включая реструктуризацию ПКБ;
- методы оценки и нормирования трудоемкости работ.

В 70–80-е гг. прошлого века в отечественных ПКБ были сформированы системы стандартов предприятий (СТП), в той или иной мере регламентирующие создание и ведение документации в рамках автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) и систем управления качеством (СУК).

Так, в ЦКБ «Балтсудопроект» были разработаны и до недавнего времени использовались следующие СТП:

- номенклатура работ конструкторских отделов;

ОБ ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ В ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ БЮРО СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

В.А. Мацкевич, канд. техн. наук, главный конструктор,
В.П. Осипенко, начальник,
Н.И. Петров, ведущий инженер,
ЦКБ «Балтсудопроект» ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова»,
контакт. тел. (812) 7236426

- типовой график разработки проектных документов;
- временные нормативы трудоемкости проектно-конструкторских работ по морским транспортным и вспомогательным судам.

На основе обработки статистических данных о трудоемкости и сроках разработки проектов в отрасли в 1991 г. ЦНИИ «Румб» были выпущены «Нормативы трудоемкости и продолжительности проектирования гражданских судов» [3].

ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ПКР В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ

Публикации, посвященные вопросам оценки трудоемкости ПКР в отрасли, за последние 10–15 лет практически отсутствуют.

Из работ, опубликованных специалистами смежных отраслей за последние 20 лет, в которых приводятся методики расчетов и данные о трудоемкости ПКР на разработку изделий машиностроения, следует отметить работу, вышедшую в 1987 г., [3], и «Сборник норм времени...», разработанный в то же время в Министерстве автомобильной промышленности СССР [12].

В одной из последних публикаций [13] по нормированию НИР и ПКР рассматриваются:

- специфика труда и нормирования в НИИ и КБ;
- принципы определения трудоемкости работ;
- вопросы классификации работ;
- характеристика применяемых методов нормирования трудоемкости работ;
- собственно методы нормирования трудоемкости, в том числе и с учетом автоматизации работ.

Материалы этой публикации могут быть положены в основу полномасштабной организации работ по нормированию труда исследователей и конструкторов в НИИ и КБ с достаточно устойчивой номенклатурой предметов труда и реализуемых процессов.

В небольших КБ с меняющейся номенклатурой заказов и видов работ организация службы нормирования сопряжена с определенными трудностями, но наличие специалиста в группе качества, владеющего вопросами нормирования такого рода работ, имеющего определенный опыт в данной области, безусловно, оправданно и способствует совершенствованию организации ПКР.

В публикации [13] объекты нормирования рассматриваются в привязке к объекту проектирования; к субъекту проектирования, т.е. к работникам подразделений. В ней отмечается, что для отдельных классов изделий количество разрабатываемых приведенных единиц конструкторской документации, приходящихся на 1 кг массы изделия без комплектующих элементов практически не зависит от абсолютного значения массы изделия.

Авторы публикации отмечают также, что «автоматизированное проектирование увеличивает производительность труда конструкторов в 2,5–20 раз. В среднем у специалистов, не систематически использующих в работе САПР, производительность труда возрастает в 4 раза. Опытные пользователи достигают увеличения производительности в 10 раз, а при выполнении некоторых работ в 20 раз».

Такой разброс данных об увеличении производительности труда применим к отдельным видам ПКР. В случае проектирования сложных изделий, требую-

щих участия многих десятков и сотен конструкторов, значительное повышение производительности труда по отдельным работам будет нивелироваться в результате затрат времени на проведение организационно-технических мероприятий, включая согласование проектных и технических решений, приводящее в ряде случаев к переработке разработанных документов. Это обстоятельство стало одной из причин проведения настоящего исследования.

В той же публикации [13] отмечают особенности нормирования труда при автоматизированном проектировании изделий, включая:

- классификацию процессов-объектов нормирования при автоматизированном проектировании изделий;
- методику установления норм времени на выполнение проектных задач в САПР;
- нормативы затрат труда и особенности их разработки при автоматизированном проектировании изделий;
- типовые решения по нормированию труда пользователей САПР;
- структуру автоматизированной нормативной базы данных;
- использование нормативной базы данных (НБД) при автоматизированном определении трудоемкости НИР и ОКР;
- автоматизированную корректировку информации в НБД.

Решение всего комплекса задач нормирования труда в сфере НИОКР требует в свою очередь применения системы норм и нормативов затрат труда, позволяющей устанавливать:

- нормы времени;
- нормативную трудоемкость;
- нормы выработки;
- нормы обслуживания;
- численность персонала;
- нормы соотношений численности и объема заданий (индивидуальных и коллективных).

Основными видами норм, функционирующими в системе нормирования труда, являются нормативы трудоемкости, к которым предъявляются такие требования, как обоснованность; напряженность; сводимость норм и нормативов по отдельным работам к укрупненным нормативам.

Нормирование труда в полной мере реализуются на верфях, где в отличие от КБ функционирует институт плано-нормировочных бюро, которые поддерживают действующие нормативы по труду в среде автоматизированных систем управления предприятием (АСУП), что нашло частичное отражение в публикации [4, 10].

В заключение обзора сошлемся еще на две публикации, которые имеют непосредственное отношение к рас-

сматриваемым вопросам. В работе [11] «Экономика проектной организации» отмечается, что в деятельности многих компаний существенные стадии выполняемых проектов носят нестандартный, творческий характер. При этом возникают вопросы: как в таких случаях управлять затратами на проект, как стимулировать исполнителей и оценивать эффективность выполненного проекта. Для специалистов КБ в связи с автоматизацией процессов проектирования и управления этими процессами особый интерес может представлять опыт ОАО «КБСМ», изложенный в статье [6]. В ней отмечаются трудности, связанные с внедрением зарубежных САПР, не учитывающих сложившуюся на российских предприятиях специфику процессов проектирования и управления.

В КБСМ работы по созданию информационной системы управления проводятся в соответствии с концепцией ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»», в которой реализуется единая информационная среда для управления жизненным циклом проектной документации на основе использования технологии TDMS (см. [14]), решаются вопросы организации баз данных, использование файловых серверов, управление составными документами, способы обработки внешних ссылок и т. д..

Для решения задач планирования и управления ПКР в КБСМ используется система MS Project.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ В ЦКБ В СВЯЗИ С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ПКР

За последние 20 лет на проектных предприятиях отрасли произошли значительные изменения в технологии проектирования судов, кораблей и средств океанотехники, связанные:

- с уменьшением численности работающих в результате значительного сокращения количества заказов и объема проектных работ;
- с оснащением конструкторов средствами вычислительной техники (ПЭВМ);

▪ с созданием информационных систем предприятий на базе сетей и сетевых серверов.

В ЦКБ «Балтсудопроект» начат последовательный пересмотр устаревших СТП с учетом перспективы освоения и внедрения одной из корпоративных САПР.

В статье [1] отмечалось, что «в соответствии с экспертной оценкой, трудоемкость работ на стадии технического проекта за последний период в бюро снизилась, в зависимости от характера работ, в 2-3 раза». При этом проводилась дифференциация уровня автоматизации ПКР: по видам разрабатываемых документов (чертежные, расчетные, текстовые), по характеру выполнения (индивидуальные (чертежи отдельных конструкций и др.), сборные (спецификация на судно и др.), смешанные (нагрузка масс и т.д.)).

Наибольшие затруднения при оценке трудоемкости работ связаны с разработкой чертежной документации.

В настоящей статье приводятся результаты исследования, проведенного с целью выявления способов и выбора критериев, которые максимально отражали бы трудозатраты на разработку документации и позволяли рассчитать величину уменьшения трудоемкости ПКР по сравнению с устаревшей технологией проектирования, когда на ЭВМ выполнялись только наиболее трудоемкие расчеты, например, по теории корабля.

Для анализа трудозатрат на ПКР в ЦКБ «Балтсудопроект» был выбран проект судна-снабженца (пр. 22390 см. рис. 1) дедвейтом около 4 тыс. т, предназначенного для обеспечения работы полупогружных буровых установок (ППБУ), включая заводку и подрыв якорей, несение аварийно-спасательного дежурства (АСД) и ликвидацию аварийных разливов нефти (ЛАРН). Выбор этого проекта был связан с тем, что он является базовым для разработки проектов других судов сходного назначения. При этом особое внимание было уделено унификации проектных и конструктивных решений, в частности, обводов корпуса, что позволило значительно

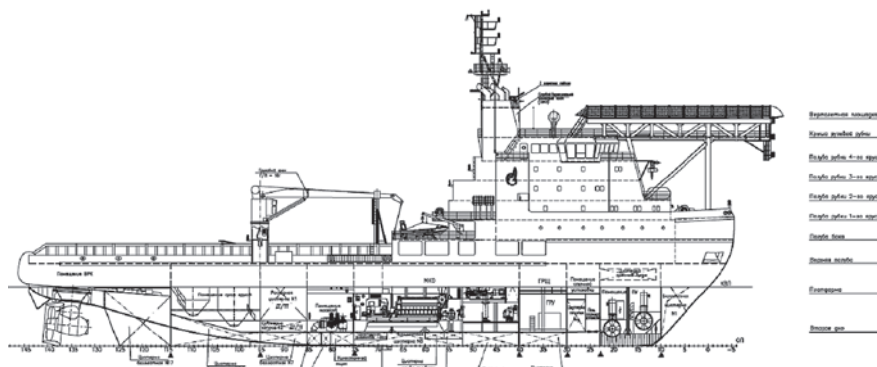


Рис. 1. Продольный разрез и общий вид судна-снабженца для работ с полупогружными буровыми установками (пр. 220390)

сократить объем модельных испытаний и в дальнейшем объем плано-технологических работ на заводе-строителе.

Существующий уровень автоматизации в ЦКБ, помимо обеспечения каждого конструктора персональной ЭВМ, характеризуется использованием:

- системы AutoCAD для выполнения чертежей;
- компонента MS Office - Excel в качестве средства для программирования и выполнения инженерных расчетов;
- редактора MS Office Word для разработки текстовых документов;
- других программных средств и систем в среде Windows;
- локальной сети и единого сервера для обмена данными между конструкторами, что позволяет создать единое информационное пространство для участников проектирования.

В качестве исходных положений перед проведением анализа было принято, следующее:

- трудоемкость разработки какого-либо документа не может быть однозначно определена по данным о площадях разработанных документов и размерах сформированных файлов;
- при обмене данными в процессе проектирования широко используются файлы данных чертежей в формате dwg, сформированные другими конструкторами – участниками проектирования;
- при разработке сходных конструкций широко используется репродуцирование общих для этих чертежей элементов;
- для передачи заказчику электронной копии разработанных документов сформированные файлы переводятся в формат pdf. При этом вторые листы чертежей для уменьшения объема (размера) файлов «векторизуются», но все первые листы документов для сохранения подписей заведомо копируются как фотографии исходных документов.

В качестве первого шага был проведен анализ трудоемкости разработки проектно-конструкторской документации на основе данных «Ведомости конструкторских документов технического проекта». Выявлены площади разработанных документов и объемы соответствующих им файлов в различных форматах (dwg – чертежи, в формате doc – текстовые документы, а также те и другие в формате pdf), а затем проведен расчет площадей документов по конструктивным группам и по подразделениям ЦКБ. При этом анализировались как перечни файлов, так и содержание самих документов. Общее число документов по проекту – 273; общая площадь документов – 252 м²; общий объем файлов в формате pdf – 481 МБ.

На рис. 2 приведены данные об объемах файлов документации, в формате pdf наработанных подразделениями и

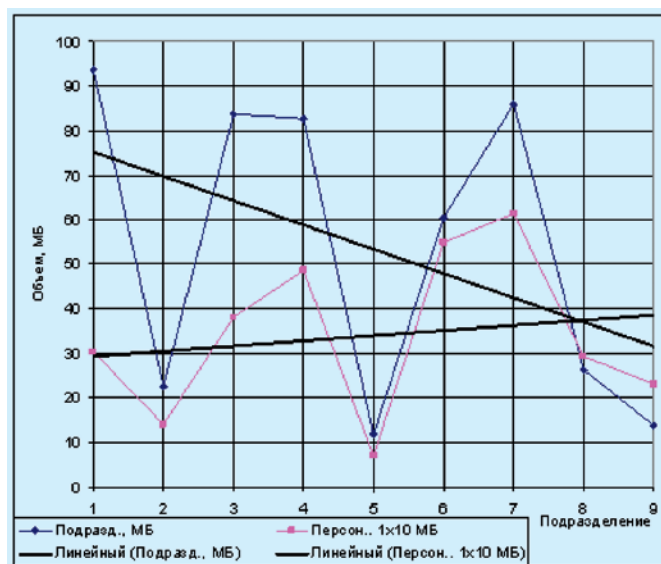


Рис. 2. Совмещенный график данных об объеме файлов по проекту, наработанных подразделениями и одним конструктором (данные о наработке одного конструктора увеличены в 10 раз)

приходящихся на одного конструктора в этих подразделениях.

Приведенные здесь линейные тренды (отрезки прямых, аппроксимирующие соответствующие графики по методу наименьших квадратов) показывают отсутствие тесной корреляции между объемами файлов, выпущенных подразделением в целом и отдельным конструктором.

Однако в целом приведенный график и другие результаты анализа подтвердили, что в условиях автоматизированного проектирования ни площади чертежей, ни объемы файлов не могут быть приняты в качестве показателя трудоемкости разработки того или иного документа.

Следует отметить, что в процессе работы с различными версиями системы AutoCAD объем файла чертежного документа в формате dwg различается в зависимости от версии, что, в частности, наблюдается и в процессе преобразования файлов из одной версии в другую. При этом объем файлов dwg в более поздней версии этой системы имеет меньший объем.

Объективно (без учета творческой составляющей проектирования) трудоемкость разработки чертежа зависит от количества сформированных конструктором элементов чертежа (отрезков прямых, дуг, символов, размеров, текста и т. п.), что и было положено в основу расчета трудоемкости в работе [3]. Унифицированное кодирование типов указанных элементов и их представление положено в основу стандартов, используемых при обмене данными между различными САПР. В AutoCAD для этих целей служит формат dxf, который, учитывая распространение этой системы в мире, широко используется другими системами САПР для совмещения с

AutoCAD путем использования специальных программных модулей: пре- и пост-процессоров.

