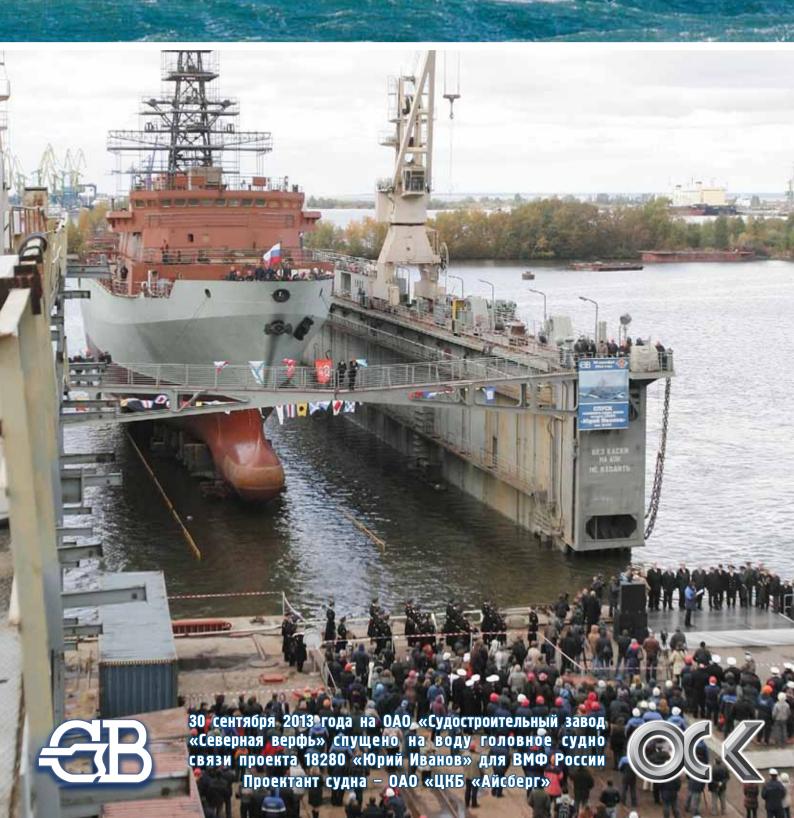
Mopekou Seemkuk 194(48) Beemkuk

№4(48) декабрь

Morskoy Vesimilk





Редакционный совет

Председатель

С.Н. Форафонов, вице-президент ОАО «Объединенная судостроительная корпорация»

Сопредседатели:

В.Л. Александров, президент Международного и Российского НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова

К.П. Борисенко, ректор ФГБОУ ВПО СПбГМТУ **Члены совета**:

А.А. Арутюнян, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

С.О. Барышников, ректор ФГБОУ ВПО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»

А.С. Бузаков, генеральный директор ОАО «Адмиралтейские верфи»

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»

А.Ф.Зеньков, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

М.А.Иванов, генеральный директор ОАО «Системы управления и приборы»

В.Н. Илюхин, председатель НО «АРПСТТ»

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

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

Е.В. Комраков, генеральный директор 3AO «ОСК. Транзас»

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

А.А. Копанев, генеральный директор ОАО «НПФ "Меридиан"»

Г.А. Коржавин, генеральный директор ОАО «Концерн "Гранит-Электрон"»

А.В. Кузнецов, генеральный директор ОАО «Армалит-1»

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

г.н. Муру, генеральный директор ОАО «51 ЦКТИС»

Н.В. Орлов, председатель

Санкт-Петербургского Морского собрания

В.А. Солонько, председатель Совета директоров 3AO «НПО "Севзапспецавтоматика»

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

И.С. Суховинский, директор 000 «ВИНЕТА»

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

А.Н. Тихомиров, генеральный директор 3AO «Транстех Нева Эксибишнс»

Р.А. Урусов, генеральный директор ОАО «Новая ЭРА»

А.В. Ушаков, генеральный директор ОАО «СЗ "Северная верфь"»

Г.Д. Филимонов, генеральный директор 3AO «Концерн "МорФлот"»

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"»

И.В. Щербаков, генеральный директор 000 «ПКБ "Петробалт"»

СОДЕРЖАНИЕ

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ С. Н. Волков, И. М. Гаврилов. Создание специального комплекса под строительство подводных лодок нового поколения Итоги шестого Международного военно-морского салона 2013 г.9 101-я годовщина ОАО «СЗ «Северная верфь» отмечена закладкой двух кораблей.......13 **Л.А. Посадов. Р. М. Бегишев.** Проекты КБ «Вымпел»: **А. Г. Егоров.** Определение весовой нагрузки судов смешанного «река-море» плавания нового поколения в начальной стадии П. В. Наливкин. Е. А. Канарейкин. Вальновка титановых триб Б. А. Царев, П.О. Сидоренко, А. Н. Чандаев. Сопоставление проектных характеристик скоростных паромов и больших моторных яхт27 Г. Н. Муру, Ю. И. Витенбергский. Некоторые вопросы системы технического обслуживания и ремонта кораблей ВМФ. В. Н. Половинкин, А. Б. Фомичев. Проблемы милитаризации Б. А. Лейкис, Д. Ю. Литинский. Передовые технологии **Л. В. Андрианов, М. Л. Мухина.** Суда на подводных крыльях К. Г. Голубев. Обоснование выбора единой электроэнергетической ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В. Н. Половинкин. Потомству в пример. **М. П. Тихомиров, А. А. Неёлов.** Особенности электроэнергетических систем автономных морских объектов для разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа на шельфе северных морей51 В. В. Барановский. А. Н. Кондратенко. Математическая модель оценки влияния деятельности обслуживающего персонала на основные показатели эффективности использования корабельной ЭУ55 Г. С. Ясаков, Д. Б. Яковлев. Проблемы выбора режима заземления нейтрали в высоковольтных сетях единых электроэнергетических систем кораблей и судов57



РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	
С. С. Коротков, А. М. Тихоненко. Инновационный подход к разработке интегрированных мостиковых систем	
«НПО «Аврора» в Международном военно-морском салоне Е. В. Пименов. Новая система судовой аварийно-предупредительной сигнализации «Manager 301М»	
Ю. Ф. Подоплекин, И. А. Ледовой, М. К. Чернов. Многофункциональный береговой радиолокационный комплекс Ю. Л. Сиек, С. Ю. Сакович, М. В. Яковлева. Управление подводным	
роботом по видеоданным на основе нейросетевого подхода БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ	73
В. Н. Илюхин, П. В. Захаров. От ЭПРОНа до федеральной системы поиска и спасания на море Российской Федерации. К 90-летию создания ЭПРОНа	77
МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ	
П. А. Шауб, С. В. Московкина. Динамический крен поврежденного корабля на волнении при действии шквального ветра	84
Использование акселерометров при идентификации параметров модели судна в режиме плавания	85
М. Ю. Сандаков, Б. П. Ионов. Исследование взаимодействия судов с большим коэффициентом общей полноты и битого льда	88
при ледовых сжатиях перспективных крупнотоннажных судов арктического плавания	90
тонкостенных коробчатых балок и корпусных конструкций корабля при общем изгибе с использованием волнового метода	94
Элементарные трактовки и примеры практических приложений	97
оценки надежности объекта транспортной системы при произвольных законах распределения	. 100
БИЗНЕС И ПРАВО	
А. Ф. Зеньков, А. И. Исмаилов. Особенности формирования проекта федерального закона «О государственном управлении отечественной морской деятельностью»	103
ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА	
В. Е. Юхнин. Большие противолодочные корабли пр. 1155 и 11551 («Фрегат»)	. 109
что нужно Российскому флоту?	
Открытие мемориальной доски, посвященной памяти Е.И. Юхнина МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	123
С.Г. Чулкин. Развитие инновационной деятельности	125

Главный редактор Э.А. Конов, канд. техн. наук Зам. главного редактора А.Ю.Пылаев 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. **В.Н. Глебов,** канд. эконом. наук **Е.А. Горин,** д-р эконом. наук **Е.В. Игошин,** канд. техн. наук **Б.П. Ионов,** д-р техн. наук, проф. **Ю.Н.Кормилицин,** д-р техн. наук, проф. **А.И. Короткин,** д-р техн. наук, проф. А.И. КОРОТКИЯ, ДТР ТЕХП. ПАУК, ПРОФ. С.И. Логачёв, д-р техн. наук, проф. П.И. Малеев, д-р техн. наук, проф. Ю.И.Нечаев, д-р техн. наук, проф. В.С. Никитин, д-р техн. наук, проф. В.Г. Никифоров, д-р техн. наук, проф. Ю.Ф.Подоплёкин, д-р техн. наук, проф., акад. РАРАН В.Н. Половинкин, 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 А.А. Родионов, д-р техн. наук, проф. 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. Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф. Б.А. Царёв, д-р техн. наук, проф. Редакция Тел./факс: (812) 6004586 E-mail: morvest@gmail morvest@gmail.com Редактор Т.И. Ильичёва Дизайн, верстка С.А. Кириллов, В.Л. Колпакова **Адрес редакции** 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 84, пом. 13H 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. 13H. Электронные версии журналов 2006–2012 гг. размещены на сайте 000 «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 № 2725. 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



Editorial Council Chairmen S.N. Forafonov, Vice-President JSC United Shipbuilding Corporation Co-chairmen: V.L. Alexandrov, President of the International and Russian Scientific and Technical Association of Shipbuilders named after Acad. A.N. Krylov K.P. Borisenko, Rector SPbSMTU Council Members: A.A. Arutyunian, Director JSC CRISM S.O. Baryshnikov, Rector Admiral Makarov State University of Marine and Inland Shipping A.S. Buzakov, General Director JSC Admiralty Shipyards G.V. Egorov, General Director JSC Marine Engineering Bureau SPb **G.D. Filimonov,** General Director JSC Concern Mor Flot L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz M.A. Ivanov, General Director JSC Control Systems and Instruments V.N. Ilukhin, Chairman NO ASRTD 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 USC. Transas E.A. Konov, Director, JSC Publishing House Mor Vest A.A. Kopanev, General Director, JSC SPF Meridian **G.A.** Korzhavin, General Director, JSC Concern Granit-Elektron A.V. Kuznetsov, General Director JSC Armalit-1 L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS N.V. Orlov, Chairman St. Petersburg Marine Assembly I.V. Scherbakov, General Director JSC PDB Petrobalt V.V. Shatalov, General Director JSC DB «Vympel» K. Yu. Shilov, General Director JSC Concern SPA Avrora A.V. Shlyakhtenko, General Director -General Designer JSC ZMKB Almaz V.A. Solon'ko, Chairman of the Board of Directors JSC SPA Sevzapspezavtomatika V.I. Spiridopulo, General Director JSC Severnoye Design Bureau I.S. Sukhovinsky, Director JSC VINETA V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA A.N. Tikhomirov, General Director JSC Transtech Neva Exhibitions

R.A. Urusov, General Director JSC New ERA A.V. Ushakov, General Director JSC SP Severnaya Verf N.M. Vikhrov, General Director JSC Kanonersky Shiprepairing Yard A.F. Zen'kov, General Director JSC SRNHI