Следует сделать вывод, что для сравнительного анализа объемов разработанных файлов наиболее приемлемо представление файлов в формате dxf, а для сравнительной выборочной оценки трудоемкости (вклада в проект) работ подразделений при разработке чертежей целесообразно для каждого подразделения (в системе AutoCAD) выделить свой слой (уровень) с целью идентифицировать объекты, разработанные конструкторами того или иного подразделения.

Примером попытки максимально детерминировать расчет трудоемкости конструкторских работ является книга [2], в которой учитывается до 16 различных, факторов (коэффициентов), влияющих на оценку трудоемкости.

Примером укрупненной оценки трудоемкости ПКР может служить работа [12], в которой оценка трудоемкости связана с площадью и видом чертежа формата А1. Подобный подход к оценке трудоемкости ПКР применялся для КБ судостроительного профиля.

Используя методику ЦНИИ «Румб» [3], оценим трудоемкость разработки специалистами ЦКБ «Балтсудопроект» технического проекта судна-снабженца (водоизмещение порожнем D = 4500 т). Учитывая, что среди рассмотренных в методике [3] типов судов судно-снабженец отсутствует, в качестве прототипа был принят буксир-спасатель.

Трудоемкость проектных работ по проекту, в соответствии с [2, п.5.1.1], составит

$$T_{\text{пр}} = 0,045 \cdot D + 302 = 504,5 \text{ тыс. нормо-ч.} \quad (1)$$

Трудоемкость работ технического проекта (собственные работы)
 $T_t = 0,2 \cdot T_{\text{пр}} = 100 \text{ тыс. нормо-ч.} \quad (2)$

Продолжительность работ [2, п.5.1.3]:

$$P_t = 0,120 \cdot T_t + 5 = 17 \text{ мес.} \quad (3)$$

В методике «Румба» предусмотрено введение коэффициентов новизны и сложности ПКР. В данном случае для рассматриваемого проекта будет оправданно увеличение трудоемкости ПКР в 2 раза, т. е.

$$T_1 = 100 \cdot 2 = 200 \text{ тыс. нормо-ч; } (2^*)$$

Пересчет метража (площади) разработанной документации по проекту в нормо-часы с учетом трудоемкости разработки чертежа формата А1 (без учета автоматизации процессов проектирования) $T_{24} = 250$ нормо-ч составит

$$T_1 = 252 / 0,5 \cdot 200 = 126,0 \text{ тыс. нормо-ч, } (4)$$

где 252 – общая площадь выпущенных по проекту документов, м²; 0,5 – площадь одного документа формата А1, м²; $T_{24} = 250$ – трудоемкость разработки чертежа форматом А1 на стадии технического проекта с учетом новизны и сложности рассматриваемого проекта судна и необходимости проработки нескольких вариантов (приближений) для обеспечения согласованности решений, нормо-ч.

Фактическая длительность разработки технического проекта оценивалась, исходя из того, что в период с ноября 2007 г. по август 2008 г. ($T = 9$ мес.) ЦКБ «Балтсудопроект» вело работу более, чем по восьми проектам. Приняв трудоемкость их разработки, примерно, равной, получим, что пр. 22390 мог быть выполнен за следующий срок:

$$V_{\text{тп}} = 9 / 8 = 1,12 \text{ мес.} \quad (5)$$

С учетом того, что выбранный проект судна явился базовым для трех других сходных по назначению судов, фактические затраты времени на разработку данного проекта примем

$$V_{\text{тп}} = 2 \text{ мес.} = 320 \text{ часов.}$$

В этом случае трудоемкость проекта

$$T_2 = 320 \cdot 143 = 45,76 \text{ тыс. чел.-ч, } (6)$$

где 143 – среднесписочная численность конструкторского состава подразделений.

По (6) в отличие от (4) вычислены не нормо-часы, а усредненные человеко-часы, которые для перевода в нормо-часы следует увеличить в 1,3 раза:

$$T_3 = 41,2 \cdot 1,3 = 59,5 \text{ тыс. нормо-ч. } (7)$$

В результате фактическая трудоемкость работ оказалась, примерно, в 2 раза меньше вычисленной по (4) и в 3,5 раза меньше вычисленной по нормативам «Румба» (2*), а продол-

жительность – в 8,5 раз по сравнению с нормативной (3).

Значительное расхождение в продолжительности разработки проекта связано с тем, что существенно изменился порядок разработки и согласования проектной документации при переходе к рыночной системе хозяйствования. Кроме того, значительное время уходило на работу с контрагентами (разработчиками и поставщиками комплектующего оборудования), что, в конечном счете, и определяло продолжительность разработки проекта и сроки постройки судна.

В выполненном расчете трудоемкости разработки технического проекта судна практически подтверждена правильность принятой ранее экспертной оценки сокращения трудоемкости проектных работ [1] при достигнутом уровне автоматизации (в 2–3 раза).

ВЫВОДЫ

1. Значительное повышение уровня автоматизации ПКР, осуществленное за последние 20 лет в результате оснащения бюро современной вычислительной техникой и программными средствами, позволили в 2–3 раза сократить трудоемкость ПКР.

2. За основу показателей для оценки трудоемкости ПКР не могут быть приняты ни данные о площадях разработанных документов, ни данные об объемах файлов, сформированных на ЭВМ.

3. Для объективной оценки трудоемкости ПКР как для участия в тендерах, так и для оценки вклада конструкторских подразделений в разработку проектов, необходимо совершенствование методики расчетов и нормативной базы КБ по трудоемкости.

4. Степень достоверности оценки вклада подразделений КБ в разработку чертежей с помощью системы AutoCAD может быть повышена за счет идентификации слоев изображений элементов чертежа, связанной с кодом подразделения, и преобразования, в случае необходимости, файлов чертежей из формата dwg в формат dxf.

5. Для оценки трудоемкости работ по проекту в целом до внедрения корпоративной САПР, изначально реализующей трехмерное моделирование конструкций, за основу может быть принята методика ЦНИИ «Румб» № 299024-Н-91 «Нормативы трудоемкости и продолжительности проектирования гражданских судов» или действующие на предприятии СТП с учетом соответствующих коэффициентов, учитывающих уровень автоматизации ПКР.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мацкевич В.А. и др.* Об автоматизации процессов проектирования и управления проектами в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля // *Морской вестник*. – 2010. – С 71–74.
2. *Таленс Я.Ф.* Работа конструктора. – Л.: Машиностроение, ЛО, 1987. – 255 с.
3. Нормативы трудоемкости и продолжительности проектирования гражданских судов № 299024-Н-91. – ЦНИИ «Румб», 1991, 46 с.
4. *Грабовец Л. Г., Юрьев О.Ю.* Нормативы по труду как эффективный инструмент загрузки персонала судостроительного предприятия // *Морской вестник*. – 2005. – №4(16). – С.106–108.
5. *Гацко Г.* Галактика ERP позволяет сохранить привычные схемы работы, если они эффективны. – <http://www.tadviser.ru/articles/34893/>.
6. Концепция создания единой среды проектирования как первый этап обеспечения жизненного цикла изделий: Опыт ОАО «КБСМ». – http://www.cadmaster.ru/articles/article_29947.html.
7. Временные нормативы трудоемкости проектно-конструкторских работ по морским транспортным и вспомогательным судам: ЦКБ «Балтсудопроект», 1983, 258 с.
8. *Гнатуш А.* ERP-системы: «за», «против» или воздержаться // *IT Manager*. – 2005. – № 2.
9. *Румянцев К.* Концепции построения ERP-систем на предприятии <http://citcity.ru/11208>, (www.softmatics.ru).
10. *Розозин В.А., Рябенский Л.М.* Создание системы автоматизированного управления трудоемкостью на ФГУП «Адмиралтейские верфи» // *Судостроение*. – 2003. – № 2.
11. *Демидов Е.Е.* Экономика проектной организации. http://www.cfin.ru/management/practice/project_org_economy.shtml.
12. Нормативы времени на конструкторские работы. / <http://tregchod.narod.ru/>
13. Нормирование в научно-исследовательских организациях и КБ. – <http://tregchod.narod.ru/>
14. *Загурский С. А., Орешкин А. В., Фуников М. А.* Документооборот и электронные архивы // *CADmaster* #39/4.2007, http://www.csoft.ru/press/pub/article_26840.html.
15. *Бычин В.Б., Малинин С.В., Шубенкова Е.В.* Организация и нормирование труда. – М.: Экзамен, 2008. – 640 с. ■

Михаил Михайлович Ермолаев (1905–1991 гг.) – выдающийся ученый широкого профиля, много сделавший в области таких наук, как геология и география, геофизика и геохимия, гляциология и океанология. Для его научной деятельности характерно изучение природных объектов и явлений с позиций компонентного и, особенно, комплексного подходов. В творческой жизни М. М. Ермолаева прослеживаются три периода: ученого-полярника (1925–1938 гг.), всесторонне изучающего Северный Ледовитый океан; преимущественно геолога (1946–1969 гг.), проводящего наземные исследования; мороведа (1970–1981 гг.), занимающегося совершенствованием зародившейся при его участии комплексной географии океана. В 1938–1946 гг. эта плодотворная деятельность была прервана годами политической репрессии.

Познанию природы океана он уделял достаточное внимание, причем нередко в их взаимосвязи. Несомненно, это явилось причиной того, что М. М. Ермолаев стал одним из первых ученых, принявших участие в создании географии Мирового океана как географической оболочки Земли. Почти за полтора десятка лет научных изысканий в арктический период М. М. Ермолаев прошел путь от юного коллектора-топографа до известного ученого-полярника, кандидата геолого-минералогических наук без защиты им диссертации по совокупности научных работ. Уже в 1920–1930-е гг., когда явно доминировал отраслевой подход к познанию морской среды, он начинал понимать важность комплексного подхода: «С каких разных точек зрения можно изучать море, Мировой океан, единый в своих проявлениях и географических процессах?» [20, с. 65]. Становится понятно, когда у М. М. Ермолаева зародилась идея всестороннего исследования морской среды. В последующих исследованиях 1960–1970 гг. он пришел к необходимости создания новой науки – комплексной географии океана.

В 20-летнем возрасте М. М. Ермолаев впервые принял участие в плавании на научно-исследовательской шхуне вокруг Новой Земли в летне-осенний сезон 1925 г. Он начал свою научную деятельность с наблюдений над наземным и прибрежным рельефом и отложениями этого двойного архипелага. Последующая обработка собранных материалов с применением математических методов привела к публикации геолого-геоморфологических работ о наносных образованиях Новой Земли.

Подобные работы М. М. Ермолаев проводит в 1926 и 1927 гг. на Тиманском побережье Баренцева моря (Чешская губа). В 1928 и 1929 гг. на зимовке он выполнял геолого-геоморфологи-

М. М. ЕРМОЛАЕВ – ОДИН ИЗ ОСНОВАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ ОКЕАНА

*В. И. Лымарев, д-р географ, наук, проф.,
почетный член Русского географического общества,
заслуженный деятель науки РФ,
контакт. тел. (812) 5312444*



ческие работы на Ляховских островах, что привело к открытию неизвестных науке термокарстовых процессов. В 1930 г. М. М. Ермолаев (с незаконченным еще высшим образованием) – старший научный сотрудник Всесоюзного арктического института – занимался обработкой собранных материалов, их подготовкой к печати.

В 1932–1933 гг. он снова на Новой Земле, вначале возглавляет объединенную геологическую экспедицию, затем руководит Новоземельской полярной станцией (2-й Международный полярный год, северный остров Новой Земли, залив Русская Гавань) и проводит геологические, гляциологические и сейсмические исследования. Его избирают действительным членом Географического общества СССР и США. Одновременно М. М. Ермолаев еще учится на заочном отделении геолого-почвенно-географического факультета ЛГУ, который успешно заканчивает в 1932 г. по специальности «геоморфология». Всего через пять лет после этого ему была присвоена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук по совокупности ценных трудов, о чем упоминалось выше.

Сразу же по завершении новоземельской эпопеи в 1934 г. М. М. Ермолаева назначают ученым секретарем Высокоширотной экспедиции (ВШЭ), проводимой в 1935–1937 гг. на ледокольных судах Арктическим институтом в высоких широтах Евразии с выполнением комплексных научных исследований. Во время трех плаваний им проводились геолого-геоморфологические исследования, но уже не прибрежной зоны, а в открытой части морей. Изучались донный рельеф и отложения Гренландского, Баренцева, Карского морей, а также морского Новосибирского региона. Кроме того, велись геолого-геоморфологические работы на островах Франца-Иосифа и Де-Лонга. Тяжелая ледовая обстановка в октябре 1937 г. привела к вмерзанию судов, поэтому пришлось зимовать почти до конца апреля 1938 г., когда участников экспедиции вывезли на самолетах. Начавшиеся аресты «врагов народа» затронули и Арктический институт.

М. М. Ермолаева арестовали в июле 1938 г., а освободили из Севжелдорлага в 1945 г. с поселением в Архангельске. С наступлением 1946 г. он смог заняться научной работой, но уже наземными, преимущественно геологическими изысканиями.

В процессе изучения им Северного Ледовитого океана были определены взаимосвязанные природные комплексы: собственно океан с морями и проливами, окаймляющие его берега и находящиеся в нем острова. Ведь первые его публикации были посвящены одному из них – берегам, островным и материковым [1,3].

При этом М. М. Ермолаев одним из первых применил математический подход с использованием его для объяснения генезиса наносных береговых форм при участии течений, а также ввел понятие «термокарста»: отрицательные формы рельефа во многолетней мерзлой толще, созданные вытаиванием [4]. Он является пионером в выделении морфологических элементов ледяного берега, образованных термоабразионным

процессом, среди которых – верхняя ледяная стена, термотерраса, ледяной уступ, ниша вытаивания [5].

Большое место в трудах М. М. Ермолаева, опубликованных в 1931–1938 гг., занимают работы, посвященные геологии арктических островов, как правило, сочетаемых с вопросами геоморфологии, гляциологии и поисков полезных ископаемых. Среди описанных островов – Новая Земля, Шпицберген, Новосибирские о-ва (отдельно Большой Ляховский), острова Карского моря и Центральной Карской возвышенности. Примечательным является разработка именно М. М. Ермолаевым для участников XVII Международного геологического конгресса (Москва, 1937 г.) Новоземельских маршрутов. Существенно, что через три десятка лет эта обширные знания о природе островов были им использованы для теоретического построения классификации островов [17].

Из научных результатов по изучению открытых частей морей Северного Ледовитого океана высокоширотной экспедиции 1935–1938 гг. М. М. Ермолаев смог опубликовать перед своим арестом лишь три работы. В одной из них под скромным названием «Геологические работы экспедиции в высоких широтах на ледовом пароходе «Садко» в 1935 г.» сообщается, что был выполнен сбор сотен донных отложений и было установлено глубинное положение континентального склона [6]. Им выделен также новый тип морских отложений, который предложил назвать марегляциальным; в нем присутствует материал, принесенный вместе с плавающими льдинами. Более того, эти ценные данные о геологии и геоморфологии морского дна дополнены важным океанографическим открытием: было установлено, что ответвление Североатлантического течения продолжает перемещаться из Гренландского моря по северной окраине морей Баренцева, Карского и Лаптевых, используя глубокие шельфовые желоба Св. Анны и др. К этому открытию М. М. Ермолаев пришел путем применения комплексного географического подхода, сопоставляя во взаимосвязи собранные в плавании 1935 г. геолого-геоморфологические, гидрологические и биологические данные, что в определенной степени близко к современному представлению о содержании географии океана.

В том же 1935 г. вышла в свет вторая работа, посвященная донной геологии [7]. Интересно, что при таком геологическом названии М. М. Ермолаевым развивается представление о науке, изучающей морское дно и водные массы над ним, которые являют собой общую физико-химическую систему и тем самым рассматривает ее научное содержание

с комплексных позиций. Двумя годами позднее он успел опубликовать совместно с А. Н. Курбатовым еще одну работу по морской геологии, в которой по характеру радиоактивности и химического состава морских грунтов был определен абсолютный возраст донных отложений [22]. Этим было положено начало использованию точных физических и химических методов также применительно к последним, что усилило комплексность исследования океана во временном аспекте.

Как бессрочно ссыльный М. М. Ермолаев, уже сотрудник Северного геологического управления, занимался наземными геолого-поисковыми работами. С 1946 г. он читает лекции по геолого-географическим дисциплинам в Архангельском педагогическом институте, а в 1947 г. по совместительству становится научным сотрудником научно-исследовательского стационара АН СССР и изучает геохимические процессы выветривания горных пород и минералов. Еще он занялся работой над необобщенными материалами Высокоширотной экспедиции с опубликованием в 1946–1949 гг. серии ежегодных статей по морской геологии, гидрологии океанографии [8].

М. М. Ермолаев уделяет внимание и исторической гидрологии в начале арктических морей [9], а затем шире – применительно к морям и океанам [10]. В этих морских историко-геологических работах он развивал прежнее представление об использовании радиоактивных элементов в геохронологических целях.

Существенное значение для морской геологии имела публикация тогда же работы, посвященной образованию пластических глинистых морских осадков [11], что усиливало теоретическую обоснованность закономерностей морского осадкообразования. Развитию же теоретических положений о тесной связи географических процессов, которые протекают при взаимодействии океаносферы с атмосферой, была посвящена статья М. М. Ермолаева «Атлантические воды и потепление климата на Севере СССР».

Со снятием судимости в 1955 г. М. М. Ермолаев переезжает в родной город, где руководит группой по изысканиям редкометальных месторождений в Северо-Западном геологическом управлении, а вскоре и Отделом комплексной методики поисков редкоземельных металлов в открытом Всесоюзном институте методики и техники разведки полезных ископаемых. Существенно, что именно его приглашают создать и возглавить Отдел комплексной методики. Деятельность М. М. Ермолаева в геологических учреждениях страны, связан-

ная с проблемами металлогении, нашла отражение в ряде ценных статей.

В качестве доцента кафедры физической географии М. М. Ермолаева приглашают в 1959 г. в ЛГУ. Здесь он мог приступить к разработке давно интересующих фундаментальных проблем с позиций единства природы. Уже в тот же год выходят в свет две основополагающие статьи о дальнейшем развитии физических и химических методов познания географической оболочки Земли [13, 14]. Затем были опубликованы две теоретические статьи [15, 16], в которых развивалось представление о географическом пространстве, его границах и структурах (географическая оболочка уже является одной из взаимосвязанных структур наряду с ближним космосом).

В 60-х гг. особое внимание М. М. Ермолаев уделяет разработке проблем геохимии ландшафтов – нового направления в географической науке. Результатом явились опубликование цикла работ в этой области, чтение впервые курса «Геохимия ландшафтов», а также организация геохимической лаборатории, проведение под его научным руководством ландшафтно-геохимических исследований в Юго-Восточном Зауралье. Он успешно защищает докторскую диссертацию, ему присваивают звание профессора. В те же годы М. М. Ермолаев все больше задумывается о возвращении к морской тематике. Как раз в это время разворачиваются исследования природных богатств Мирового океана, когда наземные ресурсы сильно истощились, а океанические – все еще были мало изучены.

В 1961/62 учебном году он читает курс «Геология морского дна» на кафедре океанологии и геологическом факультете ЛГУ, а также в Ленинградском гидрометеорологическом институте. Кроме того, М. М. Ермолаев руководил в 1963–1964 гг. практикой в Атлантическом океане на учебно-научном судне «Батайск», а в 1966–1967 гг. уже стал начальником межвузовских учебных океанологических экспедиций. В том же десятилетии ему удалось организовать Шельфовую комиссию в Географическом обществе. Тогда же М. М. Ермолаев принялся за работу над статьей по комплексному изучению шельфов и тесно связанной с ними береговой зоны, опубликованной позже.

Еще в самом начале 60-х гг. он выступил первым в мире с предложением организовать кафедру географии океана. Обоснованность такого предложения была подкреплена в 1970 г. опубликованием работы об изучении шельфов и береговой зоны, в которой на имеющемся материале с комплексных позиций М. М. Ермолаев развивает свое

представление о содержании научных исследований рассмотренных океанических структур.

К этому времени к идее комплексного изучения как океанических структур, так и всего океана пришли также известные ученые: географы К. К. Марков и О. К. Леонтьев, морские биологи В. Г. Богоров и Л. Д. Зенкевич. В начале 1970 г. в комиссии Академии наук была открыта новая Секция географии океана. Теперь М. М. Ермолаев мог взяться за осуществление своей почти десятилетней мечты об организации одноименной кафедры. В 1970 г. он переехал в Калининград, где вскоре стал проректором по науке в университете. В самом конце того же года М. М. Ермолаев сделал уже на V съезде Географического общества СССР доклад «Комплексное исследование шельфов и береговой зоны» [18]. В ходе обсуждения этого и других докладов по океанической тематике и был поставлен вопрос о создании кафедры географии океана в связи с подготовкой специалистов по океаническому природопользованию (при поддержке Адмирала Флота СССР Г. С. Горшкова и академика К. К. Маркова с последующим принятием Съездом соответствующего решения).

С начала 1971/72 учебного года первая кафедра географии океана, открытая в Калининградском университете, приступила к работе руководством ее создателя и заведующего М. М. Ермолаева. Был организован на самой кафедре ряд научных лабораторий, в том числе морской геофизики и динамики морских берегов. Это и сказалось на развитии связей с научными учреждениями страны, чему способствовал авторитет М. М. Ермолаева как известного ученого-мороведа (под его руководством велась многолетняя кафедральная работа по стратиграфическому расчленению позднекайнозойских отложений Атлантического океана, Балтийского и Баренцева морей, завершенная в 1980 г. В те же годы он работал над учебником по физической географии океана, но ухудшение здоровья не позволило довести работу до конца.

М. М. Ермолаев продолжал по-прежнему заниматься разработкой проблем географии океана. После ухода на пенсию он возвратился в Ленинград. В 1985 г. в Географическом обществе был отмечен его 80-летний юбилей, где он выступил с докладом о географических и геофизических особенностях переходной зоны от материка к Арктическому бассейну. Как известного ученого-полярника в 1989 г. у его пригласили посетить знаменитый Полярный институт Р. Скотта в Англии. Последние два года до кончины М. М. Ермолаев работал дома над своими мемуарами [20].

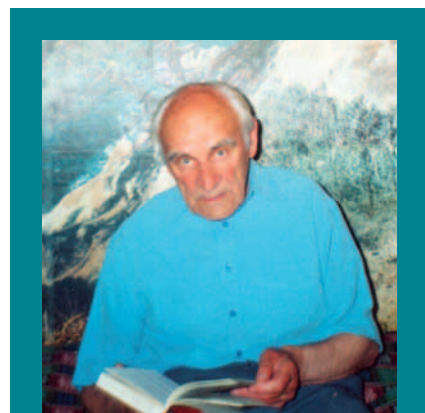
Имя Михаила Михайловича Ермолаева носят бухта, мыс и гора на карте Новой Земли.

В столетие его рождения в ноябре 2005 г. были проведены Ермолаевские чтения в Географическом обществе Санкт-Петербурга и в университетах Поморском (Архангельск) и Калининградском, с которыми в основном связана научно-исследовательская и научно-педагогическая деятельность М. М. Ермолаева. К столетней годовщине вышла в свет также содержательная книга о нем как исследователе и ученом [21], а несколько ранее историко-географический очерк с характерным названием «Биография, которой хватило бы на десятерых» [23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаев М. М. Волновая теория наносных образований // Изв. Гидроин-та. – 1927. – Вып. 2.
2. Он же. О природе некоторых наносных образований Новой Земли. – Тр. Ин-та по изуч. Севера, 1929, № 2.
3. Он же. Отчет о работах береговой геологической партии Чашской экспедиции в 1926 г. – Тр. ин-та по изуч. Севера, 1929, Вып. 43, Ч. 2.
4. Он же. Инструкция для экспедиционного изучения ископаемого льда как географического фактора (преимущественно в арктических областях). – Л.: Изд-во Всесоюз. Аркт. ин-та. – 1932.
5. Он же. Геологический и геоморфологический очерк острова Большого. Ляховского. – Тр. СОПС АН СССР: Сер. Якутск, 1932, вып. 7.
6. Он же. Геологические работы экспедиции в высоких широтах на ледокольном пароходе «Седов» в 1935 г. // Бюлл. Всесоюз. Аркт. ин-та. – 1935. – № 10.
7. Он же. Донная геология // Техника молодежи. – 1935. – № 12.
8. Он же. Опыт гидрологической интерпретации данных геологии морского дна // Проблемы Арктики. – 1946. – № 2.
9. Он же. Проблема исторической гидрологии арктических морей // Тез. докл. II Всесоюз. геогр. съезда, 1947. – Т. 2.
10. Он же. Проблемы исторической гидрологии морей и океанов // Вопросы географии. – 1948. – № 7.
11. Он же. О литогенезе пластических глинистых морских осадков // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1948. – № 1.
12. Он же. Атлантические воды и потепление климата на Севере СССР // Проблемы Севера. – 1949.
13. Он же. Области применения современных физических и химических методов к изучению географической оболочки. – Мат-лы к III съез. Геогр. общ-ва СССР, – Л., 1959.

14. Он же. О возможности применения некоторых методов современной физики к изучению географической оболочки Земли // Изв. Всесоюз. геогр. общ. – 1959. – Т. 91. – Вып. 3.
15. Он же. Географическое пространство и его будущее // Изв. Всесоюз. геогр. общ. – 1967. – Т. 99. – Вып. 5.
16. Он же. О границах и структуре географического пространства // Изв. Всесоюз. геогр. общ. – 1969. – Т. 101. – Вып. 5.
17. Он же. Генетическая классификация островов // Вестн. ЛГУ: Сер. геол. и геогр. – 1970. – Вып. 4. – № 24.
18. Он же. Комплексное исследование шельфов и береговой зоны. – Мат-лы V съезда Географического общества СССР, 1970.
19. Ермолаев М. М., Лымарев В. И., Смирнов Н. П. Физическая география океана: внутренняя структура и главные проблемы // Вопросы географии океана. – 1983.
20. Ермолаев М. М. Воспоминания (в соавторстве с Т. Л. Львовой). – Л. – 2001.
21. Ермолаев А. М., Дибнер В. Д. Михаил Михайлович Ермолаев: Жизнь исследователя и ученого. – СПб., 2005.
22. Курбатов А. Н., Ермолаев М. М. К вопросу о радиоактивности и химическом составе грунтов Карского моря // Проблемы Арктики. – 1937. – № 2.
23. Корякин В. С. Биография, которой хватило бы на десятерых // Природа. – 2002. – № 10. ■



10 августа В. И. Лымареву, одному из старейших авторов нашего журнала, исполняется 90 лет. Мы поздравляем его с юбилеем, с 65-летием научной и педагогической деятельности, а также с выходом из печати книги «Очерки отечественной географии океана» (СПб., Изд-во РГГН, 2009).

Желаем ему доброго здоровья и дальнейших творческих успехов!

Всем известны слова ленинградской поэтессы Ольги Бергольд об участниках Великой Отечественной войны: «Никто не забыт, и ничто не забыто».

Вот и мы отдаем долг памяти работникам нашего предприятия, в предвоенные и военные годы – Электромортреста, или ЭМТ, ныне ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика», внесшим свою лепту в дело общей Великой Победы.

Гибель корабля от неконтактной магнитной мины, заряда-убийцы, в безмолвии ожидающего свою жертву, особенно страшна тем, что всегда неожиданна. При встрече корабля с плавучей «рогатой смертью», порой нет времени, чтобы замедлить ход, сменить курс, подготовиться экипажу. Миг – и корабль исчезает во взметнувшемся столбе пламени, дыма, пара...

СРЕДСТВО НАПАДЕНИЯ, МЕРЫ ЗАЩИТЫ

Еще во времена парусного флота моряки знали, что точность показаний компаса в значительной мере зависит от места его расположения на корабле: чем ближе к компасу и массивнее железные предметы, тем больше искажаются его показания. Влияние на компас оказывало даже сравнительно небольшое магнитное поле набора стальных деталей деревянного корпуса корабля.

Начиная со второй половины XIX в. в судостроении в качестве основного материала начали применять сталь, что в значительной мере усложнило задачу использования компаса и привело к необходимости более широкого изучения магнитного поля корабля.