CONTENTS

SHIPBUILDING AND SHIP-REPAIRING	
L.G. Grabovets. Shipbuilding firm «Almaz» is 80 years	1
To the 65th anniversary of L.G. Grabovets	4
Yu.N. Taratonov. Innovative approach to the shipbuilding yard	5
G.N. Muru. About terminology in the technical maintenance and repair of weapons and military equipment of the Navy	0
S.A. Milavin. Why «Vladivostok», «Murmansk» and «Novorossiysk», and not «Moscow» and «St. Petersburg»?	5
V.S. Kazennov. Universal amphibious ships: overview and development prospects 2	7
E.A. Gorin, K.S Chernov. Marine technologies on NorShipping-2013: achievements and problems	3
To the 80th anniversary of Professor S.I. Logachev	7
G.V. Egorov, A.G. Egorov. Analysis of risk and reliability of oil tankers of the type «Volgoneft», projects 558/550 and 1577/550A	9
PROPULSION MACHINERY AND SHIP EQUIPMENT	
E.B. Vasiljev, D.A. Gubnitsyn. Modern power systems of marine infrastructure 4	7
V.M. Prikhodko, M.L. Ivlev, I.V. Prikhodko. The effectiveness of a methodology	
of forecasting electricity consumption at a ship-repairing enterprise	1
P.V. Nalivkin, S.K. Shin. Separation of oil B-3V	
with three-dimensional filtering elements	9
S.S. Staroded, M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov. Development of methods for the control of insulation condition in marine power systems	3
RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS	
A.A. Kopanev, V.A. Moguchiy. 130 years at the service of the Navy of Russia.	
To the anniversary of JSC «The research-and-production firm «Meridian»	5
L.M. Klyachko, N.N. Tarasov, Γ.Э. Ostretsov.	
About building fault-tolerant information systems	9
I.V. Telyuk. To a question of creation of the onboard systems of information support of the mixed navigation catamaran navigator	2
	۷
V.M. Ambrosovskiy, Ju. V. Bagliuk, A.S. Korenev. Automatic steering in integrated bridge systems	7
To the 80th anniversary of Professor Yu.F. Tarasyuk 8	
- IV 646 OV - WIGHEOT SWIM OF FRONTE IM.L. IWIWMIK	1



SAFETY OF NAVIGATION

P.G. Brodsky, V.P Lenkov, V.N. Ilyukhin. Development of complex search
and rescue system is a vital task for the development of rescue support offshore
facilities in modern conditions
A.B. Suvalov, E.V. Taranuha. Substantiation of the methodology of selectiing and structuring works in the field of technical means of search and rescue in the ice 8
Kukui Firmin Jivo, D.V. Suslov. To the question of the ship transfer
from the subprime condition in the safe one9

SEA EQUIPMENT: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

A.S. Buzak	ov, G.A	Emelchenl	kov, B.L	. Reznik.
------------	---------	------------------	----------	-----------

The experience of OJSC «Admiralty shipyards» on application of modern technologies of life-cycle data support of the shipbuilding products.......99 A.G. Nazarov. Freeboard of small vessels: the peculiarities of the assessment and regulation.......102 S.N. Sharov, A.G. Tolmachev, V.V. Solovieva. Evaluation of oscillations of the landing gear for unmanned aerial vehicle in conditions of vessel rolling............ 107 To the 70th anniversary of Professor SH.G. Aliyev......111

IN MARITIME COLLECTION

The 40th Assembly of the St. Petersburg Marine Assembly, devoted to the 150th anniversary of the birth of academician A.N. Krylov......115

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

To the 80th anniversary of Professor Y.A. Pryakhin	119
V.L. Alexandrov. The genius of the academician A.N. Krylov:	
scientific and engineering heritage and contribution to the history of the country.	
To the 150-anniversary from birthday	120
V.E. Yukhnin. Heavy nuclear missile cruiser proj. 1144 («Orlan»)	127

EXHIBITIONS AND CONFERENTIONS

The 12th International Exhibition and Conference NEVA-2013, 24-27 of September, 2013, St.Petersburg (the fourth of Cover)

Editor-in-Chief E.A. Konov, Ph. D. Deputy Editor-in-CHief A.Yu. Pylaev

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

K.G. Abramyan, D. Sc., Prof. **Yu.V. Baglyúk,** Ph. D. V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.

Editorial Collegium

V.N. Glebov, Ph. D. E.A. Gorin, D. Sc

E.V. Igoshin, Ph. D B.P. Ionov, D. Sc., Prof. Yu.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.

A.I. Korotkin, D. Sc., Prof. S.I. Logachev, D. Sc., Prof. S.I. Logachev, D. Sc. Yu.I. Nechaev, D. Sc., Prof. V.S. Nikitin, D. Sc., Prof. V.S. Nikitin, D. Sc., Prof. V.S. Nikitorov, D. Sc

Yu.F. Podopliekin, D. Sc., Prof., member of the Academy of Rocket and Artillery of Sciences of Russia

V.N. Polovinkin, D. Sc., Prof. L.A. Promyslov, Ph. D. Yu.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.

A.V. Pustoshny, corresponding member

A.V. Pustosiniy, corresponding intended of the Academy of Sciences of Russia A.A. Rodionov, D. Sc., Prof. K.V. Rozhdestvensky, D. Sc., Prof. A.A. Rusetzky, D. Sc., Prof.

N.P. Shamanov. D. Sc., Prof.

Yu.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof. B.A. Tzarev, D. Sc., Prof.

Editorial staff Phone/Fax +7 (812) 6004586 E-mail: morvest@gmail. com

T.I. Ilyichiova Design, imposition S.A. Kirillov, V.L. Kolpakova 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 Sertificate 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 2006–2012 are placed on the site LLC "Nauchnaya electronnaya 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 № 2725.

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.

«Адмиралтейские вер-• фи» – судостроительное предприятие, обладающее всеми производствами, обеспечивающими постройку неатомных подводных лодок различных проектов, а также надводных судов и кораблей. На сегодняшний день на предприятии построено более 300 подводных лодок различных проектов, в том числе 37 на экспорт.

«Адмиралтейские верфи» – одно из старейших предприятий Российской Федерации. Оно основано в 1704 г. и расположено в Санкт-Петербурге

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДВОДНЫХ ЛОДОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

С.Н. Волков, начальник Бюро перспективного развития и логистики производства,

И.М. Гаврилов, инженер-технолог, ОАО «Адмиралтейские верфи», контакт. тел. (812) 714 8741

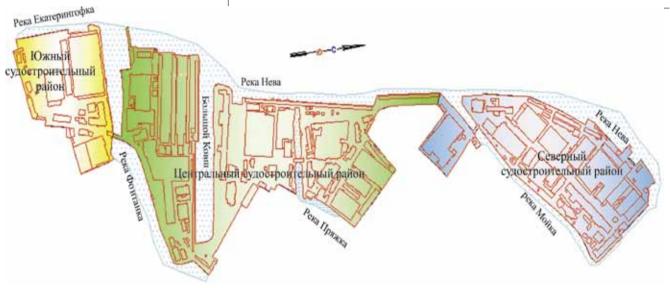


Рис. 1. Схема территории ОАО «Адмиралтейские верфи»

на левом берегу устья реки Большая Нева. Территория предприятия имеет протяженность около 2,5 км и состоит из трех производственных районов, реконструируется Южный строительный район (ЮСР) - территория на левом берегу реки Фонтанки, ограниченная Рижским проспектом и рекой Екатерингофкой;

В настоящее время цеха предприятия, участвующие в постройке подводных лодок, разнесены друг от друга на значительные расстояния и не выстроены в последовательную технологическую цепочку, что приводит к образованию множественных встречных

грузопотоков материалов, комплектующих и промежуточных изделий.

В соответствии с указом Президента РФ от 07.05.2012 г. №603 «О реализации планов строительства и развития Вооруженных сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации ОПК», ОАО «Адмиралтейские верфи» была поставлена задача провести комплексную модернизацию предприятий оборонно-промышленного комплекса.

OAO «Адмиралтейские верфи» определен инновационный и технологический путь развития предприятия, принципами которого являются сохранение традиций и опыта строительства подводного кораблестро-

Для строительства новых образцов неатомных подводных лодок с учетом текущего технического состояния производства специалистами предприятия совместно со специалистами ОАО «Центра технологии судостроения и судоремонта» были определены необходимые мероприятия, позволяющие за счет проведения технического перевооружения и реконструкции переоснастить существующее производство, а также создать дополнительные высокотехнологичные производственные мощности.

В настоящее время началась реализация мероприятий по техническому перевооружению, включающих в себя переоснащение наиболее трудоемких и сложных производств комплектами нового оборудования, стендами и оснасткой, а именно:

- замена грузоподъемного оборудования и приобретение токарно-карусельного станка для обработки обе-
- организация трубообрабатывающего цеха с автоматизированным складом труб.



Рис. 2. Существующее состояние основного корпуса по изготовлению, сборке и насыщению неатомных ПЛ



Рис. 3. Проект специального комплекса по постройке, ремонту и модернизации неатомных ПЛ

• оснащение гибочного участка уникальным импортным и отечественным оборудованием для изготовления деталей корпуса.

В ходе следующих этапов развития Южного строительного района (ЮСР) планируется:

- внедрение механизированных стендов сборки и сварки обечаек и шпангоутов;
- создание специализированного участка испытаний подъемно-мачтовых устройств;
- внедрение и применение агрегатного метода монтажа оборудования.

В частности, решено реализовать мероприятия по техническому перевооружению и реконструкции существующего производственного комплекса подводного кораблестроения, а также построить следующие новые объекты:

- два пролета, в которых разместятся камеры очистки, окраски, сушки секций и участок нанесения спецпокрытий. За счет применения современного высокопроизводительного оборудования и создания необходимого микроклимата увеличатся объемы и качество выпускаемой продукции, а также улучшатся условия работы персонала предприятия;
- слесарно-корпусной цех и участок изготовления конструкций из легких сплавов сосредоточит в одном здании производства по изготовлению судовых конструкций из различных видов легких сплавов:

- достроечная набережная в районе берегоукрепления реки Екатерингофка, что обеспечит достройку заказов на плаву и доставку крупногабаритных грузов непосредственно на производственную площадку.
- лабораторно-стендовый корпус, в котором разместится производственный отдел испытания кораблей, предназначенный для монтажа, наладки, испытаний и сдачи электрических и радиоэлектронных, микропроцессорных систем и комплексов автоматики различного назначения на испытательных стендах и непосредственно на сдаточных испытаниях.

Перевод вышеуказанных производственных участков в непосредственную близость к строительству заказа, а также применение современной производственной базы позволит сократить издержки и повысить качество подводных лодок.

Строительство аккумуляторного участка позволит осуществлять зарядку всех типов аккумуляторных батарей с применением прогрессивного оборудования, обеспечивающего рекуперацию энергии разряда аккумуляторной батареи в питающую сеть предприятия.

Совокупность запланированных мероприятий приведет к компактному расположению основных производств по строительству неатомных подводных лодок. Наличие грузовой (достроечной) набережной позволить опера-

тивно принимать комплектующие изделия различной грузоподъемности до 50 т и проводить достройку и зарядку аккумуляторных батарей на плаву.

Последовательно спроектированные технологические цепочки снизят трудоемкость и сроки строительства заказов.

Основные технико-экономические показатели инвестиционного проекта

Общая численность работающих на ЮСР – 2400 человек, из них рабочих – 2100 человек;

Общий объем капитальных вложений – 4,5 млрд. руб.

Срок окупаемости инвестиционного проекта – 6,3 года

Реализация намеченных мероприятий по созданию производственного комплекса подводного кораблестроения нацелена на увеличение производительности и улучшение условий труда, повышение качества продукции за счет внедрения новых технологий и современного оборудования. В результате концентрации производства на ЮСР резко сократятся производственные транспортные потоки, связанные со строительством подводных лодок. Стратегической целью проекта является концентрирование на территории OAO «Адмиралтейские верфи» современного, высокотехнологичного, компактно расположенного, экологически безопасного специального комплекса по постройке, модернизации и ремонту неатомных подводных лодок.