В 80-х гг. XIX столетия на кораблях появилось электроосвещение, были установлены первые динамомашин, смонтирована электропроводка – сети и электрооборудование создавало еще более мощные магнитные поля.

В технических отделах адмиралтейств многих европейских стран, в морских университетах и на судоверфях изучались природа магнитного поля кораблей, факторы, вызывающие искажение показаний установленных на кораблях магнитных компасов. К началу XX столетия магнитное поле корабля было хорошо изученно.

И, как это всегда случается в полной драматизма истории человечества, первое, чему послужили новые знания, это разработке оружия. Именно магнитное поле корабля было использовано для создания неконтактной магнитной мины, не требующей непосредственного соприкосновения с корпусом корабля и срабатывающей при попадании в магнитное поле проплывающего поблизости судна.

ВНИМАНИЕ – МИНЫ!

В.С. Татарский, генеральный директор ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»,
контакт. тел. (812) 5713919

Впервые магнитные мины, тогда еще довольно примитивные, были применены английскими моряками против немецких субмарин в конце Первой мировой войны.

Появление всякого нового оружия влечет за собой необходимость поиска защиты от него. Единственной эффективной мерой защиты от неконтактных магнитных мин явился принцип размагничивания всего корабля в целом. Начиная с 1936 г. в Советском Союзе и в Англии велся поиск возможной защиты кораблей от магнитных мин, проводились опытные работы. Англичане пошли по пути намагничивания, а не размагничивания кораблей.

Идея оказалась труднореализуемой и малоэффективной.

В результате в начале Второй мировой войны в 1939 г. потери английского флота вследствие применения немцами магнитных мин составили до 50% общих потерь.

В Советском Союзе в 1937 – 1938 гг. сотрудниками Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ, ныне – ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН) проводились научные разработки по размагничиванию и многочисленные опытные измерения на макетах и настоящих боевых кораблях. В результате удалось добиться оптимальной компенсации магнитного поля корабля магнитными полями токов, проходящих в специально смонтированной по всей длине корабля горизонтальной обмотке с устройством на неравномерных расстояниях секций из нескольких витков.

Предприятие ЭМТ впервые приступило к работам по размагничиванию кораблей в 1940 г., когда опытные разработки были в стадии завершения – его сотрудники выполнили монтаж размагничивающих устройств на мониторе «Левачев» и на бронекатере «БК-232».

Нарастающая угроза войны требовала ускорения темпов работ по защите кораблей от неконтактного магнитного минно-торпедного оружия.

Весной 1941 г. вышли решения Главного Военного Совета ВМФ, определяющие организацию работ по защите кораблей, переход от опытных разработок к общепромышленному внедрению систем защиты, четкое распределение обязанностей между ЭМТ, ЛФТИ и ЦКБ Наркомата судостроительной промышленности. ЭМТ предписывалось участие в составлении заказов электропромышленности на поставку необходимого обо-

рудования для размагничивающих устройств, согласование конструкторской документации, монтаж устройств непосредственно на месте, решение организационных вопросов.

Командование ВМФ требовало установить размагничивающие устройства на все боевые корабли в течение 1941 г. Таким образом, необходимо было только время для осуществления всех намеченных и подготовленных мероприятий по массовому оборудованию кораблей размагничивающими устройствами системы ЛФТИ, но его-то и не оказалось!

В результате к началу войны советские корабли, за малым исключением, остались незащищенными от магнитных мин противника.

ВОЙНА

Самым первым действием немецкого флота на морских театрах войны была попытка блокировать корабли противника в базах, связать их боевые действия массовыми постановками неконтактных магнитных мин.

На Балтике еще с ночи на 18 июня 1941 г. немецкие корабли, базировавшиеся в Пилау, приступили к установке минных заграждений, значительную долю которых составляли магнитные мины. В ночь на 22-е июня, за несколько часов до начала войны, немцы выставили магнитные мины по линии Тахкуна–о. Эре, этой же ночью их авиация сбросила магнитные мины на подходах к Кронштадту. Вражеское командование было уверено, что применение этого нового минного оружия нанесет существенный ущерб нашим военно-морским силам, не даст в должной мере развернуть боевые действия, остановит или существенно затруднит морские перевозки.

Уже 23 июня 1941 г. в районе о. Хиуме на магнитной мине подорвался и затонул эсминец «Гордый», через несколько часов в том же районе получил серьезные повреждения крейсер «М. Горький», через сутки в районе Таллина подорвался и погиб тралик «БТЩ-208». Создалась реальная угроза ограничения боевой деятельности кораблей наших флотов.

Но с первых же дней войны началась напряженная работа по установке на корабли размагничивающих устройств. Уже 22 июня 1941 г. группа работников ЭМТ, занимающаяся вместе с сотрудниками ЛФТИ и ЦКБ опытными испытаниями на базе в Таллине, приступила к размагничиванию

тральщиков, готовящихся к выходу на первое боевое задание. Зачастую для быстроты специалисты ЭМТ с помощью личного состава корабля крепили на леерных стойках вдоль бортов кабели обмоток системы размагничивания, проверяли правильность направления токов при помощи компаса и включали в работу. Конечно, обмотки упрощенных устройств часто выходили из строя, и личному составу кораблей приходилось их ремонтировать, однако эти системы в полной мере защитили корабли на переходе из Таллина в Кронштадт, где временные устройства были заменены на штатные.

Так, в первый же месяц войны потери советских кораблей от магнитных мин были сведены к минимуму, попытки противника блокировать наш флот в базах и нарушить его боевую деятельность полностью сорваны.

29 июня 1941 г. вышел совместный приказ Наркомата ВМФ и Наркомата судостроительной промышленности № 158/00159, наметивший конкретные мероприятия по ВМФ и судпрому для немедленного оборудования кораблей размагничивающими устройствами. Поражают сроки выполнения работ, установленные этим приказом, выпущенным, повторю, 29 июня: завершение проектов размагничивающих устройств для разных классов кораблей – к 1 июля 1941 г. Проведение монтажа следовало осуществить в сроки: на быстроходных тральщиках – в течение 2 дней на каждом из кораблей, на эсминцах – 3 дней, на крейсерах – 5, на линкорах – 8 дней...

В выцветших машинописных страницах приказа нашло отражение все: и невыносимая нагрузка, легшая на плечи работников предприятия ЭМТ, и мера ответственности за быстрое и качественное выполнение работ, столь необходимых для сохранения человеческих жизней и боевой техники.

Выполнение столь ответственной и трудоемкой задачи в донельзя сжатые сроки требовало сосредоточения материальных и людских ресурсов.

6 июля 1941 г. начальником Научно-технического комитета НК ВМФ контр-адмиралом А.А. Жуковым был подписан приказ № 00297, предписывающий:

- собрать на предприятиях, складах, базах города весь имеющийся кабель и электрооборудование, необходимые для размагничивания, и передать их в ведение предприятия ЭМТ;

- директорам судостроительных заводов обеспечить предприятие ЭМТ требующимися корпусными конструк-

циями, крепежными узлами, выполнять для него необходимые вспомогательные работы;

- создать стабильные производственные бригады из сотрудников предприятия ЭМТ, в их состав включить опытных конструкторов из ЦКБ-52.

Этим же приказом, учитывая важность и срочность выполняемых работ, предписывалась отсрочка направления людей из состава бригад в части Народного ополчения. А в конце июля – начале августа 1941 г., когда основной состав ЦКБ-52 был эвакуирован на восток, инженеры-конструкторы, входящие в бригады ЭМТ, были оставлены в Ленинграде.

12 августа 1941 г. вышло Решение заместителя наркома ВМФ адмирала Л.М. Галлера, которое возлагало на ЭМТ функции генерального исполнителя работ по оборудованию боевых и вспомогательных кораблей защитными устройствами. Контрагентами предприятия ЭМТ в соответствии с этим решением являлись группы ЦКБ, судостроительные заводы и судоремонтные мастерские флота.

Основная работа бригад предприятия ЭМТ развернулась в Кронштадте и на судостроительных заводах Ленинграда. Специалисты ЭМТ и конструкторы ЦКБ обеспечивали установку, регулировку и сдачу противоминных защитных устройств, вносили изменения в проектные разработки, улучшали характеристики систем, проводили занятия с командами, офицерами кораблей, моряками, разъясняя им принципы защиты кораблей от магнитных мин и эксплуатации размагничивающих устройств. О состоянии дел по защите кораблей от магнитных мин систематически докладывалось верховному командованию.

Сотрудники предприятия ЭМТ, зачастую круглосуточно, под бомбежками и обстрелами, уже к концу августа 1941 г. сумели защитить от магнитных неконтактных мин более 50 боевых кораблей, сохранив ядро Балтийского флота. Благодаря самоотверженной работе Балтийской группы размагничивания, в первую очередь сотрудников ЭМТ, потери от неконтактных магнитных мин наших кораблей, защищенных системами размагничивания, уже к декабрю 1941 г. были сведены к нулю.

А ведь кроме работ по размагничиванию в течение всей блокады Ленинграда, в условиях голода, холода, постоянных бомбардировок и артобстрелов, электромонтажники предприятия ЭМТ

участвовали в ремонте и строительстве бронекатеров, ремонте надводных кораблей, в том числе крейсера «Киров», лидеров эсминцев «Минск» и «Ленинград», подводных лодок для Балтийского флота, плашкоутов и барж, на которых по Ладоге в осажденный город доставлялись продовольствие, вооружение, медикаменты.

Работой предприятия ЭМТ в Ленинграде все годы войны руководил Г.Г. Борин.



Григорий Гаврилович Борин, директор предприятия Электромортреста с 1940 по 1951 г. Награжден орденами «Красная Звезда», «Отечественной войны II степени», медалью «За оборону Ленинграда» и «За победу над Германией».

Советское правительство, командование ВМФ высоко оценили труд ученых, электромонтажников, моряков в области размагничивания кораблей. В документах военного времени вследствие секретности, очень скупое упоминание работ по размагничиванию, но именно за них в апреле 1942 г. 14 наших сотрудников были награждены боевым орденом «Красной Звезды», которым работники тыла (хотя что можно назвать тылом в блокадном Ленинграде?) награждались весьма не часто, только за выдающиеся заслуги.

Через два года нашему предприятию – ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» – правопреемнику и наследнику славных традиций ЭМТ, исполняется 90 лет. Но мы помним тех, кто совершил тот подвиг. Мы свято чтим память наших сотрудников, которые своим самоотверженным трудом, ценой переносимых лишений, а порой и собственной жизни защитили от гибели десятки кораблей, спасли тысячи человеческих жизней. ■

В преддверии юбилейной даты – 65-летия Великой Победы в Отечественной войне 1941–1945 гг. в Центральном военном-морском музее открылась выставка «Краснознаменные и гвардейские корабли в Великой Отечественной войне». На ней вниманию посетителей предлагают произведения акварельной живописи из тематической коллекции, созданной в течение последних пяти лет, с некоторыми из которых знакомим читателей журнала.

КРАСНОЗНАМЕННЫЕ И ГВАРДЕЙСКИЕ КОРАБЛИ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

В.И.Овчинников, заслуженный художник РФ,
контакт. тел. 8 921 7425785



*Краснознаменный крейсер «Киров»,
дважды Краснознаменный Балтийский флот*



*Гвардейская канонерская лодка «Пролетарий»,
Краснознаменная Амурская флотилия*



*Гвардейский минный заградитель «Марти»,
дважды Краснознаменный Балтийский флот*



*Гвардейский сторожевой корабль «Метель»,
Краснознаменный Тихоокеанский флот*



*Гвардейский сторожевой катер «СКА-065»,
Краснознаменный Черноморский флот*



*Краснознаменный тральщик «Т-110»,
Краснознаменный Северный флот*



*Краснознаменная канонерская лодка «Чапаев»,
Волжская военная флотилия*



*Краснознаменный эскадренный миноносец
«Железняков»,
Краснознаменный Черноморский флот*



*Краснознаменный линейный корабль «Севастополь»,
Краснознаменный Черноморский флот*



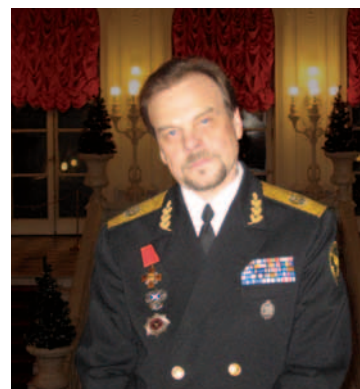
*Краснознаменный линейный корабль
«Октябрьская революция»,
дважды Краснознаменный Балтийский флот*



*Краснознаменная гвардейская подводная лодка «Д-3»,
Краснознаменный Северный флот*



*Гвардейский крейсер «Красный Крым»,
Краснознаменный Черноморский флот*



В.И. Овчинников,
заслуженный художник РФ,
председатель Общества
художников-маринистов Санкт-
Петербургского союза художников,
действительный член Русского
географического общества, дей-
ствительный член Санкт-Петер-
бургского Морского собрания.

Девятый морской министр, генерал-адъютант, адмирал, член Государственного Совета Степан Степанович Лесовский родился в 1817 г. во французском городе Ретаеле Арденского департамента. Из дворян Московской губернии, дальний потомок Петра Павловича Шафилова, известного дипломата петровского времени.

Отец Степана Степановича – полковник Степан Лесовский – был командиром Кинбурнского драгунского полка, входившего в состав русской оккупационной армии, находившейся во Франции. Мать – Франсуаза – была француженкой, на которой полковник С. Лесовский женился в Париже в 1814 г.

Первоначальное образование Степан Степанович получил дома, а затем 27 (15) апреля 1830 г. в 13-летнем возрасте поступил в Морской кадетский корпус. 12 января 1834 г. (31 декабря 1833 г.) он был произведен в гардемарины, а 2 января 1836 г. (21 декабря 1835 г.) – в мичманы и в связи с отличным окончанием корпуса в числе первых был оставлен для дальнейшего обучения на три года в офицерском классе (открыт при Морском корпусе в 1827 г. по инициативе контр-адмирала И. Ф. Крузенштерна).