успешно завершил свою работу шестой Международный военно-морской салон (МВМС–2013), являющийся одной из ведущих мировых выставок в области кораблестроения, морских вооружений и судостроения. Результаты проведения Салона свидетельствуют о его высокой востребованности со стороны предприятий морской отрасли. Вновь подтверждены высокий статус события и его место в мировой системе выставок вооружений и техники.

Участниками МВМС-2013 стали 457 предприятий из 31 страны, из них 89 - иностранные компании. Экспозиция МВМС-2013 разместилась на 17 000 м² выставочной плошали в павильонах, а также на открытых плошалках у причалов Морского вокзала и на акватории, прилегающей к выставочному комплексу. В числе участников были все ведущие предприятия морской отрасли России. Значительные площади экспозиции заняли производители комплектующего оборудования, приборов, электронных компонентов, информационных технологий и продукции двойного назначения.

Широкий формат МВМС-2013 позволил не только представить продукцию предприятий на стендах и в виде натурных образцов у причалов и на открытых площадках в демонстрационном разделе, но и показать в действии морское артиллерийское вооружение на полигоне, обсудить теоретические и организационные проблемы в ходе большого количества мероприятий конгрессно-делового раздела. В рамках Салона проведено пять научно-практических конференций и 25 конгрессно-деловых и протокольных мероприятий («круглые столы», семинары, презентации продукции и предприятий, пресс-конференции и др.). У причалов Морского вокзала и на акватории участники и посетители Салона могли увидеть корабли и катера из состава Министерство обороны РФ, ФСБ РФ и приглашенные корабли иностранных ВМС:

- корвет пр. 20380 «Бойкий»;
- малый артиллерийский корабль пр. 21630 «Махачкала»;
- десантный катер на воздушной каверне пр. 11771 «Серна» Д-67;
- противодиверсионный катер пр. 21980 «Грачонок»;
- гидрографическое судно пр. 19910 «Вайгач»;
- гидрографическое судно пр. РЭФ-100 «ГС-525»;
- малый гидрографический катер пр. 1403 A «МГК-403»;
- патрульный катер пр. 12200 «Соболь»;

ИТОГИ ШЕСТОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ВОЕННО-МОРСКОГО САЛОНА 2013 Г.

- патрульный катер пр. 12150 «Мангуст»;
- подводная лодка королевских ВМС Нидерландов «Долфин»;
- фрегат королевских ВМС Нидерландов «Эверстен»;
- корабль ВМС Польши «Арктовский».

У причалов выставочного комплекса демонстрировались 24 катера предприятий—участников экспозиции.

На полигоне Министерства обороны РФ «Ржевка» для официальных иностранных делегаций и представителей СМИ были успешно представлены в действии морские артиллерийские стрелковые системы:

- 130-мм корабельная артиллерийская установка АК-130;
- 100-мм артиллерийская установка АК-100;
- 76-мм артиллерийская установка AK-176 M;
- 76-мм артиллерийская установка АК-176 МЭ;
- 30-мм артиллерийская установка АК-230 М;
- 30-мм облегчённая артиллерийская установка АК-306;
- 30-мм корабельная артиллерийская установка АК-630 М-2 «Дуэт»;
- 30-мм автоматическая артиллерийская установка АК-630 М;
- 25-мм артиллерийская установка 2 M-3;
- MPΓ-1.

В МВМС-2013 приняли участие 75 официальных делегаций из 51 страны, т. е. практически все страны, занимающиеся производством и эксплуатацией морской техники. В составе делегаций прибыли пять министров обороны, 14 главнокомандующих военно-морскими силами и другие высокопоставленные официальные лица. Обширная программа работы делегаций выполнена полностью, ее объем превысил аналогичный показатель предыдущих Салонов.

Официальные иностранные делегации посетили ОАО «Крыловский государственный научный центр», ОАО «Северное ПКБ», ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «Адмиралтейские верфи», ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»,

ОАО «Концерн «Гранит-Электрон», ОАО «Концерн «НПО «Аврора», ЗАО «Транзас» и ОАО «Средне-Невский судостроительный завод».

Традиционно на MBMC–2013 работала Ассоциация военно-морских атташе, аккредитованных в России, принимавшая активное участие в мероприятиях Салона.

Проведено более 75 официальных переговоров с участием Главнокомандующего ВМФ России, должностных лиц Федеральной службы военно-технического сотрудничества России, представителей ОАО «Рособоронэкспорт».

Результаты Салона свидетельствуют, что российские и зарубежные предприятия ведут активную маркетинговую политику, направленную на расширение своего участия в международной кооперации, связанной с разработкой и производством таких сложных технических систем, как боевые корабли.

В рамках Салона проведены ставшие традиционными вторые парусные регаты на приз MBMC.

Информационное сопровождение Салона и организацию пресс-центра МВМС–2013 осуществлял Санкт-Петербургский региональный информационный центр ИТАР-ТАСС, работу Салона освещали 496 журналистов из 160 средств массовой информации.

В работе МВМС–2013 приняли участие свыше 48 000 специалистов. Учитывая связь многих жителей Санкт-Петербурга с морской отраслью, патриотические традиции и интерес к событию, жителям и гостям города была предоставлена возможность посетить экспозицию, увидеть боевые корабли у причалов и посмотреть демонстрационные полеты авиационных групп высшего пилотажа «Русские витязи», «Стрижи» и «Русь».

Салон, доказав свою высокую эффективность и востребованность, динамично развивается.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 15 июля 2013 г. № 1221-р определена дата проведения следующего Салона (МВМС–2015) – июнь—июль 2015 г. ■

Пресс-служба ЗАО «Морской Салон» а Санкт-Петербургском судостроительном заводе «Северная верфь», входящем в состав «ОСК», 30 сентября 2013 г. состоялась торжественная церемония спуска на воду головного судна связи «Юрий Иванов» проекта 18280, предназначенного для Военно-Морского Флота РФ.

КОРАБЛЬ СВЯЗИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ «ЮРИЙ ИВАНОВ»

А.А. Дрогунова, зам. редактора газеты «Северная верфь», контакт. тел. (812) 324 2985



Значимость этого события для страны, обладающей самой протяженной морской границей и самым большим арктическим побережьем, подчеркнули в своих выступлениях почетные гости, принимавшие участие в праздничном митинге и освящении корабля: начальник Главного штаба ВМФ РФ адмирал Александр Татаринов, заместитель полномочного представителя Президента РФ в СЗФО Юрий Шалимов, вице-президент «ОСК» Игорь Захаров, генеральный директор ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» Александр Ушаков и другие официальные лица, ветераны ВМФ и кораблестроители предприятия.



Выступает начальник Главного штаба ВМФ РФ А.А. Татаринов



Приветствие огласил заместитель представителя Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе Ю. С. Шалимов

В Северной столице сконцентрировано более 80 процентов научно-технического потенциала российской морской промышленности, проектируются и строятся высо-

ко-конкурентные военные корабли и гражданские суда всех типов, отвечающие требованиям XXI в. И «Северная верфь» — один из основных поставщиков современных кораблей, оснащенных по последнему слову науки и техники.

Действующие мощности судостроительного завода «Северная верфь» не только позволяют воплощать «Стратегию развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу», а также «Комплексную целевую программу создания морских силобщего назначения ВМФ до 2025 года», модернизировать верфь, но и доводить его технический уровень до мировых стандартов. Ярким примером возможностей предприятия стала постройка корабля «Юрий Иванов», спроектированного Санкт-Петербургским ОАО «ЦКБ «Айсберг».



У микрофона – генеральный директор-главный конструктор OAO «ЦКБ «Айсберг» А. Н. Макеев

Специальное судно связи пр. 18280 «Юрий Иванов» — это корабль нового поколения для ВМФ, уникальность которого заключается в его несомненном превосходстве над предшественниками по тактико-техническим характеристикам. Соответствуя самым высоким стандартам мирового уровня, он оснащен новейшим отечественным радиоэлектронным и гидроакустическим оборудованием, позволяющим решать стоящие перед ним сложные задачи, и среди кораблей своего класса является самым крупным в России: его водоизмещение — около 4000 т, длина — около 95 м и ширина — около 16 м. Численность экипажа — 120 человек. Его основные преимущества — хорошие мореходные качества, большая дальность плавания (не менее 8000 миль) и увеличенная автономность.

Специальное конструкторское бюро «Айсберг» при проектировании этого «корабля будущего», закладка которого состоялась еще в декабре 2004 г. на судостроительном заводе «Северная верфь», особое внимание уделило, во-первых, обеспечению его экологической безопасности и живучести, во-вторых, безопасности плавания в любых районах Мирового океана, доступных по ледовой обстановке, которую обеспечат новейшие средства радиосвязи и навигационный комплекс. Многофункциональность, высокий уровень автоматизации и интеграции систем — имиджевые характеристики проекта, имеющего значительный потенциал для дальнейшей модернизации. Главная энергетическая установка — двухвальная, дизельная. В качестве главных двигателей установлены два отечественных дизель-редукторных агрегата в качестве движителей применены два гребных винта регулируемого шага.

Головное судно связи носит имя вице-адмирала Юрия Васильевича Иванова (февраль 1920 г.— сентябрь 1990 г.), служившего Российскому флоту. В годы войны прошел путь от штурмана до командира бригады БЧ-1 подводной лодки «С-56». С июля 1965 по июль 1975 г. служил в органах разведки ВМФ СССР. С июля 1975 по январь 1979 г. он—начальник Разведывательного управления—заместитель начальника Главного штаба ВМФ по разведке.

Корабль «Юрий Иванов», созданный для замены выводимых из состава ВМФ выслуживших срок судов подобного класса, предназначен для решения сложных современных задач: обеспечения связи и управления силами флота, проведения радио- и радиотехнической разведки, ведения радиоэлектронной борьбы, стоящих сегодня перед ВМФ России.

Судостроителями предприятия «Северная верфь» был проведен основной комплекс судосборочных работ в эллинге и на стапеле завода: на корабле установлено основное механическое оборудование и системы, обеспечивающие безопасный спуск на воду и достройку головного судна связи на плаву, которое продлится полгода. В конце 2014 г., после проведения необходимых испытаний оно будет направлено в состав ВМФ и приписано к Северному флоту.

До конца года корабелы предприятия для Министерства обороны РФ заложат и судно тылового обеспечения с высоким ледовым классом ARC4 на базе пр. 23120, который сможет круглогодично ходить в арктических морях. Согласно приказу Главнокомандующего ВМФ № 545 строящемуся морскому судну с заводским номером 881 присвоено наименование морской буксир «МБ-75».

По условиям контракта, подписанного 29 июня 2012 г., ОАО «СЗ «Северная верфь» сдаст заказчику первое судно в ноябре 2014 г., второе — в ноябре 2015 и третье — в ноябре 2016 г.

Таким образом, в соответствии с уже заключенными контрактами «Северная верфь» должна до 2020 г. построить и передать ВМФ шесть фрегатов (корабли ближней и дальней морской зоны) пр. 22350, шесть корветов (корабли ближней морской зоны) пр. 20380 и 20385, три судна тылового обеспечения с высоким ледовым классом ARC4 на базе пр. 23120, а также два судна связи пр. 18280.■



ВИЦЕ-АДМИРАЛ Ю.В. ИВАНОВ

блестяще там воевала, стала гвардейской и краснознаменной, а командиру было присвоено звание Героя Советского Союза.
В октябре 1946 г. Юрий Иванов назначен помощником командира ПЛ

в октяюре 1940 г. Юрии иванов назначен помощником командира ПЛ «С-56», а в сентябре 1949 г. – командиром ПЛ «С-16» в составе Северного флота. Сослуживцы знали его как культурного и доброжелательного человека, опытного командира, которого уважали в команде.