В летние периоды с 1834 по 1838 г. на корабле «Кацбах», фрегатах «Мария», «Венус», «Амфитрида» и «Александр Невский» С. С. Лесовский крейсировал в Финском заливе и Балтийском море. Так, с 26 (14) июня по 30 (18) августа 1836 г. на 44-пушечном бывшем шведском фрегате «Венус» (взят в плен 21 мая 1789 г. у входа в Христиан-фиорд катером «Меркурий» под командованием капитан-лейтенанта Р. В. Кроуна во время русско-шведской войны 1787–1790 гг. Вошел в состав Балтийского флота.) под командой капитан-лейтенанта М. Ф. Рейнеке (впоследствии вице-адмирал) молодой мичман находился в плавании из Кронштадта до Ревеля, Выборга, Гангута с вторичным заходом в Ревель и оттуда возвратился в Кронштадт. Затем в 1837 г. на 44-пушечном парусном фрегате «Амфитрида» под командованием капитан-лейтенанта С. П. Тыринова и в 1838 г. на 74-пушечном парусном фрегате «Александр Невский» под командованием капитан-лейтенанта П. И. Барташевича совершал практическое плавание по разным портам Балтийского моря.

7 апреля (26 марта) 1839 г. Степан Степанович с отличием окончил офицерский класс и по экзамену был произведен в лейтенанты

ДЕВЯТЫЙ МОРСКОЙ МИНИСТР ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ АДМИРАЛ С. С. ЛЕСОВСКИЙ

*С. П. Сирый, проф., капитан 1 ранга запаса,
председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН,
председатель секции истории Российского флота и историограф СПб МС,
заслуженный работник высшей школы России*



с переводом на Черноморский флот. В период с 11 апреля (30 марта) по 17 (5) апреля 1839 г. на пароходе «Лиман» (1829 г. был включен в Дунайскую флотилию, где выполнял транспортные функции: подвоз боеприпасов, продовольствия, почты, связь с портами Нижнего Дуная) под командованием капитан-лейтенанта Бернадского совершил переход в Одессу во 2-ю практическую эскадру. В том же году на 84-пушечном корабле «Императрица Мария» под командованием капитана 1 ранга Синявского участвовал в перевозке сухопутных войск из Одессы в Севастополь; затем на 18-пушечном двухмачтовом парусном бриге «Меркурий» под командованием капитан-лейтенанта Н. П. Вульфа с 2 августа (21 июля) находился в крейсерстве от Севастополя до Одессы, оттуда к восточным берегам Черного

моря в крепость Псефуапе, Керчь и обратно в Севастополь. Подобные рейсы С. С. Лесовский совершал и в 1840 г. на 60-пушечном фрегате «Тенедос» под командованием капитана 2 ранга В. И. Полянского; после чего ушел к абхазским берегам Черного моря в крейсерство, на том же фрегате под тем же командованием участвовал в перевозке сухопутных войск из Севастополя в Геленджик и крепость Псефуапе с возвратом в Севастополь.

В 1841 г. на транспорте «Березань» под командованием капитан-лейтенанта Е. П. Манганари с 26 (14) апреля по 3 мая (21 апреля) он совершил переход в Николаев, а в 1842 г. на 18-пушечном корвете «Андромаха» под командованием капитан-лейтенанта В. И. Истомина плавание от Николаева до Одессы, а оттуда в Константинополь и далее в Средиземное море в греческий порт Пирей. В 1843 г., проплавав в Средиземном море, корвет «Андромаха» возвратился в Севастополь, а затем перешел в Николаев. В 1845 г. на 44-пушечном фрегате «Кагул» под командованием капитан-лейтенанта Иванова С. С. Лесовский находился в практическом плавании из Николаева в Очаков, Севастополь, по Черному морю. В 1846 г. на том же фрегате под командованием капитана 2 ранга Иванова Степан Степанович с 20 (8) марта по 2 сентября (21 августа) участвовал в крейсерских плаваниях к Кавказскому побережью Черного моря и возвратился в Севастополь. 18 (6) декабря 1846 г. Степану Степановичу был пожалован орден Св. Анны 3-й степени. В 1848 г. на 52-пушечном фрегате «Коварна» под командой капитана 1 ранга Н. Д. Варницкого с 14 (2) мая до 22 (10) мая на Севасто-

польском рейде, а с 22 (10) мая по 11 октября (29 сентября) находился под парусами и на якоре у Кавказских берегов Черного моря, возвратился 14 (2) октября на Севастопольский рейд. В 1849 г. на 84-пушечном корабле «Уриил» под командованием капитана 1 ранга А. Д. Варницкого С. С. Лесовский совершал практическое плавание по Черному морю, а с 14 (2) ноября по 3 декабря (21 ноября) на том же корабле под тем же командованием совершил переход из Севастополя в Одессу для перевозки сухопутных войск.

18 (6) декабря 1849 г. С. С. Лесовский был произведен в капитан-лейтенанты. В 1850 г. на 120-пушечном корабле «Париж» под командованием капитана 1 ранга В. И. Истомина с 21 (9) октября по 20 (8) ноября он участвовал в проводке этого корабля по р. Ингул и далее в Севастополь. В 1851 г. на пароходах «Громоносец» и «Владимир» под командованием капитан-лейтенантов П. В. Соколовского и Н. А. Аркаса соответственно с 28 (16) марта по 7 апреля (26 марта) С. С. Лесовским в отряде был совершен переход из Николаева в Севастополь и обратно, 21 (7) марта 1851 г. он был переведен в 34-й флотский экипаж с назначением командиром 12-пушечного брига «Язон».

Затем с 1 сентября (19 августа) С. С. Лесовский совершил переход из Николаева в Одессу, а оттуда через проливную зону Босфор и Дарданеллы в греческий порт Пирей, где крейсировал в Средиземном море, Архипелаге и Адриатическом море. 12 ноября (31 октября) 1852 г. «Язон» возвратился на Севастопольский рейд, откуда 7 декабря (25 ноября) этого же года убыл в крейсерство к Кавказским берегам Черного моря.

29 (17) декабря 1852 г. С. С. Лесовский был переведен в 44-й флотский экипаж с одновременным назначением командиром 60-пушечного фрегата «Кулевчи» и с 10 по 17 февраля (по ар. ст.) 1853 г. на 18-пушечном брига «Тезей» возвратился из Сухуми в Севастополь, где принял фрегат «Кулевчи». Это был год начала Крымской (Восточной войны) и последний, 14-й, год пребывания С. С. Лесовского на Черноморском флоте. Будучи командиром фрегата «Кулевчи», он с 19 (7) по 21 (9) марта осуществил плавание под парусами из Севастополя в Одессу и 27 (15) марта возвратился в Севастополь. В период с 27 (15) мая по 1 июня (21 мая) находился на Севастопольском рейде в составе первой практической эскадры под командованием вице-адмирала П. С. Нахимова, а с 1 июня (21

мая) по 24 (12) июля – в крейсерстве между Херсонесом и Босфором с целью обнаружения турецкого флота в Черном море.

В августе 1853 г. по ходатайству вице-адмирала графа Е. В. Путятина капитан-лейтенант С. С. Лесовский был переведен в 1-й флотский экипаж в Санкт-Петербург и 16 (4) сентября назначен командиром фрегата «Диана». 29 (17) августа после сдачи фрегата «Кулевчи» Степан Степанович отправился в столицу.

16 (4) октября 1853 г. фрегат «Диана» под командованием капитан-лейтенанта С. С. Лесовского покинул Кронштадтский рейд и отправился в кругосветное плавание, взяв курс на Копенгаген. Не заходя ни в один из европейских портов, пройдя без происшествий через Атлантический океан, фрегат «Диана» 4 января 1854 г. (23 декабря 1853 г.) бросил якорь на рейде столицы Бразилии Рио-де-Жанейро. Надо отметить, что фрегат «Диана» шел на Дальний Восток для усиления эскадры вице-адмирала Е. В. Путятина.

19 (7) января 1854 г. фрегат покинул рейд Рио-де-Жанейро и взял курс на мыс Горн, обогнув который прибыл 22 февраля (по стар. ст.) на рейд чилийского гор. Вальпараисо. После ремонта снявшись 23 (11) марта с рейда Вальпараисо, корабль взял курс в Тихий океан, собираясь в пути встретиться с фрегатом «Аврора», и 13 (1) мая прибыл на рейд Сэндвичевых (Гавайских) островов Г. Гонолулу. Там С. С. Лесовский узнал, что командир «Авроры» намеревался в середине мая выйти из Кальево в Гонолулу, а из газет о том, что Франция и Англия объявили войну России и английская эскадра контр-адмирала Девида Прайса ищет на Дальнем Востоке отряд вице-адмирала Е. В. Путятина, а из Англии послан 40-пушечный военный пароход «Пайк» для захвата «Дианы».

Фрегат «Диана», так и не встретившись с фрегатом «Аврора», поспешил оставить Гавайские острова и 28 (16) мая взял курс в Тихий океан к Татарскому проливу, куда прибыл 23 (11) июля. На якоре в бухте Де-Кастри он простоял 12 дней, соединившись с отрядом Е. Путятина. 4 августа (23 июля) корабль С. С. Лесовского снялся с якоря и перешел в лиман р. Амур, где 7 августа (26 июля) стал на якорь у мыса Лазарева. Здесь фрегат «Диана» поступил в распоряжение дипломатической миссии вице-адмирала Е. Путятина и 8 октября (26 сентября) взял курс в Японию. Побывав в японских городах Хакодате и Осака, фрегат 4 декабря (22 ноября) прибыл

на рейд города Симода, где простоял на якоре до 14 (2) января 1855 г.

23 (11) декабря 1854 г. в 10 часов утра в городе почувствовали сейсмические удары, затем несколькими громадными волнами город был полностью разрушен. Большинство малых судов и джонок оказалось потоплено. Фрегат «Диана» уцелел, но получил серьезные повреждения: были вырваны большие куски киля и фальшкиля, сорван и унесен руль, вода в трюме прибывала со скоростью до 50 см/ч. Для ремонта корабль решено было перевести в закрытую от ветров бухту Хеда в 15 милях от Симоды. 14 (2) января 1855 г., исправив кое-какие повреждения и поставив временный руль, фрегат вышел из Симоды. К ночи ветер начал свежеть, руль сорвало, и фрегат в темноте вынужден был стать у берега на якорях. На рассвете выяснилось, что корабль стоит в кабельтове от песчаного побережья, по которому ходит сильный бурун. Ветер продолжал свежеть, течь все увеличивалась. Фрегат, несмотря на непрерывную работу помп, медленно погружался, поэтому часть команды на шлюпках была перевезена на берег у селения Маасима. 18 (6) января ветер и зыбь начали стихать, поэтому Е. Путятин решил отбуксировать судно в порт Хеда.

После гибели «Дианы» Е. Путятин в своих вещах обнаружил журнал «Морской сборник» за 1849 г. с чертежами шхуны «Опыт». По ним под руководством прапорщика корпуса флотских штурманов Карандашева и мичмана Колокольцова было построено новое судно. Общее руководство по постройке шхуны осуществлял С. С. Лесовский. Большая часть леса для шхуны была вырублена в горах нашими матросами, которым пришлось учить помогавших им японцев гнать смолу, прятать пеньку, делать тросы, шить паруса и пр. Через 2,5 месяца шхуна была готова и оказалась весьма хорошим судном. В конце апреля на этой шхуне, названной «Хеда», Е. Путятин с частью экипажа «Дианы» вышел в море, обогнул Японию с юга и 20 (8) июня пришел в Николаевск-на-Амуре. Вторая часть экипажа во главе с капитан-лейтенантом С. С. Лесовским на зафрактованном купеческом судне отправилась в Петропавловск-Камчатский на усиление находившихся там команд. Шла Крымская война; Петропавловск-Камчатский был уже оставлен русскими командами, и С. С. Лесовский возвратился в Николаевск-на-Амуре, где своей распорядительностью содействовал эскадре контр-адмирала В. С. Завойко,

блестяще перебазировавшего военно-морскую базу из Петропавловска в устье Амура. В Амурском лимане бриг, на котором находился с командой С. С. Лисовский, стал на мель и был снят с нее лишь благодаря его распорядительности и самоотверженным действиям команды, которая на своих плечах по грудь в воде завела тяжелый стоп-анкер.

12 декабря (30 ноября) 1855 г. С. С. Лесовский «за отличие» был произведен в капитаны 2 ранга; за усердную службу ему был пожалован орден Св. Анны 2-й степени. В Николаевск-на-Амуре он был назначен командиром сводного экипажа, составленного из команд фрегатов «Паллада», «Диана» и «Аврора», а также начальником береговых батарей.

9 ноября (29 октября) 1856 г. С. С. Лесовский был произведен в капитаны 1 ранга. 8 декабря (26 ноября) 1856 г. 52 пушки и навигационные приборы «Дианы», а также шхуна «Хеда» были переданы Японии.

В начале 1857 г. С. С. Лесовский вернулся сухим путем через Сибирь в Санкт-Петербург. 28 (16) апреля 1857 г. приказом Управляющего Морским министерством он был уволен для службы на коммерческих судах с оставлением в списках флота. Основной целью этого назначения была организация образовавшегося тогда Русского общества пароходства и торговли. Прослужив некоторое время в нем, С. С. Лесовский по личному распоряжению генерал-адмирала Константина Николаевича от 8 октября (26 сентября) 1858 г. был назначен капитаном Кронштадтского порта. В этой должности ему пришлось много поработать по укомплектованию вооружением и снабжением многочисленных судов, отправлявшихся в то время в ряд заграничных плаваний.

20 (8) сентября 1859 г. ему был пожалован орден Св. Анны 2-й степени с императорской короной. 8 августа (27 июля) 1860 г. за участие в постройке 57-пушечного парусно-винтового фрегата «Олег» С. С. Лесовский был награжден годовым окладом жалованья в сумме 1600 руб. серебром. 29 (17) апреля 1862 г. Степану Степановичу был пожалован орден Св. Владимира 3-й степени, и для выяснения броненосных судов типа «Монитор» он был командирован по высочайшему повелению в Северную Америку. Результатом этой поездки была постройка Морским Ведомством около десятка этого рода судов для Балтийского флота.