нием Г. И. Щедрина совершила переход

с Тихоокеанского флота на Северный,

Сохранились интересные воспоминания капитана 1 ранга Ивана Заводского, который в конце 40-х гг. служил механиком на ПЛ «С-16»:

«Юрий Васильевич Иванов — умнейшая голова! Ростом под 195 сантиметров, взгляд прощупывающий. Спокойный в самой сложнейшей обстановке.

Однажды, идя под водой на глубине 40 м, услышали удар о скалу или о дно в носовой части, затем идем, как железом по камням. Из боевой рубки по трапу спускается командир и командует: «Стоп оба электромотора!». Все исполнили, остановились. Осмотрелись в отсеках, особенно в носу. Все в порядке. Через десять минут командир приказывает: «Записать в вахтенный журнал — легли на грунт». Записали. Потом тихонько подвсплыли, дали ход электродвигателями и продолжили свой путь. Я чтото не понял вначале, чуть позже мне командир на ушко говорит: «А знаете,

почему я так поступил? Да потому, что касание грунта, которое вы и ощущали и от чего уходили, есть чрезвычайное происшествие по правилам кораблевождения, а покладка на грунт, как вы знаете, есть маневр. За чрезвычайное происшествие надо по всей строгости законов, соответственно, писать объяснения в пяти экземплярах. Затем разбирательство, может быть наказание, а покладка на грунт — наш с вами маневр, разрешенный всеми правилами. Ну, думаю, сама мудрость — наш командир. Не зря его в Мексику потом отправили, после чего стали кликать «мексиканцем».

С декабря 1949 г. Юрий Васильевич исполнял обязанности старшего помощника военного атташе по военноморской части при посольстве СССР в Мексике.

После возвращения из командировки он вновь на флоте, командует ПЛ «С-14», «Б-9» и «Б-68» Северного флота, дивизией учебных кораблей в Ленинграде, затем в составе Тихоокеанского флота.

После окончания в 1958 г. Академических курсов офицерского состава при Военно-морской академии им. К. Е. Ворошилова он был начальником штаба 124-й бригады ПЛ, командиром отдельной бригады ПЛ и командиром 26-й дивизии ПЛ Тихоокеанского флота.

Юрий Васильевич проявил себя как грамотный руководитель, с широким кругозором и хорошей тактической под-

удьба героя не предвещала морских бурь, освещенных яркими воинскими звездами. Малая родина Юрия Иванова – небольшой городок Вольск Саратовской губернии, один из центров цементной промышленности Росиии в те годы. Основная часть взрослого населения работала на заводах этого профиля.

Здесь в 1920 г. родился будущий вице-адмирал.

Семнадцатилетний Юрий приехал в Ленинград поступать в университет, но окончив 1-й курс, он забирает документы и поступает в Высшее военноморское училище им. М. В. Фрунзе, раз и навсегда связав свою судьбу с морем.

Окончание училища в июле 1941 г. совпадает с началом Великой Отечественной войны. Уже через полгода он становится командиром БЧ-1 подводной лодки «С-56» 1-й бригады подводных лодок Тихоокеанского флота. В октябре 1942 г. ПЛ «С-56» под командова-

готовкой. В июле 1961 г. ему было присвоено звание контр-адмирала, в мае 1972 г. – вице-адмирала.

5 июня 1962 г. ПЛ «К-59» вышла в море. Это был первый автономный поход атомных подводных лодок («боевой службой» такие походы стали называть позднее). Провожать лодку прибыл командующий флотом адмирал Виталий Фокин. Старшим на борту пошел командир 26-й дивизии контр-адмирал Юрий Иванов. После непрерывного 40-суточного подводного плавания лодка вернулась в базу. За время похода не обощлось без замечаний по работе техники. Надо отметить, что Юрий Васильевич при возникновении какой-либо нештатной ситуации лично разбирался в ее причине: прибывал в отсек, беседовал с матросами и старшинами.

Десять лет до 1975 г. Ю.В. Иванов руководил разведкой ВМФ, а с января 1979 г. был заместителем начальника Главного штаба ВМФ по разведке.

101-й годовщины со дня создания ОАО «СЗ «Северная верфь» на предприятии состоялась закладка двух кораблей: третьего серийного фрегата пр. 22350 «Адмирал Флота Советского Союза Исаков» и первого серийного среднего разведывательного корабля пр. 18280 «Иван Хурс» для Военно-Морского Флота России.

В настоящее время головной корабль пр. 22350 «Адмирал Флота Советского Союза Горшков» (проектант судна — ФГУП «Северное проектно-конструкторское бюро») проходит швартовные испытания, а первый и второй серийные фрегаты этого проекта «Адмирал флота Касатонов» и «Адмирал флота Головко» строятся по графику на стапелях завода. У ОАО «Северная верфь» с Министерством обороны заключен контракт на строительство шести фрегатов этой серии. В целом же в течение ближайших 15–20 лет потребность российского ВМФ в кораблях этого типа составит до 20 ед.

Корабль назван в честь Адмирала Флота Советского Союза Ивана Степановича Исакова (22.08.1894–11.10.1967), занимавшего высшие командные должности в Главкомате ВМФ СССР и внесшего выдающийся вклад в строительство и развитие военно-морского флота страны.

Средний разведывательный корабль «Иван Хурс» (проектант судна — ОАО «Центральное конструкторское бюро «Айсберг») — первый серийный корабль этого проекта для военно-морского флота России, который будет значительно превосходить аналогичные корабли предыдущих поколений по своим тактикотехническим характеристикам. Головное судно связи «Юрий Иванов» пр. 18280 было спущено на воду 30 сентября.

За годы службы в ВМФ с 1938 по 1979 г. Юрий Васильевич Иванов был награжден орденами Октябрьской революции (1979), Красного Знамени (1944, 1974), Отечественной войны 1-й степени (1943, 1944, 1985), 2-й степени. (1944), Красной Звезды (1954) и другими, а также медалями.



В 1990 г. вице-адмирал Ю. В. Иванов ушел из жизни. Подробнее о его жизненном пути можно узнать из книги «Имя на борту корабля «Юрий Иванов», вышедшей под редакцией профессора РАЕН, академика АПБОП Ю. Квятковского. Издана она в 2006 г. Российским государственным военным историко-культурным центром при Правительстве РФ и издательством «Ампрес» в соответствии с государственной программой «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2006-2010 годы» при поддержке ветеранов Разведки ВМФ: капитана 1 ранга Р. К. Бекбулатова, капитана 1 ранга И. П. Сивенко, капитана 2 ранга К. В. Маркова.

В книге использованы фотографии из личных архивов О.В. Готовкина, Ю.П. Квятковского, Д.Т. Лукаша, А.П. Некрасова, Л.К. Петухова, В.И. Сидорова. ■

101-Я ГОДОВЩИНА ОАО «СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ» ОТМЕЧЕНА ЗАКЛАДКОЙ ДВУХ КОРАБЛЕЙ

Разведывательные корабли пр. 18280 обладают высокими мореходными качествами, уровнем автоматизации и интеграции систем. Эти корабли способны решать самый широкий спектр поставленных командованием задач. По сравнению со своими предшественниками у судов связи этого проекта улучшены экономичность и эксплуатационные характеристики корабельной энергетики, внедрена широкая автоматизация процессов управления системами связи и радионаблюдения, техническими средствами корабля.

Судно связи названо в честь вице-адмирала Ивана Кузьмича Хурса (29.09.1922–28.12.2002), внесшего выдающийся вклад в создание и развитие разведки ВМФ.

Иван Степанович Исаков родился 22.08.1894 г. в с. Аджикенд, расположенном на территории современного Азербайджана. Двадцатилетним юношей начал военно-морскую службу. В годы Первой мировой войны служил мичманом на эсминце «Изяслав».

После Октябрьской революции командовал кораблями на Балтийском и Черном морях, занимал штабные должности, преподавал в военной академии. В 1937—1938 гг. — командующий Балтийским флотом. В 1938—1950 гг. — заместитель (с 1939 г. 1-й заместитель) наркома ВМФ; в 1941—1943 и 1946—1950 гг. — начальник Главного морского штаба, затем заместитель главкома ВМФ, заместитель министра Морского флота. С 1945 г. — адмирал флота.

И. С. Исаков – автор исторических и беллетристических сочинений, редактор Морского атласа, лауреат Государственной (Сталинской) премии (1951), член-корреспондент АН СССР (1958), член Союза писателей СССР (1964). Указом Президиума Верховного Совета СССР от 7 мая 1965 г. «за умелое руководство войсками, мужество, отвагу и героизм, проявленные в борьбе с немецкофашистскими захватчиками, и в ознаменование 20-летия Победы советского народа в Великой Отечественной войне» Адмиралу Флота Советского Союза Исакову Ивану Степановичу присвоено звание Героя Советского Союза.

Иван Кузьмич Хурс родился 29.09.1922 г. в д. Киятное Пуховичского района Минской области Белоруссии.

За годы службы в рядах Вооруженных сил СССР дослужился до звания вице-адмирала. В ВМФ с 1939 г. Окончил Высшее военно-морское училище им. М. В. Фрунзе (1939–1942), отделение разведки Высших академических курсов (1950–1951), основной факультет Военно-морской академии (декабрь 1956 – сентябрь 1959).

Участник Великой Отечественной войны. Старший офицер направления 2-го отдела Главного штаба ВМФ.

В начале 1980-х гг.— начальник РУ ВМФ. Награжден орденами Красного Знамени, Отечественной войны I и II ст., четырьмя орденами Красной Звезды, орденом «За службу в Вооруженных силах СССР » III ст., медалями. ■

2015 год стал для ОАО «КБ «Вымпел» очень насыщенным. КБ вело конструкторские работы по более чем 10 проектам кораблей и судов, находящихся на различных стадиях строительства.

Основные усилия сотрудников были направлены на реализацию проекта 21900М ледокола. Был разработан техно-рабочий проект, в настоящее время заканчивается его согласова-

ние с Российским Морским Регистром судоходства и заказчиком — «Росморпортом». Параллельно ведутся разработка и передача РКД строителю — ОАО «Выборгский судостроительный завод» и техническое сопровождение строительства.



Ледокол пр. 21900М

Большим успехом КБ «Вымпел» признана разработка противодиверсионного катера «Грачонок» пр. 21980. Достигнутые ТТХ и удачные проектные решения позволили принять решение, отвечающее потребностям ВМФ, о строительстве достаточно крупной серии катеров на ОАО «Зеленодольский ССЗ им. Горького» (сдано флоту 4 ед., 3 в постройке) и ОАО «Восточная верфь» (головной катер постройки верфи сдан, 2 ед. в постройке). Специалисты КБ активно помогают заводчанам и осуществляют авторский надзор.

Завершена разработка технического пр. 20360ОС специального опытового судна. В августе технический проект был представлен на рассмотрение и утверждение в структуры Министерства обороны.

ОАО «Благовещенский судостроительный завод им. Октябрьской революции» сдал флоту головной и первый серийный водолазный катер пр. 14157, разработанного ОАО «КБ «Вымпел». В постройке находится еще один катер, и заключается договор на строительство еще 6 ед. Начато строительство этих катеров и на Московском ССЗ. Специалисты КБ вместе с заводчанами активно работают, чтобы в установленные сроки сдать катер морякам-тихоокеанцам.