1 июня (20 мая) 1863 г. С. С. Лесовский назначается капитаном Санкт-

Петербургского порта, где в то время строились мониторы и первые броненосные суда, а 15 (3) июля за отличие его производят в контр-адмиралы. 15 (3) сентября он назначается младшим флагманом Балтийского флота, и ему доверяют выполнить поручение большой государственной важности – возглавить командование отрядом судов, секретно сосредоточиваемых у восточных берегов Северной Америки с целью политического и стратегического воздействия на враждебную России коалицию европейских держав. Эскадра контр-адмирала С. С. Лесовского состояла из фрегатов: 51-пушечного «Александра Невского» и 51-пушечного «Пересвета», корветов 17-пушечного «Варяга» и 9-пушечного «Витязя» с последующим присоединением из Средиземного моря 51-пушечного фрегата «Ослябя». Суда вышли из Кронштадта поодиночке под видом смены судов, крейсирующих у Курляндских берегов.

30 (18) июля 1863 г. С. С. Лесовский поднял свой флаг на фрегате «Александр Невский» и, снявшись с якоря, соединился в Финском заливе с остальными судами эскадры. Эскадра прошла Северное море, обогнула северную оконечность Шотландии и, пройдя через Атлантический океан путями, мало посещаемыми торговыми судами, 6 октября (24 сентября) стала на якорь на нью-йоркском рейде. Этот переход был совершен столь незаметно и удачно, что не только за границей, но и в России узнали об походе эскадры из американских газет. Одновременно с эскадрой С. С. Лесовского на противоположном берегу Америки была сосредоточена эскадра контр-адмирала А. А. Попова в составе: корветов 15-пушечного «Калевала», 9-пушечного «Богатырь», «Рында» и «Новик» и клиперов «Абрек» и «Гайдамак». Это внезапное появление двух сильных русских эскадр в портах Американских штатов произвело тем более сильное впечатление, что оно было совершенно неожиданно. Своим присутствием эскадры продемонстрировали поддержку Северных штатов в Гражданской войне с Югом, способствовали упрочению международного положения федерального правительства США и отказу ряда европейских держав от вмешательства во внутриамериканский конфликт. Непосредственной целью посылки эскадр были действия на морских сообщениях Англии и Франции в случае их войны против России, угроза которой возникла в связи с польским восстанием 1863 г. В итоге союз Англии и Франции не состоялся, и Рос-

сия сама решила польский вопрос без вмешательства извне, что и требовалось. После подавления восстания в Польше эскадра контр-адмирала С. С. Лесовского 1 августа (20 июля) 1864 г. была отозвана в Балтийское море, а эскадра контр-адмирала А. А. Попова возвратилась на Дальний Восток.

По возвращении из Северных штатов С. С. Лесовский 9 августа (28 июля) 1864 г. был зачислен в свиту государя и назначен начальником отряда в Средиземном море, находившегося в распоряжении императрицы. Имея свой флаг на фрегате «Александр Невский», С. С. Лесовский выполнил печальную миссию – сопровождал из Ниццы в Кронштадт прах в бозе почившего наследника цесаревича Николая Александровича.

17 (5) августа 1864 г. ему была пожалована аренда по 2000 руб. в год на 12 лет, а также итальянский орден Св. Маврикия и Лазаря и французский орден Почетного Легиона. 16 (4) апреля 1865 г. Степан Степанович был награжден орденом Св. Станислава 1-й степени; ему пожалован гессен-дармштадтский орден Филиппа Великодушного. 7 июня (25 мая) того же года ему в приказе была объявлена особая благодарность государя.

28 (16) апреля 1866 г. С. С. Лесовский назначается помощником главного командира Кронштадтского порта с оставлением в свите его величества.

Позже Степана Степановича назначают ответственным по приему и сопровождению чрезвычайного посланника Северо-Американских штатов помощника Государственного секретаря по морскому министерству, члена Вашингтонского кабинета Густава Фокса. Сорокапятилетний Г. Фокс, бывший морской офицер, был известен как активный политический деятель администрации президента Линкольна. В годы Гражданской войны в Америке он был одним из видных организаторов и руководителей флота северян. 4 апреля 1865 г. после выборов Авраам Линкольн снова стал президентом и хозяином Белого дома. Однако прошло всего несколько дней, и выстрел в вашингтонском театре Форда погрузил Америку в траур. Стало не до визита.

28 (16) апреля 1866 г. в Петербурге на набережной Невы было совершено покушение на императора Александра II. По счастливой случайности царь остался жив. Американцы, находясь еще под впечатлением недавней гибели своего любимого президента, решили, что время для ответного визита настало. Лучшего случая

выразить России свою признательность за поддержку в трудные годы Гражданской войны и одновременно поздравить императора «по поводу чудесного спасения его от смерти» найти было трудно.

Для участия в визите был выбран один из новейших мониторов – «Миантонамо». Это был сравнительно небольшой низкобортный глубоководный броненосец. Для обеспечения его перехода через океан было выделено два паровых парусно-колесных фрегата «Аугуста» и «Ашуелот». К концу мая все корабли небольшого отряда сосредоточились в бухте Сент-Джонс у о. Ньюфаундленд. Отсюда начинался самый короткий путь в Европу, к берегам Ирландии. Переход длился 11 суток. 28 (16) июня, пройдя 1765 миль, отряд Фокса достиг побережья Ирландии. 15 (3) августа отряд прибыл в Гельсингфорс, а 18 (6) в Кронштадт. С. С. Лесовский уведомил письмом старшин Кронштадтского Морского Собрания о предстоящем визите американцев.

20 (8) августа чрезвычайное посольство было принято Александром II. Аудиенция состоялась в Петергофском дворце. Пока во дворце шел официальный прием, американские офицеры в сопровождении контр-адмирала С. С. Лесовского осматривали дворцы и парки Петергофа. В нижнем парке они встретили героя Севастопольской обороны Э. И. Тотлебена.

7 ноября (26 октября) того же года С. С. Лесовский был назначен исполняющим должность главного командира Кронштадтского порта и военного губернатора Кронштадта с оставлением в свите его величества. В этой должности он много сделал не только для улучшения снаряжения судов, быта команд, но и для самого города (устроены водопроводы, газовое освещение, хлебопекарни, помещения для семейных нижних чинов и т. п.).

28 (16) апреля 1867 г. Степану Степановичу был вручен орден Св. Анны 1-й степени; 13 (1) января 1869 г. – прусский орден Красного Орла; он был пожалован в генерал-адъютанты с оставлением в прежней должности.

9 апреля (28 марта) 1871 г. Степан Степанович был произведен за отличие в вице-адмиралы с утверждением в должности и с оставлением в звании генерал-адъютанта, а 20 (8) ноября его

назначили товарищем (помощником) управляющего Морским министерством. Управляющим министерством был адмирал Н. К. Краббе.

В 1872 г. С. С. Лесовский пожалован австрийским орденом Железной короны, а в 1873 г. – орденом Св. Владимира 3-й степени. 18 (6) января 1875 г. за полезные труды по управлению министерством во время отсутствия управляющего объявлено монаршее благоволение с пожалованием шведского ордена Меча.

13 (1) января 1876 г. Степан Степанович награжден орденом Белого Орла, а 24 (12) января того же года в связи со смертью Н. К. Краббе его назначили управляющим Морским министерством с оставлением в звании генерал-адъютанта. Он был пожалован также орденами: нидерландским Дубового венка, датским Данеброга и греческим Спасителя.

9 февраля (28 января) 1877 г. Степан Степанович был назначен почетным членом Николаевской Морской академии.

13 (1) января 1879 г. ему был пожалован орден Александра Невского. 5 июля (23 июня) 1880 г. С. Лесовский был по собственному желанию освобожден от должности управляющего Морским министерством, назначен членом Государственного Совета и главным начальником Морских сил на Тихом океане. Подняв свой флаг на крейсере «Африка», он находился с эскадрой в Японии на нагасакском рейде, откуда перешел на Владивостокский рейд. По пути из Владивостока в Японию был сильный шторм, во время которого С. С. Лесовского сшибло волной, в результате чего он сильно повредил себе ногу и был вынужден возвратиться в С.-Петербург. В 1881 г. С. С. Лесовский сдал эскадру контр-адмиралу А. Б. Асланбегову.

22 (10) августа 1882 г. Степана Степановича за отличие произвели в адмиралы и пожаловали ему японский орден Восходящего солнца. 23 (11) октября 1882 г. его назначили председателем особо учрежденной комиссии при Морском министерстве по пересмотру Морского устава а 27 (15) мая 1883 г. наградили орденом Св. Владимира 1-й степени. 25 (13) февраля 1884 г. Степан Степанович из-за болезни был освобожден от председательства в Комиссии, а 26 февраля (по стар. ст.) в 67-летнем возрасте он скончался. Его похоронили

на Новодевичьем кладбище в Санкт-Петербурге.

С. С. Лесовский был женат первым браком на помещице Калужской губернии Софье Александровне Филатьевой. Детей у них не было.

Вторая жена – Екатерина Владимировна Вестман (родилась в 1851 г.). Детей от второго брака тоже не было.

Непродолжительное управление Морским министерством С. С. Лесовским совпало с русско-турецкой войной 1877–1878 гг., когда наш Черноморский флот находился в условиях весьма неблагоприятных по сравнению с турецким броненосным флотом. Сказались результаты Парижского договора по Крымской войне 1853–1856 гг., по которому России запрещалось иметь военный флот на Черном море. Этот договор Россией был аннулирован только в 1871 г., и она не успела воссоздать полностью свой флот до начала последней русско-турецкой войны.

В должности управляющего Морским министерством С. С. Лесовский был ближайшим помощником генерал-адмирала Константина Николаевича в деле организации Морского Ведомства и постройке флота. Отказ его от этой должности, по-видимому, был принципиальным, во всяком случае свидетельствует, что С. С. Лесовский не принадлежал к числу честолюбцев. Как человек Степан Степанович совмещал в себе противоположные качества: имея, в сущности, не злое сердце, он даже в те времена приобрел репутацию исключительно жестокого капитана. На кораблях, которыми он командовал, матросы изнемогали под тяжестью беспощадных телесных наказаний и кулачной расправы как самого капитана, так и его офицеров. На фрегате «Диана» в заграничном плавании матросы не раз кричали с марсов в адрес С. С. Лесовского: «За борт его!». Однажды ночью в океане команда выбежала наверх, чтобы привести в исполнение свои угрозы, и только находчивость старшего офицера фрегата И. И. Бутакова, скомандовавшего: «К повороту» и начавшего проводить парусные учения, позволила предупредить расправу. Случай этот описан в морских рассказах К. М. Станюковича без упоминания названия корабля и имен героев печальной истории. На флоте С. С. Лесовский имел прозвище «дядька Степан». ■

19 апреля 2010 г. в штаб-квартире Международного и Российского научно-технического общества судостроителей им. акад. А.Н. Крылова (НТОС) состоялось подписание Протокола о намерениях между НТОС и компанией «Reed Exhibitions» о сотрудничестве по организации Всемирной морской технологической конференции WMTC2012 (World Maritime Technology Conference), намеченной к проведению с 28 мая по 3 июня 2012 г. в Санкт-Петербурге. WMTC2012 будет четвертой глобальной конференцией по морским технологиям после подобных конференций в Сан-Франциско (2003), Лондоне (2006) и Мумбае (2009).

НТОС представляет собой профессиональное научно-техническое общество, включающее 47 региональных отделений. Оно основано в 1866 г. в Санкт-Петербурге. Работает по 20 предметным направлениям, охватывающим практически все разделы судостроения и океанотехники.

НТОС как член Всемирного морского технологического конгресса,

ВСЕМИРНАЯ МОРСКАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ WMTC2012 В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*Международное и Российское НТО судостроителей
им. акад. А.Н. Крылова,
контакт. тел. (812) 3155027*

объединяющего более 20 научно-технических обществ морского инженерного направления, назначено организатором Всемирной морской технологической конференции 2012 г. Проведение WMTC2012 одобрено Президиумом НТОС, Ассоциацией судостроительных предприятий Санкт-Петербурга и Ленобласти, Морским советом Санкт-Петербурга, согласовано с «Объединенной судостроительной корпорацией» и пред-

ставлено на согласование в Морскую коллегию при правительстве Российской Федерации.

«Reed Exhibitions» – мировой лидер в области организации международных выставок и конференций – проводит ежегодно более 400 мероприятий в 36 странах с общим числом участников более 6 млн. человек. Имеет 2500 сотрудников и 35 офисов, охватывающих своей деятельностью 93 страны.



Владимир Александров



Василий Жигало и Владимир Горбач



Григорий Зарайский



*Кирилл Рождественский
и Леонид Промыслов*



*Президент НТОС, профессор
Владимир Александров и глава
«Reed Exhibitions» в России Григорий
Зарайский после подписания
Протокола о сотрудничестве по
организации WMTC2012*

В заседании, посвященном подписанию Протокола о намерениях, участвовали: президент НТОС, генеральный директор ОАО «Адмиралтейские верфи», профессор Владимир Александров, глава компании «Reed Exhibitions» в России Григорий Зарайский, вице-президент НТОС Леонид Промыслов, генеральный директор Центра технологии судостроения и судоремонта, профессор Владимир Горбач, проректор Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, профессор Кирилл Рождественский, представитель отделения энергетики и морского инжиниринга «Reed Exhibitions» в Лондоне Василий Жигало, исполнительный директор Ассоциации судостроительных предприятий Санкт-Петербурга и Ленобласти Александр Юрчак, главный редактор журнала «Вести Санкт-Петербурга» Марина Дерябина, главный редактор журнала «Морской Вестник» Эдуард Конов.

Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков с распечаткой (1 экз.). Текст набирается в редакторе MS Word под Windows. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутонные), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутонных, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безгонорарной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.321 **Ключевые слова:** «Транзас», ИТ-технологии.

«Транзас»: юбилей ИТ-компаний // Морской вестник 2010. №2. С. 1.

Компания «Транзас», разрабатывающая современный продукт в области ИТ-технологий, отмечает 20-летний юбилей. Об итогах работы, видах ее деятельности. Ил. 2.

УДК 621.321 **Ключевые слова:** «Транзас», итоги, перспективы.

«Самый главный проект – развитие нашей компании» // Морской вестник 2010. №2. С. 6–7.

Интервью, которое дал генеральный директор ЗАО «Транзас» корреспонденту журнала в связи с 20-летием фирмы. Ил. 5.

УДК 629.5.016.8 **Ключевые слова:** «ОПК», корвет, ледокол, планы.