Одним из значимых проектов последних лет для КБ была разработка конструкторской документации аварийно-спасательного судна пр. 22870. Строительство ведет филиал ОАО «Ц. С. «Звездочка» — ОАО «Астраханский СРЗ». С установлением партнерских отношений между КБ «Вымпел» и «Астраханским СРЗ» и началом строительства на заводе новых судов по проектам КБ (3 ед. пр. 7056 сданы флоту, 2 ед. пр. 22870 в постройке) завод значительно увеличил свои производственные мощности и стал одним из передовых судостроительных предприятий региона. Головное судно пр. 22870 спущено на воду, на нем закан-

ПРОЕКТЫ КБ «ВЫМПЕЛ»: ОТ ВЫБОРГА ДО БОЛЬШОГО КАМНЯ

Д.А. Посадов, главный инженер,

Р.М. Бегишев, заместитель директора по маркетингу, OAO «КБ «Вымпел», контакт. тел. +7 (831) 439 6729



Аварийно-спасательное судно пр. 22870

чиваются монтажные и обстроечные работы, проводятся швартовные испытания. Срок сдачи — 2013 г.

КБ «Вымпел» разработало проект модернизации большого морского сухогрузного транспорта «Яуза» пр. 00550. Конструкторская документация выпущена полностью. Готовность судна, модернизацию которого ведет ОАО «СРЗ «Нерпа», — 85%. Проводятся швартовные испытания. КБ осуществляет техническое сопровождение и авторский надзор на всех этапах модернизации.

В плане сдачи кораблей и судов ВМФ по государственному оборонному заказу на 2013 г. обозначены суда, строящиеся по проектам КБ: катер связи пр.1388НЗ (ОАО «Сокольская судоверфь»), морской буксир пр. 745мбс (ОАО «Ярославский ССЗ»), головной морской буксир пр. 22030 (ОАО «Хабаровский ССЗ»).

Дальневосточный центр судостроения в составе ОАО «ОСК» — ОАО «Дальневосточный завод «Звезда» в г. Большой Камень ведет строительство танкера пр. 00211 разработки нашего КБ. На танкере заканчивается формирование корпуса. Рабочая конструкторская документация передана на предприятие в полном объеме. Также по заказу ОАО «Норильский никель» на ОАО «Красноярская судоверфь» по проекту КБ «Вымпел» строится танкер-бункеровщик пр. 00213.

Важной составной частью деятельности ОАО «КБ «Вымпел» на перспективу является участие в федеральной целевой программе «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.», и в нынешнем году оно самостоятельно и во взаимодействии с партнерами вело проектные работы по разработке 6 концептуальных проектов судов различного назначения.

Добиваться качественного выполнения вышеперечисленных работ позволяет расширение парка автоматизированных рабочих мест системы Aveva Marin и приобретение второй системы Nupas Cadmatic. Положительное воздействие оказывает на деятельность КБ и постоянный (порядка 20 человек) приток выпускников кораблестроительного факультета Нижегородского политехнического университета. ■

ак уже было отмечено в сентябрьском выпуске журнала «Морской вестник», 2013 год для ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» юбилейный, время подведения итогов.

ОАО «СФ «АЛМАЗ»: ЮБИЛЕЙНЫЙ 2013-Й ГОД

OAO «СФ «Алмаз», контакт. тел. (812) 235 5148



1 сентября 2013 г. отметил свой 65-летний юбилей генеральный директор ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» Леонид Герасимович Грабовец, а также юбилей трудовой деятельности — 45 лет Леонид Герасимович неразрывно связан с судостроительной фирмой «Алмаз».

2 сентября 2013 г. на предприятии прошли мероприятия, посвященные 80-летию ОАО «Судостроительная

фирма «Алмаз», и в честь этого в эллинге состоялась закладка второго морского самоходного плавучего крана пр. 02690, зав. № 901. Весной 2013 г. ОАО «СФ «Алмаз» получило от Министерства обороны новый контракт на строительство серии из девяти кранов этого проекта.

Кран спроектирован ЗАО «Спецсудопроект» (г. Санкт-Петербург) и предназначен для выполнения всех видов грузоподъемных работ; производства погрузок разрядных грузов на надводные корабли, подводные лодки и суда, обычных грузов; выполнения работ по обтяжке цепей крепления плавучих причалов; установки и съемки рейдового оборудования; перевозки грузов на верхней палубе.

Полное водоизмещение крана — ок. 2000 т, длина — ок. 50 м, ширина — ок. 22 м, дальность плавания — 3500 миль, автономность — 10 сут, грузоподъемность 35—150 т, экипаж — 22 чел.

На мероприятиях присутствовали губернатор Санкт-Петербурга Г. С. Полтавченко, заместитель Главнокомандующего ВМФ России А. Н. Седотенков. Они лично поздравили генерального директора и, конечно, корабелов «Алмаза» с двойным юбилеем и торжественно вручили почетные грамоты.

Подводя небольшой итог, хочется отметить, что ОАО «СФ «Алмаз» под руководством генерального директора Л. Г. Грабовца заслуженно лидирует в списке надежных предприятий в своем сегменте и уверенно смотрит в завтрашний день, выполняя свою работу в срок и с высоким качеством.■



ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

еобходимость оценки весовой нагрузки потенциального судна — актуальный вопрос и для проектанта на начальной стадии проектирования, когда присутствует несколько комбинаций основных характеристик судна и конструктивных решений, а «готовых» комплектов корпусных чертежей нет, и для завода-судовладельца на этапах оценки стоимости строительства этого судна.

Разработки способов оценки весовой нагрузки по приближенным зависимостям и определение водоизмещения порожнем на начальной стадии проектирования выполнялись многими авторами для различных типов судов, включая суда смешанного «река-море» плавания [1—4, 6, 7 и др.].

Понятно, что любая приближенная оценка зависит от конкретных технических решений, принятых при постройке исследуемых судов. Меняются подходы в проектировании [7], соответственно, меняются и характеристики исследуемых судов.

В статье Н.Г. Валько [3] были исследованы весовые нагрузки сухогрузных судов смешанного плавания (СССП) советской постройки пр. 613, 781 типа «Балтийский», пр. 1577 типа «Сормовский», пр. 570 типа «Инженер Белов», пр. 1572 типа «Кишинев», пр. 1576 типа «Советская Якутия», пр. 1588 типа «Василий Шукшин», пр. 19610 типа «Волга».

По сравнению с советским периодом произошло изменение массы металлических корпусов сухогрузных ССП и наливных ССП (типичные мидель-шпангоуты современных СССП и НССП представлены в книге профессора Г.В. Егорова [7]) и их водоизмещения порожнем «ужесточились» Правила Регистра по минимальным толщинам и набору корпуса, поменялся подход к определению главных размерений ССП, выбору шпации рамного набора, шпации продольных ребер жесткости (РЖ) и др. [7]. Введение в действие новых требований MARPOL вызвало необходимость изменения архитектурно-конструктивного типа НССП. Потребовалась также установка дополнительного оборудования, внесены изменения в международных конвенциях по грузовой марке (по отношению к люковым закрытиям).

Постатейное определение весовой нагрузки на начальной стадии проектирования нефтеналивных судов смешанного «река-море» плавания нового поколения было выполнено в 2011 г. [4], СССП «река-море» нового поколения — в 2013 г. [6].

Поэтому представляется логичным обобщить полученные результаты для новых концептов этих судов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ СУДОВ СМЕШАННОГО «РЕКА-МОРЕ» ПЛАВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А.Г. Егоров, мл. науч. сотрудник ЗАО «Морское Инженерное Бюро», контакт. тел. (812) 292 8538

Цель статьи — обобщить разработанные способы определения массы металлического корпуса и судна порожнем по приближенным зависимостям, дать рекомендации по определению весовой нагрузки и массы порожнем рассматриваемых судов нового поколения в первом приближении на начальной стадии проектирования.

Следуя рекомендациям И.Г. Бубнова [2], для увеличения точности расчета предлагается рассчитывать нагрузку проектируемого судна в соответствии с принятой в судостроении разбивкой масс по отдельным статьям [1].

Постатейное определение составляющих весовой нагрузки СССП с формулами для расчета масс, измерители масс p_i и особые условия для применения измерителей представлены в табл. 1, для НССП — в табл. 2.

В качестве исследуемых принимались современные сухогрузные и нефтеналивные суда смешанного «рекаморе» плавания, построенные по проектам «Морского Инженерного Бюро» и успешно эксплуатируемые в настоящее время. При этом были использованы значения весовых нагрузок ССП ограниченных районов плавания R1, R2, R2-RSN (РМРС), M-СП, M-ПР (РРР). Причем в классе М-ПР была проанализирована весовая нагрузка как традиционного сухогрузного ССП («рекаморе») - современный аналог старых «Волго-Донов» с традиционной надстройкой и рубкой в корме, так и с пониженным надводным габаритом «усть-

Для сухогрузных ССП:

$$D_{1} = D + h_{K}^{/} + \frac{\sum_{i=1}^{a} \ell_{H} \cdot h_{H} + \sum_{i=1}^{b} \ell_{p} \cdot h_{p}}{L},$$

где $\ell_{_{\rm H}},\,\ell_{_{\rm p}}$ – длина надстройки и рубки соответственно, м; $h_{_{
m H}},\,h_{_{
m p}}$ – высота надстройки и рубки соответственно, м;

$$h_{\rm K}^{/} = rac{L_{
m rn} \cdot B_{
m rn} \cdot h_{
m k}}{L \cdot B}$$
 — приведенная высота

комингса, м (здесь $h_{_{\rm K}}$ – высота комингса на миделе, м; $L_{_{\rm TII}}$ – длина грузового пространства, м; $B_{_{\rm TII}}$ – ширина грузового пространства, м; a – число надстроек; b

— число рубок); $D_1' = D + h_K'$ — приведенная высота борта с учетом развитых надпалубных конструкций грузовой зоны (без учета надстройки и рубки), м.

Для наливных ССП:

Для наливных ССП:
$$D_{\rm l} = D + h_{\rm rp} + \frac{\sum_{\rm l}^{a} \ell_{\rm H} \cdot h_{\rm H} + \sum_{\rm l}^{b} \ell_{\rm p} \cdot h_{\rm p}}{L},$$

где $\ell_{\rm H}$, $\ell_{\rm p}$ — длина надстройки и рубки соответственно, м; $h_{\rm H}$, $h_{\rm p}$ — высота надстройки и рубки соответственно, м; $h_{\rm \tau p}$ — высота тронка, м; a — число надстроек; b — число рубок.

Значения $\ell_{_{\rm H}}\,\ell_{_{\rm P}}\,h_{_{\rm H}}\,h_{_{\rm P}}\,a,b$ принимаются по прототипу.

Далее вводим обозначения: N_e — эффективная мощность главных двигателей (суммарная), кВт; n — частота вращения коленчатого вала главного двигателя, об/мин; Δ — весовое водоизмещение судна, т; $h_{\rm B}$ — расчетная высота волны, м.

Погрешность при определении весовых показателей, указанных в табл. 1, составила не более 2% для каждой статьи нагрузки.

Для СССП «устьевого» типа с пониженным надводным габаритом, выполняющих вывоз грузов с внутренних водных путей на перегрузочные комплексы в море и имеющих речную осадку в море, некоторые весовые показатели отличаются от аналогичных величин для судов традиционного типа. Это вызвано специфическим расположением надстройки и рубки, ограничением по осадке и некоторыми особенностями конструкции корпуса такого судна.

Исследования показали, что для ССП площадь смоченной поверхности можно определять по формуле В.В. Ашика [1] с введением поправочного коэффициента K: $\Omega = L \cdot (1,7D + C_B \cdot B) \cdot K$, где K = 0,94 (для СССП) и K = 0,96 (для НССП) при $C_B \ge 0,88$. Погрешность составляет около $\pm 1,5\%$.

В общем виде масса судна порожнем складывается из массы оборудованного корпуса и массы энергетической установки: $P_{\text{пор}} = P_{\text{к}} + P_{\text{езу}}$, где $P_{\text{к}}$ — масса оборудованного корпуса; $P_{\text{сзу}}$ — масса судовой энергетической установки.

Масса оборудованного корпуса включает в себя массу стали в со-

Статья нагрузки	Формула	Изме- ритель масс	Примеча- ние	Статья нагрузки	Формула	Изме- ритель масс	Погреш- ность, проценты	Приме- чание
Металлический		9,15·10 ⁻		Металличес-		0,16	0,4	h _в =4,5 № лед 40
корпус без над-		2*	$h_{\rm B} = 2,5 {\rm M}$	кий корпус		0,10	0,1	лед 40
строек и рубок, ледовых под-	$P_{_{\mathrm{MK}}} = p_{_{\mathrm{MK}}} \cdot L \cdot B \cdot D_{_{1}} \cdot C_{_{B}}$	7,15·10-2		без надстроек и рубок, ледо-	$P_{_{\mathrm{MK}}} = p_{_{\mathrm{MK}}} \cdot L \cdot B \cdot d \cdot C_{_{B}}$	0,18	1,5±0,25	h _B =7,0 r
ледовых под- креплений			$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$	вых подкреп-		0,20	0,8	h _B =8,5 ı
<u>'</u>			$h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$ $h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	лений		0,20		-
Главная и верхняя палу-	$P_{\rm rn} = p_{\rm rn} \cdot L \cdot B^{3/2}$		$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$	Главная палу-		3,8·10-2	-0,8	h _в =4,5 м лед 40
бы с набором	$P_{\rm rn} = p_{\rm rn} \cdot L \cdot \mathbf{B}$		$h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$	ба и палуба тронка с на-	$P_{r\pi} = p_{r\pi} \cdot L \cdot B^{3/2}$	4,0.10-2	-3,4	$h_{\rm R} = 7.0 \text{ N}$
		2,38·10-2*		бором		4,75·10 ⁻²	-3,7	$h_{\rm B} = 8.5 \text{ n}$
Наружная	n - 1/2 n1/2	2,00.10-2	$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$					h _o =4,5 n
обшивка	$P_{_{\mathrm{HO}}} = p_{_{\mathrm{HO}}} \cdot \Omega \cdot d^{1/3} \cdot D^{1/2}$	2,19·10 ⁻²	$h_{\rm B} = 6.0 \rm M$	Наружная		2,35.10-2	±3,2	лед 40
		2,27·10-2	$h_{\rm B} = 7.0 \rm M$	обшивка	$P_{\text{\tiny HO}} = p_{\text{\tiny HO}} \cdot \Omega \cdot d^{1/3} \cdot D^{1/2}$,	,	$h_{\rm B} = 7.0 \rm M$
Второе дно			$h_{\rm B} = 2.5 {\rm M}$			2,75·10-2	-3,4	$h_{\rm R} = 8.5 \text{ N}$
с междудонным	$P_{\text{\tiny B,I}} = \frac{p_{\text{\tiny B,I}} \cdot C_{\text{\tiny B}} \cdot L \cdot B \cdot d}{D}$		$h_{\rm B} = 6.0 \ {\rm M}$			1,9·10-2		$h_{\rm B} = 4.5 \rm N$
набором	_{вд} <i>D</i>		$h_{\rm B} = 7.0 \ {\rm M}$	Второе дно с	$p \cdot C \cdot I \cdot R \cdot d$	'	1,5	лед 40
	I D' h 3/2		$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	междудонным набором	$P_{_{\rm BJ}} = \frac{p_{_{\rm BJ}} \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot d}{D}$	2,2·102	-2,2	$h_{\rm B}$ =7,0 N
Набор бортов	$P_6 = \frac{p_6 \cdot L \cdot D_1 \cdot h_B^{3/2}}{d}$		$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$		D	2,6·10-2	-3,2	$h_{\rm B} = 8.5 \rm n$
Поололи и	a		$h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$	Набор бортов	$P_6 = \frac{p_6 \cdot L \cdot D \cdot h_B^{3/2}}{d}$	7,45·10 ⁻²	±2,0	
Продольные переборки			$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	Продольные	$I_6 = \frac{1}{d}$			
второго борта	$P_{\rm nn} = p_{\rm nn} \cdot 0.75 \mathrm{L} \cdot D$		$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$	переборки	D 0.751 D	0,6·10-2	±45	
с набором			h _B = 7,0 м	второго борта	$P_{\text{nn}} = p_{\text{nn}} \cdot 0,75L \cdot D$	0,6.10	-4 5	
Поперечные		7,3·10-2		с набором				
переборки	$P_{\text{попп}} = p_{\text{попп}} \cdot C_{\text{B}} \cdot m \cdot B \cdot D^{3/2}$	5,5.10-2	В -	Поперечные переборки	$P_{\text{попп}} = p_{\text{попп}} \cdot C_B \cdot m \cdot B \cdot D^{3/2}$	5,5·10 ⁻²	±5,5	
			$h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$	Местные	nom nom z			
Местные под-	D 1 D D'		$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	подкрепления	D - n I D D	1,55.10-2	±2,5	
крепления ос- новного корпуса	$P_{_{\rm MII}} = p_{_{\rm MII}} \cdot L \cdot B \cdot D_{_{1}}^{'}$	0,28.10-2	$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$ $h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$	ОСНОВНОГО	$P_{_{\mathrm{MII}}} = p_{_{\mathrm{MII}}} \cdot L \cdot B \cdot D$	1,33 10	-2,5	
,		36 O.10-2	л _в – 7,0 м Лед 20 (PPP)	корпуса				Ice 1
Ледовые	$P = n \cdot I$		Ice 1 (PMPC)			11,4.10-2	-0,4	(PMPC)
подкрепления	$P_{_{\!\scriptscriptstyle m M\Pi}} = p_{_{\!\scriptscriptstyle m M\Pi}} \cdot L$		Ice 2 (PMPC)	Ледовые	D I	14,0.10-2	1,5	Ice 2
	$P_{\text{np}} = p_{\text{np}} + \left(\frac{\sum_{i=1}^{a} \ell_{\text{n}} \cdot h_{\text{n}} + \sum_{i=1}^{b} \ell_{\text{p}} \cdot h_{\text{p}}}{L} \right) \cdot n_{\text{sk}}$		$h_{\rm R} = 2.5 \text{ M}$	подкрепления	$P_{_{\!\scriptscriptstyle m M\Pi}} = p_{_{\!\scriptscriptstyle m M\Pi}} \cdot L$	17,010	1,5	(PMPC)
Надстройки		81,5	$h_{\rm R} = 6.0 \text{ M}$			13,0.10-2	-0,2	Лед 40 (PPP)
и рубки	$P_{\text{Hp}} = p_{\text{Hp}} + \frac{1}{I} \cdot n_{\text{9K}}$	117.0	J		(a b)			(FFF)
		113,9	$h_{\rm B} = 7.0 \ {\rm M}$		$P_{\text{Hp}} = p_{\text{Hp}} + \left(\frac{\sum_{1}^{a} \ell_{\text{H}} \cdot h_{n} + \sum_{1}^{b} \ell_{\text{p}} \cdot h_{\text{p}}}{L}\right) \cdot n_{\text{ss}}$	30,6	1,6	Река-
	,	30,7·10 ⁻²	h _в = 2,5 м	Надстройки и рубки	$ P_{\text{Hp}} = p_{\text{Hp}} + \frac{\overline{1}}{\overline{1}} \cdot n_{\text{SR}}$		ĺ	море
Подкрепления	$P_{\mathrm{n}\Phi} = p_{\mathrm{n}\Phi} \cdot L$	26,0.10-2	$h_{\rm R} = 6.0 \rm M$	и руски		62,2	±3,5	Mope-
и фундаменты	$r_{\Pi \Phi} = P_{\Pi \Phi} = E$		$h_{\rm B} = 7.0 \ {\rm M}$	_	/	02,2	-3,3	река
			$h_{\rm B} = 2.5 \rm M$	Подкрепления и фундаменты		13,8.10-2	±7,5	
Дельные вещи	$P_{_{\mathrm{IIB}}} = p_{_{\mathrm{IIB}}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{_{1}} \right)^{2/3}$	5,0.10-2	$h_{\rm B} = 6.0 \ {\rm M}$	Дельные				
			$h_{\rm B} = 7.0 \ {\rm M}$	вещи	$P_{_{\mathrm{AB}}} = p_{_{\mathrm{AB}}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{_{1}} \right)^{2/3}$	26,0.10-2	±12,0	
Окраска, пок-			$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	Окраска,	$P_{\text{ok}} = p_{\text{ok}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_1 \right)^{2/3}$	- 4 4 0 3	.24.0	
рытия, цементи- ровка	$P_{\text{ok}} = p_{\text{ok}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_1 \right)^{2/3}$	3,6·10-2		покрытия, цементировка		5,4.10-2	±21,0	
ровка		6,2·10-2		Изоляция,		42.0.403		
Изоляция,		8,8·10 ⁻² 9,3·10 ⁻²		зашивка	$P_{_{\mathrm{H3}}} = p_{_{\mathrm{H3}}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{_{1}} \right)^{2/3}$	12,0.10-2	±6,0	
зашивка	$P_{_{\mathrm{H3}}} = p_{_{\mathrm{H3}}} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{_{1}}\right)^{2/3}$	6,8·10-2			$P_{\text{o6}} = p_{\text{o6}} + \left(\frac{\sum_{1}^{a} \ell_{\text{H}} \cdot h_{n} + \sum_{1}^{b} \ell_{\text{p}} \cdot h_{\text{p}}}{L}\right) \cdot n_{\text{sa}}$			
	(a b)	13	$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	Оборудова-	$\sum_{\mathbf{h}} \ell_{\mathbf{h}} \cdot h_{\mathbf{h}} + \sum_{\mathbf{h}} \ell_{\mathbf{p}} \cdot h_{\mathbf{p}}$.44.0	
060000000000	$\left(\sum_{\mathbf{h}}^{a}\ell_{\mathbf{h}}\cdot\mathbf{h}_{\mathbf{h}}+\sum_{\mathbf{p}}^{b}\ell_{\mathbf{p}}\cdot\mathbf{h}_{\mathbf{p}}\right)$	11	$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$	ние помеще- ний	$ P_{06} = p_{06} + \frac{1}{L} n_{98}$	5,3	±11,0	
Оборудование помещений	$P_{06} = p_{06} + \left(\frac{\sum_{i=1}^{a} \ell_{ii} \cdot h_{ii} + \sum_{i=1}^{b} \ell_{p} \cdot h_{p}}{L}\right) \cdot n_{sk}$			IIIII				
		4	$h_{\rm B} = 7.0 \ {\rm M}$	Судовые	D (7 D D) ^{2/3}	21,35·10 ⁻	170	
		33 0.10-2	h _в = 2,5 м	устройства	$P_{y} = p_{y} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{1}\right)^{2/3}$	2	±7,0	
Судовые уст-	$P_{v} = p_{v} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_{1} \right)^{2/3}$		$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$		$P_{\rm oc} = p_{\rm oc} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_1 \right)^{2/3}$	26,5·10 ⁻²	0,5	Река-
ройства	$\mathbf{F}_{\mathbf{y}} = \mathbf{p}_{\mathbf{y}} \cdot (\mathbf{L} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{D}_{1})$		$h_{\rm B} = 7.0 \text{ M}$	Общесудовые	- oc F oc (2 2 2 1)		-,-	море
			$h_{\rm B} = 2.5 \text{ M}$	системы		30,6.10-2	±5,0	Море- река
Общесудовые	$P_{\rm oc} = p_{\rm oc} \cdot \left(L \cdot B \cdot D_1 \right)^{2/3}$		$h_{\rm B} = 6.0 \text{ M}$	Судовая энер-	n . W	70.0	0.35	Река-
системы	oc Foc (L D D ₁)	18,2·10 ⁻²		гетическая	$P_{\text{csy}} = \frac{p_{\text{csy}} \cdot N_E}{n}$	39,8	0,25	море
Судовая энерге-		46,2	Река-море	установка	n	45,7	±2,5	Mope-
тическая уста-	$p \cdot N$					15,7		река
новка (включая электроэнерго-	$P_{\text{csy}} = \frac{p_{\text{csy}} \cdot N_E}{n}$	54,1	Море-река					
систему)	<i>n</i>			Примечание	е: В табл. 1 и 2 <i>L, B, D, d</i> – длі	ина между	/ перпенди	кулярам

Примечание: В табл. 1 и 2 L, B, D, d – длина между перпендикулярами, ширина расчетная (без учета привальных брусьев), высота борта, осадка судна (в море), м; C_B – коэффициент общей полноты судна при плавании в море; Ω – площадь смоченной поверхности судна, м²; m – число поперечных переборок; $n_{\rm эк}$ – численность экипажа, человек; D_1 – приведенная высота борта, м.