О возможностях и планах «Объединенной промышленной корпорации» // Морской вестник 2010. №2. С. 11–13.

Интервью генерального директора «Северной верфи» и Балтийского завода А. Фомичева, в котором он знакомит с проектом «Судостроение» «ОПК». Ил. 3.

УДК **Ключевые слова:** буксир «Невская застава».

«Невская застава» на защите города // Морской вестник 2010. №2. С. 15.

Знакомит с особенностями, основными характеристиками и назначением этого буксира ледового класса. Ил. 2.

УДК 629.553 **Ключевые слова:** ОАО «Адмиралтейские верфи», танкер ледового класса, характеристики.

Строительство танкеров ледового класса на «Адмиралтейских верфях» // Морской вестник 2010. №2. С. 17.

Знакомит с особенностями танкеров ледового класса девятитон 70 000 т, которые строит верфь. Приведены их основные характеристики.

УДК 621.039:629.552 **Ключевые слова:** ОАО «Северное ПКБ», газозов, СПГ, мембранные грузовые танки, сферические танки, призматические танки.

Концептуальные проекты газозовов для перевозки сжиженного природного газа, разработанные в ОАО «Северное ПКБ» // Морской вестник 2010. №2. С. 19–20.

Обозначены основные направления, реализуемые в настоящее время специалистами ОАО «Северное ПКБ» при проектировании судов для перевозки сжиженного газа. Приведены основные принципиальные задачи, которые решаются при проектировании судов-газовозов. Ил. 3.

УДК 629.12.0115 **Ключевые слова:** КБ «Вымпел», судно, проектирование.

Д.А. Посадов, Ю.В. Терин, В.В. Шаталов. Применение технологии и организации проектирования судов XXI в. в реалиях России // Морской вестник 2010. №2. С. 21–24.

Предложена методика автоматизированной разработки судов XXI в. несколькими предприятиями по 3D-технологии и с созданием принципиальных схем информационных потоков при этом. Обозначены основные проблемы. Ил. 5.

УДК 623.8 **Ключевые слова:** службы береговых охран, корабельный состав, патрульный корабль, корабли, катера, суда, морские пространства, вооружение, оружие.

В.М. Сержанин. Тенденции развития корабельного состава служб Береговых охран иностранных государств // Морской вестник 2010. №2. С. 25–28.

Знакомит с тенденциями развития служб береговых охран иностранных государств. Табл. 2.

УДК 629.5.083.5 **Ключевые слова:** корабли, информационная модель планирования ТО и Р.

Г.Н. Муру, Д.А. Шкодин. Использование информационной модели корабля в системе его технического обслуживания и ремонта // Морской вестник 2010. №2. С. 31–32.

О необходимости проектирования технического обслуживания и ремонта корабля на основе данных информационной модели. Ил. 1

УДК 623.8 **Ключевые слова:** тенденция, строкпостройки, страна, корабль, водоизмещение, период строительства.

В.В. Антипов, А.Н. Ваучский, Р.А. Мыскин. Тенденции изменения сроков постройки зарубежных кораблей // Морской вестник 2010. №2. С. 33–35.

Проведен анализ практики мирового кораблестроения и выявлены тенденции изменения сроков постройки зарубежных кораблей, в частности фрегатов, в зависимости от водоизмещения. Ил. 9. Библиогр. 4.

УДК 621.314. – 629.5 **Ключевые слова:** «советчик», система автоматического управления движением, безопасность, управление.

Л.М. Клячко, Г.Э. Острцов. Метод управления движением корабля с «советчиком» судоводителю // Морской вестник 2010. №2. С. 39–40.

Для повышения качества и безопасности ручного управления движением инерционным объектом, каким является корабль, рулевому предлагается использовать «советчик» судоводителю. «Советчик» прогнозирует будущее состояние корабля, т. е. позволяет судоводителю управлять судном как безынерционным объектом. Прогнозируемая величина угла курса формируется как $\varphi_{\text{прон}} = [\varphi, \delta, (t)]$ с учетом среднего значения угла перекладки руля и величины будущей угловой скорости корабля в момент времени окончания прогноза. Ил. 1. Библиогр. 2.

УДК 331.101.2:629.5 **Ключевые слова:** эргономическая оценка, оператор, рабочее место, экспериментальный стенд

В.И. Гольтраф, Т.А. Гончарова, А.В. Нефедович. Задача оценки эффективности работы операторов с системами автоматизации кораблей, судов и их оборудования на этапах создания систем // Морской вестник 2010. №2. С. 40–43.

Рассмотрены проблемы эргономических оценок создаваемых рабочих мест оператора. Показано, что наиболее объективным является экспериментальный подход, реализованный с использованием эргономического стенда для проведения исследований деятельности человека-оператора. Ил. 2. Библиогр. 2.

УДК 629.053 **Ключевые слова:** автоматизация, протокол, система автоматизированного управления, модуль, общекорабельные системы, интегрированные системы.

Е.В. Пименов, К.Б. Каравашкин. Применение CAN-технологий в морском приборостроении // Морской вестник 2010. №2. С. 45–47.

Рассмотрены особенности работы СДАУ «Каспий», предназначенной для дистанционного автоматизированного управления арматурой систем корабля: водоотливной, осушительной, противопожарной, гидравлики. Особое внимание уделено передаче информации с учетом CAN-протокола. Табл. 2. Ил. 8. Библиогр. 5.

УДК 678.026.2 – 405.8 **Ключевые слова:** программное средство, имитационная модель.

Д.В. Вавилов. Агрегирование и взаимодействие моделей в программных инструментальных средствах имитационного моделирования // Морской вестник 2010. №2. С. 48–49.

Рассмотрен вопрос агрегирования и взаимодействия имитационных моделей для стендов математического и полунатурного моделирования радиоэлектронного вооружения кораблей. Табл. 1. Ил. 3. Библиогр. 4.

УДК 621.314:629.5.06 **Ключевые слова:** целевая программа, развитие, морская техника, реализация, кадры.

В.С. Жемойдо, А.Н. Князев, Ю.Н. Черныш. Перспективы развития судовой приборной техники при реализации федеральных целевых программ // Морской вестник 2010. С. 50–52.

Знакомит с основными программными мероприятиями по созданию радиоэлектронного оборудования и автоматизированных систем управления для судов и морской техники гражданского назначения. Табл. 1. Ил. 1.

УДК 621.039.578 **Ключевые слова:** ФЭС, паропроизводящий агрегат, конструктивная безопасность.

Н.П. Шаманов, В.В. Кожемякин, И.М. Алексеенко, Н.В. Шкляров. Ядерный моноблочный паропроизводящий агрегат с кипящей активной зоной, паровым компенсатором объема и струйными средствами циркуляции // Морской вестник 2010. №2. С. 53–56.

Из всех реакторов, заявленных как перспективные, только в IRIS и SMART применена моноблочная (интегральная) компоновка. Однако наличие в них ЦНПК не позволило полностью воплотить идею конструктивной безопасности. В наиболее законченном виде конструктивно обеспечить безопасность удалось в паропроизводящем агрегате типа «Бета», в котором циркуляция теплоносителя первого контура осуществляется пароводяными струйными аппаратами. Ил. 2. Библиогр. 12.

УДК 681.883.472 **Ключевые слова:** подводная лодка, гидроакустическая станция, комплекс.

И.Г. Корж, Б.Н. Латычевский, Р.А. Лукин. О некоторых средствах самообороны подводных лодок // Морской вестник 2010. №2. С. 56–60.

Изложена история создания средств гидроакустического подавления (ГПД) ВМФ России. Обозначены основные научно-технические проблемы, подлежавшие решению, а также показан вклад ученых и инженеров России в создание и развитие средств ГПД. Приведены основные направления и перспективы их развития. Ил. 8. Библиогр. 8.

УДК 621.311.1: 629.5 **Ключевые слова:** электрораспределительный щит, корабль пр. 20380.

В.Ф. Кособоков, В.С. Коршун. Опыт создания современных электрораспределительных устройств для серии кораблей проекта 20380 // Морской вестник 2010. №2. С. 61.

Рассмотрены особенности изготовления ЭРУ и главных распределительных устройств для

серии кораблей этого проекта, которые строит «Северная верфь». ОАО «Новая ЭРА» исполнила заказ с высоким качеством, что говорит о возможности предприятия. Табл. 1. Ил. 1. УДК 629.563

Ключевые слова: морская добыча, морские нефтегазовые сооружения, безопасность, надежность

Ю.А. Карпов, В.Н. Разуваев. Оценка безопасности морских нефтегазовых сооружений и их подсистем с использованием логико-вероятностных методов // Морской вестник. 2010 №2. С. 62 – 64.

Рассмотрен ранее не применявшийся для оценки безопасности морских нефтегазовых сооружений общий логико-вероятностный метод с использованием схем функциональной целостности. На примере вероятностного анализа безопасности типичной электроэнергетической системы морской стационарной платформы показана возможность использования метода для любой другой подсистемы в составе морского нефтегазового комплекса или их совокупности. Ил. 4. Библиогр. 9.

УДК 623.9:002:513 **Ключевые слова:** буровая платформа, конструкционный материал, огнезащита, теплоизолирующий экран.

А.Г. Филимонов, С.Г. Филимонов. Применение пассивных огнезащитных материалов, предотвращающих катастрофическое обрушение элементов конструкции буровых платформ через обеспечение теплоизолирующих экранов на примере МЛСП «Приразломная» // Морской вестник 2010. №2. С. 65 – 67.

Рассмотрены теплоизолирующие материалы (экраны) типа Chartek, которые можно использовать для защиты конструкций буровых платформ. Обозначены требования к коррозионной и противопожарной защите для МЛСП, характеристики огнезащитных покрытий. Ил. 4.

УДК 622.276.04 **Ключевые слова:** нефтегазовое месторождение, жизненный цикл, обеспечение безопасности.

В.Ю. Бахмутов, В.П. Леньков, Е.И. Руденко. К обоснованию состава, структуры и содержания типового плана навигационно-гидрографического обеспечения объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений Арктического шельфа с учетом этапов их жизненного цикла // Морской вестник 2010. №2. С. 69-71.

Рассмотрены основные положения по обоснованию требований к составу, структуре и содержанию типового плана навигационно-гидрографического обеспечения объектов обустройства и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений арктического шельфа. Предложен вариант исполнения карты навигационно-гидрографической обстановки района обеспечения. Для специалистов в области планирования навигационно-гидрографического обеспечения мероприятий по освоению морских нефтегазовых месторождений. Ил. 1. Библиогр. 4.

УДК 678.026.2 – 405.8 **Ключевые слова:** компьютерное моделирование, единая информационная среда, обмен информацией.

Г.Г. Чернобыль. Цифровая верфь «РТС» («ПитиСи»): Часть 2 // Морской вестник 2010. №2. С. 73 – 78.

Рассмотрены возможности инновационных интегрированных решений типа «Цифровая верфь» для уменьшения затрат средств и времени при проектировании судов (кораблей). Особое внимание уделено применению современных бизнес-подходов к использованию информационных технологий, связанных с управлением производством и взаимодействием КБ – верфь – поставщики. Ил. 15.

УДК 629.123 **Ключевые слова:** бульб, проектирование, «слоу-стиминг».

Карстен Хохкирх, Фолькер Бертрам. Оптимизация бульбообразной носовой оконечности в режиме «слоу-стиминга» // Морской вестник 2010. №2. С. 79 – 84.

Рассмотрено возможное решение оптимизации носовой оконечности судна с использованием современных инструментов типа Friendship, FS-Flow и др. в режиме «слоу-стиминга» – пониженной скорости. Ил. 8. Библиогр. 8.

УДК 629.5.015.1(597)(06) **Ключевые слова:** уравнение устойчивости, маломерные рыболовные суда, регрессионная формула критического возвышения центра тяжести.

Май Куок Чыонг, Ю.Л. Маков. Регрессионные формулы для вычисления критических возвышений центра тяжести маломерных рыболовных судов Вьетнама // Морской вестник 2010. №2. С. 85 – 88.

О критических возвышениях центра тяжести маломерных рыболовных судов. Методика разработки регрессионных формул для их вычисления по различным критериям устойчивости. Результаты исследования. Табл. 4. Библиогр. 8.

УДК 629.5.015 **Ключевые слова:** ледакол, торосы, задний ход.

К.Е. Сазонов, Г.В. Тарица, В.И. Штрамбранд, И.В. Щербаков. Анализ влияния компоновки движительного комплекса ледакольного судна на работу в торосах // Морской вестник 2010. №2. С. 89 – 92.

Сделана простая попытка теоретически описать влияние на характеристики движения ледакола в торосах геометрических характеристик кормовой оконечности, а также компоновки движительно-рулевого комплекса ледакола. Полученные результаты сопоставлены с данными модельных экспериментов. Ил. 5. Библиогр. 3.

УДК 629.12:532.583.4+556.5 **Ключевые слова:** сопротивление, ледовая ходкость, нестационарность разрушения льда, сдвиг фаз, гидродинамическое сопротивление, «ледовая рубашка».

Е.А. Провада. К вопросу о вычислении ледового сопротивления судов // Морской вестник. 2010 №2. С. 94 – 95.

Об использовании упрощенного метода расчета для оценки ледового сопротивления движению судна, который позволяет учитывать влияние нестационарности разрушения льда на сопротивление. Приведены результаты расчета сопротивления по представленному методу. Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 5.

УДК 629.12.073.286:532.5+629.12:539.4:519.673 **Ключевые слова:** линеаризация, модель, автоматизированный расчет, прочность судна.

Г. В. Егоров. Линеаризация математической модели мореходно-прочностных характеристик судна // Морской вестник 2010. №2. С. 97 – 99.

Рассмотрены и проанализированы способы линеаризации нелинейных мореходно-прочностных ограничений, в том числе с помощью производных по водоизмещению гидростатических кривых – аппликаты поперечного метacentра, абсциссы центра величины, числа тонн на единицу осадки, дифферентующего момента. Разработана линейная математическая модель оптимального размещения однородного груза по помещениям судна, использованная в программах автоматизированного расчета грузового плана судов. Ил. 2. Библиогр. 5.

УДК 519.863+629.12.013 **Ключевые слова:** оптимизация, программное обеспечение, интеллектуальная система.

А.А. Арутюнян, Д.В. Сулов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев. Теоретические подходы к разработке комплексных интеллектуальных систем для решения задач оптимизации на базе универсальной интегрированной среды // Морской вестник 2010. №2. С. 101 – 103.

Разработанные интеллектуальные системы позволяют решать широкий спектр задач по планированию производственных систем и

конструированию объектов судового машиностроения.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** конкурентоспособность, судостроение.

А.Б. Грицан, С.И. Логачев, Н.А. Тарасова. Исследование уровня конкурентоспособности отечественного судостроения // Морской вестник 2010. №2. С. 104 – 108.

Обозначены пути повышения конкурентоспособности судостроения. Приведены результаты анализа трудоемкости постройки судов на отечественных и зарубежных верфях и производительности труда на них. Особое внимание уделено причинам высокого уровня затрат на российских верфях. Табл. 9. Библиогр. 1.

УДК 629.081.4.002 **Ключевые слова:** ERP-система, имитационное моделирование, верфь.

Г.В. Тарица, К.Г. Жукова. Интегральный ресурс судостроительного предприятия // Морской вестник 2010. №2. С. 109 – 110.

Проанализированы основные проблемы, возникающие при создании новых судостроительных мощностей. Рассмотрены современные методы управления ресурсом судостроительного предприятия с использованием ERP-систем. Даны некоторые практические рекомендации по целесообразности применения имитационного моделирования для определения «кузких мест» на судостроительных предприятиях.

УДК 629.577.4 **Ключевые слова:** автоматизация, проектирование, САПР.

В.А.Мацкевич, В.П.Осипенко, Н.И.Петров. Об оценке и прогнозировании трудоемкости работ в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля // Морской вестник 2010. №2. С. 111 – 114.

Рассмотрены вопросы, связанные с внедрением в судостроительных проектно-конструкторских бюро (ПКБ) отрасли современных систем автоматизированного проектирования, инженерного анализа, подготовки производства (CAD/CAE/CAM) и управления проектно-конструкторскими работами (ПКР) в современных экономических условиях и условиях функционирования корпоративных САПР, вопросы оценки и прогнозирования трудоемкости проектно-конструкторских работ с учетом достаточно длительного переходного периода от существующей технологии автоматизированного проектирования к полномасштабному внедрению корпоративных САПР. Ил. 2. Библиогр. 15.

УДК 629.56 **Ключевые слова:** М.М. Ермолаев, океан, география.

В.И. Лымарев. М.М. Ермолаев – один из основателей отечественной географии океана // Морской вестник 2010. №2. С. 116 – 118.

Знакомит с биографией М.М. Ермолаева и его вкладом в становление и развитие географии океана. Ил. 1.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** размагничивание кораблей, электро-монтажные работы.

В.С.Татарский. Внимание – мины! // Морской вестник 2010. №2. С. 120 – 121.

О работе ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» (ранее – ЭлектроМорТрест) в годы войны по размагничиванию кораблей, защите их от морских мин. Ил. 1.

УДК 623.8 **Ключевые слова:** гвардейский корабль.

В.И. Овчинников. Краснознаменные и гвардейские корабли в Великой Отечественной войне // Морской вестник 2010. №2. С. 122 – 123.

Приведены акварельные работы художника В.И. Овчинникова.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** морской министр, адмирал С.С. Лесовский.

С.П. Сирый. Девятый морской министр императорского флота России адмирал С.С. Лесовский // Морской вестник 2010. №2. С. 124 – 127.

Знакомит с биографией девятого морского министра императорского флота России. Ил. 1.

«Tranzas»: Jubilee of IT-Company

«Tranzas» Company, which has been developing a modern product in IT technology field, celebrates its 20th anniversary; on the results and scope of its activity.

«Crucial Project – Development of Our Company»

Interview, which had been given by Director General of Closed Company «Tranzas» to a reporter in connection with 20th anniversary of the Company.

On Capacities and Plans of «Integrated Industrial Corporation»

Interview with Director General of «Severnaya Shipyard» and Baltic Plant, A. Fomichev, in which he introduces with a Project «Shipbuilding» «OPK».

«Nevskaya Zastava» for Protection of City

It introduces with features, main characteristics and purpose of this icebreaking towboat.

Building of Ice-Breaking Tankers at «Admiralty Shipyards»

It introduces with features of ice-breaking tankers with deadweight of 70 000 tons, which are built at the shipyard. Their main characteristics are provided.

Conceptual Projects of Liquefied Natural Gas Carriers developed in Open Joint-Stock Company «Severnoe PKB»

Highlighted is core scope of activity carried out by specialists of Open Joint-Stock Company «Severnoe PKB» in designing vessels for carrying liquefied gas. Provided are principal issues addressed with designing of gas carriers.

D.A. Posadov, Y.V. Terin, V. V. Shatalov. Application of XXI Ship Technology and Design Management in Realities of Russia

Suggested is methodology for computer-assisted design of XXI century ships by several enterprises upon 3-D technology and with creation of basic diagram of information flows therewith. Main challenges are highlighted.

V.M. Serzhanin. Foreign State Coast Guard Vessel Development Trends

It introduces with foreign state coast guard vessel development trends.

G.N. Muru, D.A. Shkodin. Application of a Ship Information Model in Ship Maintenance System

On the need of designing a ship maintenance system based on information model data.

V.V. Antipov, A.N. Vauchskiy, R.A. Myskin. Foreign Shipbuilding Timeframe Change Trends

Reviewed are the world shipbuilding practices, with revealed trends in changing foreign shipbuilding timeframes, in particular those for frigates depending on displacement.

L.M. Klyachko, G.E. Ostretsov. Ship Movement Steering Method with Ship Navigator's «Adviser»

To enhance the quality and safety of manual control over inertial object such as a ship, a navigator is offered to use an «adviser». «Adviser» forecasts the future state of a ship that is allowing a navigator to steer a would-be inertial object. Forecasted course angle is formed as $\varphi_{\text{forecast}} = [\varphi_0, \varphi_1(t)]$, with consideration of average rudder angle and magnitude of the future angular speed of a ship at the time of the end of the forecast.

V.I. Goljtraf, T.A. Goncharova, A.V. Nefedovich. Objective of Operator Performance Efficiency Evaluation as to Ship Automation and Equipment Systems at System Development Stages

Studied are challenges of ergonomic evaluations of designed operator workplaces. It is shown that the most objective approach is the experimental one implemented with the use of ergonomic stand for making research of a man-operator performance.

E.V. Pimenov, K.B. Karavashkin. Application of CAN-Technologies in Sea Instrumentation

Examined are features of operation of remote automatic control system «Kaspiy» designed for distant automated control of a ship's facilities: water discharge, drying, fire extinguishing and hydraulic ones. Special attention is attached to data transfer inclusive of CAN-Protocol.

D.V. Vavilov. Aggregation and Interaction of Models in Software Tools for Simulated Service Test

Studied is issue of aggregation and interaction of simulation models for mathematical and reduced-scale simulated service of ship appliances.

V.S. Zhemoido, A.N. Knyazev, Y.N. Chernysh. Ship Instrumentation Development Perspectives with**Implementation of Federal Target Programs**

It introduces with basic program activities aimed at development of appliances and automated control systems for civil vessels and maritime engineering.

N.P. Shamanov, V.V. Kozhemyakin, I.M. Alexeyenko, N.V. Shklyarov. Nuclear Monoblock Steam Plant with Boiling-Water Reactor, Volume Steam Compensator and Jet Circulation Aids

Among all reactors stated as having the promising future, only IRIS and SMART employ monoblock (integral) arrangement. But, the availability of CNPK did not allow to full realization of the idea of structural safety. The most advanced version of structural safety turned to be realized in «Beta» type steam plant, in which circulation of primary coolant is made by steam-water jet devices.

I.G. Korzh, B.N. Latychevskiy, R.A. Lukin. On Some Submarine Self-Defense Aids

Unwrapped is the history of creation of acoustic suppression aids (ASA) of the Naval Fleet of Russia. Highlighted are main scientific and technological challenges to be tackled, as well as contribution of Russian scientists and engineers in creation and development of ASA. Provided is core scope of activities and their development outlooks.

V.F. Kosobokov, V.S. Korshun. Experience of Making Modern Power Distribution Devices for Ship Line under Project 20380

Studied are features of manufacturing of electric distribution devices and main switchgears for line of ships under the said project, which are built at «Severnaya Shipyard». Open Joint-Stock Company «Novaya ERA» has implemented the order with high quality that tells on capacities of the Company.

Y.A. Karpov, V.N. Razuvaev. Evaluation of Sea Oil and Gas Installation and Subsystem Safety with Application of Logical and Probabilistic Approaches

Reviewed is the general logical and probabilistic method, which was not used before, for evaluation of safety of sea oil and gas installations, with the use of functional integrity diagrams. Through the probabilistic analysis of typical power system of a sea stationary platform it is shown the method's applicability for any other subsystem under sea oil and gas system or their combination.

A.G. Philimonov, S.G. Philimonov. Application of Passive Fire Retardant Materials Preventing from Catastrophic Destruction of Drilling Platform Structural Elements by Using Insulation Shields in terms of MLSP «Prirazlomnaya»

Reviewed are heat insulation materials (shields) of Charte type, which can be used for protection of drilling platform structures. Highlighted are requirements to corrosion and fire resistance for MLSP, and features of fire retardant coatings.

V.Y. Bakhmutov, V.P. Lenjkov, E.I. Rudenko. As to Justification of Composition, Structure and Contents of a Type Plan for Navigation and Hydrographic Provision and Operation of Sea Oil and Gas Deposit Facilities at Arctic Shelf with Consideration of their Life Cycle

Studied are basic terms to justify requirements for composition, structure and contents of a type plan for navigation and hydrographic provision and operation of sea oil and gas deposit facilities at Arctic Shelf. Offered is an option of navigation and hydrographic mapping at site of concern. It is intended for specialists in the field of planning navigation and hydrographic provision of activity aimed at development of sea oil and gas deposits.

G.G. Chernobyl. Digital Shipyard «PTC» («PITisi»): Part 2

Studied are options for innovative integrated solutions such as «Digital Shipyard» to reduce costs and time with designing of vessels (ships). Special attention is paid to application of modern business-approaches to the use of information technologies related to production management and interaction in line: Design Office – Shipyard – Suppliers.

Carsten Khokhikh, Folker Bertram. Bulb Bow Shape Optimization in «Slow-Steam» Mode

Reviewed is optional solution of bulb bow shape optimization with the use of modern tools such as Friendship, FS-Flow and others in «Slow-Steam» – decreased speed.

May Kuok Chyong, Y.L. Makov. Regression Formulas for Calculating the Critical Rise of the Center of Gravity of Vietnamese Light Fishing Vessels

On crucial rise of the center of gravity in light fishing vessels; methodology for development of regression formula

for their calculation against various stability criteria; research outcomes.

K.E. Sazonov, G.V. Taritsa, V.I. Shtrambrand, I.V. Scherbakov. Reviewing the Influence of Ice Breaker Propulsion System Configuration on Performance in Floe-Ice Conditions

Simple attempt is made to provide theoretical description of the influence of an ice-breaker's aft geometrical features on its performance when moving in floe-ice conditions, as well as that of propulsion and steering system configuration. The obtained results have been collated with simulation test data.

E.A. Provada. As to Issue of Calculating the Ice Resistance of Vessels

It is about the use of simplified method for calculation of ice resistance to the movement of a ship, which allows to considering the influence of unsteady nature of ice breaking on resistance. Provided are results of ice resistance calculations made by means of this method.

G.V. Egorov. Linearization of Mathematical Model of Vessel Seaworthiness and Serviceableness

Reviewed are techniques for linearization of nonlinear seaworthiness and serviceableness constraints, including the displacement derivatives of hydrostatic curves – height of transverse metacenter, absciss of the center of buoyancy, number of tons per a ship draft, and trimming moment. Developed is the linear mathematical model for optimal placement of homogenous load across a ship's compartments, which has been used in computer-aided calculation of cargo layout of vessels.

A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavrucko, A.A. Georgiev. Theoretical Approaches to Development of Integrated Intelligent Systems for Addressing Optimization Issues on the Basis of Multi-Purpose Integrated Environment

The intelligent systems developed allow to addressing a wide range of issues on planning of production systems and designing of marine engineering facilities.

A.B. Gritsan, S.I. Logachiov, N.A. Tarasova. Study of the Domestic Shipbuilding Competitiveness Level

Highlighted are ways of enhancing the shipbuilding competitiveness. Provided are results of review of shipbuilding labor intensity at domestic and foreign shipyards, and the labor efficiency thereat. Special attention is attached to the causes of high costs at Russian shipyards.

G.V. Taritsa, K.G. Zhukova. Integral Lifetime of a Shipbuilding Enterprise

Reviewed are key challenges emerging with creation of new shipbuilding capacities. Studied are modern methods for shipbuilding enterprise management through the use of ERP-systems. Provided are some practical recommendations for expediency of applying simulation operation tests to define «bottlenecks» at shipbuilding enterprises.

V.A. Matskevich, V.P. Osipenko, N.I. Petrov. On Evaluation and Projection of Labor Intensity in Shipbuilding Design Offices

Studied are issues related to introduction in shipbuilding design offices of modern automated design systems, engineering analysis techniques, and those for production preparation (CAD/CAE/CAM) and design work management in today's economic conditions and corporative CAD environment, evaluation and projection of labor intensity in design work, taking into consideration the sufficiently long transitional period from the current automated design technology to full-scale introduction of corporative CAD systems.

V.I. Lymarev, M.M. Ermolaev – One of the Founders of Domestic Ocean Geography

It introduces with the biography of M.M. Ermolaev and his contribution to foundation and development of ocean geography.

V.S. Tatarskiy. Beware of Mines!

It is about the activity of Open Joint-Stock Company «ElectroRadioAutomatica» (in the past – ElectroMorTrest) in war years on demagnetization of ships, their protection from sea mines.

V.I. Ovchinnikov. Red Combat Bannered and Guard Ships in the Great Patriotic War

Depicted are water-color works of aquarellist V.I. Ovchinnikov.

S.P. Siry. The Ninth Naval Minister of Imperial Fleet of Russia, Admiral S.S. Lesovskiy

It introduces with the biography of the Ninth Naval Minister of Imperial Fleet of Russia.