* Сухогрузные ССП с пониженным надводным габаритом «устьево-

ставе корпуса и массу оборудования: $P_{_{\rm K}}=P_{_{\rm CT}}+P_{_{\rm O}6}$, где $P_{_{\rm CT}}-$ масса стали в составе корпуса; $P_{_{\rm O}6}-$ масса оборудования.

Первое слагаемое включает в себя массу металлического корпуса (наружной обшивки, палуб и платформ, днищевого набора и настила второго дна, бортового набора, переборок, надстроек, рубок), мачт, специальных конструкций (например, ледовых подкреплений), а также фундаментов и подкреплений под них, дельных вещей.

В составе оборудования корпуса учитываются неметаллические части судов, покрытия и окраска, изоляция и зашивка, оборудование помещений, а также массы судовых устройств, систем (общесудовых), электроэнергетической системы, внутрисудовой связи и управления, вооружения (средств внешней связи и навигационного оборудования), запасных частей, снабжения и имущества, постоянных жидких грузов (вода в котлах, жидкости в механизмах и трубопроводах) и запас водоизмещения $\Delta_{\text{пор}}^3$.

Величина запаса водоизмещения составляет порядка 3—5% от водоизмещения судна порожнем.

Масса энергетической установки включает массы главных двигателей и редукторов, котлов, вспомогательных механизмов машинного отделения (МО), расходных цистерн, трубопроводов и всего оборудования МО, валопроводов и движителей, дистанционного управления энергетической установкой (ЭУ).

Водоизмещение порожнем определяется по формуле $\Delta_{\text{пор}} = P_{\text{мк}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{нр}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{пф}} + P_{\text{лв}} + P_{\text{ок}} + P_{\text{нз}} + P_{\text{об}} + P_{\text{у}} + P_{\text{ос}} + P_{\text{у}} + P_{\text{ос}} + P_{\text{сзy}} + \Delta_{\text{пор}}^3$. Подставив в формулу зависимости, полученные в табл. 1, получим для СССП:

$$\begin{split} & \Delta_{\text{пор}} = p_{\text{MK}} \cdot L \cdot B \cdot D_{1}^{'} \cdot C_{\text{B}} + \\ & + \left(\left(p_{\text{HP}} + p_{\text{o6}} \right) + 2 \cdot \left(\frac{\sum_{1}^{a} \ell_{\text{H}} \cdot h_{\text{H}} + \sum_{1}^{b} \ell_{\text{p}} \cdot h_{\text{p}}}{L} \right) \cdot n_{\text{9K}} \right) + \\ & + \left(p_{\text{лп}} + p_{\text{пф}} \right) \cdot L + \left(p_{\text{ЛB}} + p_{\text{oK}} + p_{\text{H3}} + p_{\text{y}} + p_{\text{oc}} \right) \times \\ & \times \left(L \cdot B \cdot D_{1} \right)^{2/3} + \frac{p_{\text{csy}} \cdot N_{e}}{n} + 0,03 \div 0,05 \cdot \Delta_{\text{nop}}. \end{split}$$

Подставив в формулу зависимости, полученные в табл. 2, получим для НССП:

$$\begin{split} & \Delta_{\text{nop}} = p_{\text{MK}} \cdot L \cdot B \cdot d \cdot C_{\text{B}} + \\ + \left(\left(p_{\text{HP}} + p_{\text{o6}} \right) + 2 \cdot \left(\frac{\sum_{1}^{a} \ell_{\text{H}} \cdot h_{\text{H}} + \sum_{1}^{b} \ell_{\text{p}} \cdot h_{\text{p}}}{L} \right) \cdot n_{\text{9K}} \right) + \\ + \left(\left(p_{\text{HP}} + p_{\text{o6}} \right) \cdot L + \left(p_{\text{AB}} + p_{\text{oK}} + p_{\text{H3}} + p_{\text{y}} + p_{\text{oc}} \right) \times \\ \times \left(L \cdot B \cdot D_{1} \right)^{2/3} + \frac{p_{\text{c3y}} \cdot N_{e}}{n} + 0.03 \div 0.05 \cdot \Delta_{\text{nop}}. \end{split}$$

Как видно из табл. 1 и 2, повышение района плавания (а соответственно, и расчетной высоты волны) приводит к увеличению массы главной и верхней (тронковой для НССП) палуб с набором, наружной обшивки, второго дна с междудонным набором, массы судовых устройств и общесудовых систем.

Кроме того, для рассматриваемых ССП был выполнен структурный анализ металлоемкости по группам (табл. 3 и табл. 4) и номенклатуре (табл. 5 и табл. 6) связей корпусов.

Для НССП (табл. 4) наибольшую долю в общей массе корпуса также дает двойное дно – 28–36%. Доля двойного борта (20–22%) практически постоянна. Доля палубных конструкций растет с классом судна (от 17 до 29%).

Для СССП (табл. 5) наибольшую долю в общей массе составляет масса настилов и обшивки – 52–57%. Значительна роль рамных связей – 20–22%. Доля холостого набора меньше (около 10%).

Для НССП (табл. 6) наибольшую долю в общей массе также составляет масса настилов и обшивки – 50–57%.

Таблица 3 Относительное распределение массы корпуса СССП по группам связей

	Относительная доля группы связи, %								
Судно	Днище	Борта	Палубы	Переборки поперечные	Надстройки и рубки	Прочее			
СССП класса R2	34,9	26,3	17,7	10,2	3,0	7,9			
СССП класса R2-RSN	36,0	27,2	20,2	8,3	3,2	5,1			
СССП класса М-ПР 2,5	36,6	33,5	15,3	8,2	1,8	4,6			

Таблица 4

Относительное распределение массы корпуса НССП по группам связей Относительная доля группы связи, % Судно Переборки Надстройки Днище Борта Палубы Прочее и рубки поперечные НССП класса М-СП 21,3 18,8 28,4 17,3 6,1 8,1 НССП класса R2-RSN 36,3 22,7 21,8 10,1 3,3 5,8

29,1

10,8

Как видно из табл. 3, наибольшая доля в общей массе корпуса СССП принадлежит двойному дну -34-37%. Доля двойного борта -27-33% и палубных конструкций -15-20%.

30,8

21,0

НССП класса R2

Значительна роль рамных связей -23—26%. Доля холостого набора меньше (около 9—12%). Доля рамных поперечных связей еще более заметна, чем на СССП (15—18%).

2,8

5,5

Таблица 5 Относительное распределение массы корпуса СССП по номенклатуре связей

		Относ	ительная дол	ype, %				
Судно	Обшивки и настилы	Рамный продольный набор	Рамный поперечный набор	Рамный набор переборок	Про- дольный набор	Попе- речный набор	Набор перебо- рок	Про- чее
СССП класса R2	51,3	8,1	12,6	0,4	6,6	2,2	4,2	14,6
СССП класса R2-RSN	54,6	11,3	10,7	0,4	8,9	0,9	1,3	11,9
СССП класса М-ПР 2,5	53,5	5,0	13,6	0,4	10,5	2,5	2,4	12,1

Таблица 6

Относительное распределение массы корпуса НССП по номенклатуре связей

Omnoc	Innocumentation of participation in state of the state of										
	Относительная доля связи по номенклатуре, %										
Судно	и настилы продоль набој		Рамный поперечный набор	Рамный набор переборок	Про- дольный набор	Попе- речный набор	Набор перебо- рок	Про- чее			
НССП класса М-СП	55,5	8,7	14,7	2,3	6,4	0,8	1,8	9,8			
НССП класса R2-RSN	50,7	7,1	18,0	1,3	10,9	2,1	1,6	8,3			
HCCП класса R2	57,2	8,3	18,0	1,1	8,2	0,9	1,1	5,2			

выводы

Зависимости, предлагаемые в настоящей статье, получены путем обработки статистических данных построенных ССП, корпусные конструкции которых набраны по Правилам Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС) и Российского Речного Регистра (РРР).

Полученные зависимости следует считать ориентировочными в силу того, что к новому судну могут быть предъявлены иные, чем к рассматриваемым судам, требования (правил) и пожелания (заказчика), которые в дальнейшем повлияют на величину весовой нагрузки и ее распределение по связям.

В целом результаты исследований показали возможность расчета весовой нагрузки и водоизмещения ССП порожнем постатейно с использованием указанных в табл. 1 и 2 зависимостей и измерителей масс.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Ашик В.В.* Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1985. 318 с.
- Бубнов И.Г. Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна. Ежегодник Союза морских инженеров. Пг.: СМИ, 1916. Т.1. С. 243–256.
- 3. Валько Н.Г. Определение весовой нагрузки судов смешанного плавания в начальной стадии проектирования. Судостроение и судоремонт: сб. науч. трудов. М.: В/О «Мортехинформреклама», 1989. С. 97—99.

- Валько Н.Г., Егоров А.Г. Определение весовой нагрузки нефтеналивных судов смешанного плавания в начальной стадии проектирования. Вестник ОНМУ (Одесса: ОНМУ). 2011. Вып. 33. С. 39–46.
- 5. Дормидонтов Н.К., Анфимов В.Н., Малый П.А., Пахомов Б.А., Шмуйнов Н.Л. Проектирование судов внутреннего плавания. Л.: Судостроение, 1974. С. 304–305.
- 6. Егоров А.Г. Постатейное определение весовой нагрузки сухогрузных судов смешанного река-море плавания нового поколения в начальной стадии проектирования // Электронный вестник НУК. Николаев: НУК (статья в пропессе публикации).
- Он же. Проектирование и постройка коастеров и судов смешанного плавания.
 Судостроение и судоремонт, 2008. – 128 с

2012 г. на ООО «Винета» совместно с ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» был запущен в работу теплообменник ОСПВ17. Паспортное рабочее давление изделия составляло 20 МПа, т. е. испытательное гидравлическое давления — 30 МПа.

Было изначально понятно, что обычные способы вальцовки тут неприменимы. В конструкторской документации был указан метод

вальцовки энергией взрыва. Данный способ разработан в 60—70-е гг. XX в. и применялся на машиностроительных предприятиях для закрепления труб в трубных решетках и коллекторах теплообменных аппаратов, работающих на высоких давлениях (рис. 1).

Рис. 1. **Вальцовка энергией взрыва** 1 – пороховой заряд; 2 – электрическая проводка; 3 – труб-ка; 4 – трубная доска

Данный способ запресовки труб имеет ряд особенностей которые трудноосуществимы (например, промывка труб от отходов взрыва; проведение операции запрессовки; хранение взрывчатых веществ на предприятии и др.) и не обеспечивает должного качества соединения.

Было принято решение вальцевать «классическим» методом с применением веретенных вальцовок.

ВАЛЬЦОВКА ТИТАНОВЫХ ТРУБ ИЗ СПЛАВА ПТ-7М

П.В. Наливкин, начальник инженерного центра, **Е.А. Канарейкин**, ведущий технолог, ООО «Винета», контакт. тел. (812) 493 50 48

НЕМНОГО ТЕОРИИ

Вальцовка (вальцевание) — технологическая операция деформирования листового материала (нержавеющая сталь, титановый сплав, медно-никелевый сплав и т.д.) вдоль некоторого направления или радиального деформирования трубы. Часто, особенно в промышленных масштабах, вальцовка листов осуществляется в ковочных вальцах, а труб — с помощью специального инструмента — вальцовки (рис. 2).



Рис. 2. Роликовые вальцовки

Вальцовка — инструмент, предназначенный для радиального деформирования трубы в отверстии трубной решетки теплообменного аппарата с целью создания прочного герметичного соединения.

Контроль процесса развальцовки осуществляется по формуле $D_{_{\mathrm{BH}}}$ после развальцовки = $=D_{_{\mathrm{BH}}}$ до развальцовки + диаметральный зазор между трубой и отверстием трубной решётки + 10% толщины стенки трубы.

Основные технические характеристики вальцовки:

- 1. Диапазон развальцовки, т.е. диапазон от минимального внутреннего диаметра трубы, в который вальцовка может быть вставлена, до максимального внутреннего диаметра трубы, на который она может быть радиально деформирована.
- 2. Глубина развальцовки, т.е. длина линейного участка трубы, на которую данной вальцовкой можно радиально деформировать трубу. При этом бывают вальцовки как с фиксированной длиной развальцовки, так и с регулируемой.
- 3. Стойкость вальцовки важнейшая характеристика, определяется количеством концов труб конкретного типоразмера из конкретного материала, которые могут быть закреплены одной вальцовкой до замены веретен и роликов.

Развальцовка представляет собой самый распространенный способ соединения труб с трубными решетками теплообменных аппаратов.

Запресовка труб с использованием вальцовок исключает многие сложности при закреплении труб в трубных решетках теплообменного оборудования и дает возможность использовать этот метод любому машиностроительному предприятию.

Столкнувшись с проблемой запресовки титановых труб ПТ-7 М \emptyset 10×1,5 методом взрыва (согласно контструкторской документации), мы решили испытать развальцовку титановых труб вальцовками. Испытания проводились на макете теплообменного аппарата ОСПВ-17 (рис. 3).

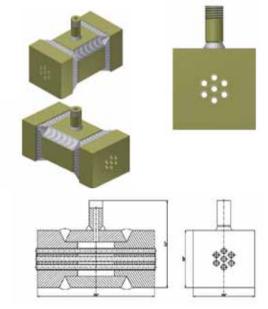


Рис. 3. Макет теплообменного аппарата ОСПВ-17

Впоследствии макет был испытан гидравлическим давлением на герметичность крепления.

Материал макета — ПТ-3 В, трубки — ПТ-7 М $\varnothing 10\times 1,5$. Испытательное давление — $313~\rm krc/cm^2$. Задача развальцовки заключалась в достижении длины вальцовочного пояса до $55-60~\rm km$.

Ни с одной из предлагаемых вальцовок под титановые сплавы добиться этого не удалось.

Совместно со специалистами Научно-исследовательской технологической лаборатории (НИТЛ) была разработана технология вальцовки, удовлетворяющая указанным задачам. В результате проведенных опытных работ было решено остановиться на следующей последовательности вальцовки труб:

- сверление трубной доски сверлом 10,2 мм;
- накатка двух канавок внутри отверстия (на рассчитанной глубине, что крайне важно для достижения требуемой прочности);
- установка труб в трубную доску:
- развальцовка труб с помощью вальцовки ЛВК-7 (специально разработана НИТЛ) (рис. 4);



Рис. 4. Вальцовка ЛВК-7

- обварка торцев труб с трубной доской.

Стойкость инструмента составляет 120–150 концов труб при подаче СОЖ в рабочую зону вальцовки.

Диаметр развальцовки

$$D' = D_0 + \Delta + K \times S,$$

где D' – расчетный внутренний диаметр трубы после развальцовки; $D_{_{0}}$ – внутренний диаметр трубы до развальцовки; $\Delta = D_{_{\mathrm{orb}}} - D_{_{\mathrm{H}}}$ – диаметральный зазор между отверстием в трубной решетке ($D_{_{\mathrm{orb}}}$) и трубой ($D_{_{\mathrm{H}}}$); S – толщина стенки трубы; K – коэффициент, учитывающий тип теплообменного аппарата (K = 0,1 – для конденсаторов, маслоохладителей, водоподогревателей).

Таким образом,

$$D' = 7.35 + 0.05 - 0.15 \text{ MM}.$$

Последующие испытания макета охладителя гидравлическим давлением 31,3 МПа в количестве 20 циклов показали положительные результаты. Протечек обнаружено не было.

По результатам межведомственных испытаний, проведенных на стендах ФГУП «Крыловский государственный научный центр», теплообменник ОСПВ-17 был передан заказчику.

Данный положительный опыт показал возможность запрессовки титановых трубок в трубных досках теплообменных аппаратов высокого давления. При этом можно пользоваться безопасной технологией и применять относительно недорогостоящий инструмент. ■

декабря 2013 г. исполнилось 65 лет ректору Санкт-Петербургского государственного морского технического университета профессору Константину Петровичу Борисенко.

В 1966 г. Константин Петрович, закончив знаменитую ленинградскую физико-математическую школу № 38, поступил в Ленинградский кораблестроительный институт (ныне — СПб-ГМТУ) на приборостроительный факультет.

В 1971 г. комсомольцы Корабелки избрали его заместителем секретаря, а затем и секретарем комитета комсомола института. Большая общественная работа не помешала Константину Петровичу закончить институт в 1972 г. с отличием.

Затем он успешно сочетал комсомольскую работу с учебой в аспирантуре, после окончания которой приступил к преподавательской работе, пройдя на кафедре автоматических корабельных комплексов путь от ассистента до профессора.

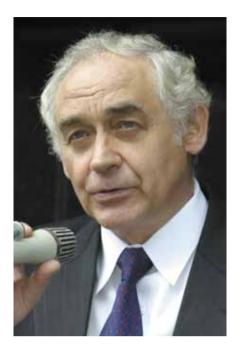
Активные занятия научной работой позволили К. П Борисенко. в 1982 г. защитить диссертацию на степень кандидата технических наук.

В 1983 г. Константина Петровича избирают секретарем парткома ЛКИ. На этом посту он проявил себя как вдумчивый, отзывчивый руководитель, поощряющий инициативу.

В 1988 г. К. П. Борисенко назначают проректором по учебной работе, ответственным за внедрение новых форм обучения. По его инициативе и при его непосредственном участии создается среднетехнический факультет, который стал надежным резервом университета, преобразуется деятельность приемной комиссии, разработана и внедрена система довузовской подготовки абитуриентов.

В 1999 г. на конференции работников и студентов СПбГМТУ К. П. Борисенко избирают ректором университета. С этого времени вот уже 14 лет продолжается его успешная административная и организационная

К 65-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА К.П. БОРИСЕНКО



деятельность. Под его руководством и при непосредственном участии преобразована материально-техническая база вуза, открыты новые специальности, укреплены связи с промышленными предприятиями и организациями, открыт ряд базовых кафедр. В структуре вуза создан ряд исследовательских институтов, управление оборонных исследований, занимающееся внедрением инновационных разработок; увеличился объем научных исследований.

По его инициативе в университете создан факультет целевой контрактной подготовки специалистов, на котором по договорам с предприятиями готовятся кадры не только для судостроительной промышленности Санкт-Петербурга, но и ряда других городов России.

Значительно расширились международные связи университета, за-

ключены договоры о совместных проектах с 19 университетами Европы и Азии.

В СПбГМТУ сегодня обучаются студенты из всех стран ближнего зарубежья, а также КНР и стран Юго-Восточной Азии (более 200 человек).

Более 10 профессоров СПбГМТУ (в том числе и К.П. Борисенко) являются членами престижного английского Института морского инжиниринга, науки и технологий (IMarEST).

Не оставляет Константин Петрович и научно-педагогическую деятельность, длительное время он читал курс лекций «Внешняя баллистика», им написаны более 50 научных работ, в том числе несколько специальных учебных пособий. Он является соавтором шеститомной монографии «Торпедное оружие», членом редакционного совета журнала «Морской вестник».

К. П. Борисенко — член Морского Совета при Правительстве Санкт-Петербурга, заместитель председателя Российского научно-технического общества им. акад. А. Н. Крылова, действительный член Петеррбургской инженерной академии.

За заслуги в области высшего образования он награжден орденами Трудового Красного Знамени, Орденом Почета и многими медалями.

Коллеги, друзья и студенты поздравляют Константина Петровича с 65-летием и желают ему здоровья, благополучия и дальнейшей плодотворной деятельности в области подготовки специалистов для судостроительной отрасли страны.

Редсовет и редакция журнала «Морской вестник» присоединяются к этим поздравлениям и желают юбиляру успехов в научной и педагогической деятельности. ■



ВВЕДЕНИЕ

При сопоставлении проектных характеристик скоростных паромов и больших моторных яхт ставится цель выявить пути создания оптимального скоростного судна в рамках задания на проектирование и на основе изучения базы данных по эксплуатирующимся судам сходного назначения. Оптимизационные схемы проектирования скоростных судов намного сложнее, чем обычных [1–3]. Скоростное судно характеризуется большим числом свойств и параметров, а такие разделы проекти-

рования, как «Ходкость» и «Остойчивость», рассматриваются при увеличенном числе эксплуатационных ситуаций. Функциональное назначение скоростных судов чаще всего требует сохранения высокой скорости и на взволнованном море, при этом существенное значение приобретает обеспечение комплексной безопасности мореплавания, в первую очередь спасение человеческой жизни.



Рис. 1. Скоростной паром для Балеарских островов

При анализе проектных моделей скоростных паромов в качестве ведущей проектной идеи рассматривается их функция по перевозке пассажиров. От нее мало отличается назначение моторных яхт, правда, гости владельца яхты, в отличие от пассажиров, не приносят дохода. Для всех скоростных судов характерно стремление проектантов обеспечить динамичный внешний вид (рис. 1, 2). Разработка архитектуры основывается на требованиях технической эстетики [4]. Но эта задача согласуется с задачей достижения высокой комфортабельности и имеет подчиненное значение по сравнению с задачей обеспечения безопасности [5, 6].

Достичь эффективности и конкурентоспособности скоростных паромов можно только при тщательном анализе тех факторов, от которых зависят их экономические показатели [7]. Особенно внимательно необходимо подходить к проектному исследованию технических и экономических характеристик судов, предназначенных на экспорт [8]. Именно по скоростным судам Россия сохраняет конкурентоспособные позиции на внешних рынках, поэтому важной задачей является дальнейшее повышение качества проектных методик. Помимо обычных и глиссирующих форм корпуса для применения на высоких скоростях конкурентоспособными могут оказаться катамараны (рис. 3). Сопоставление возможных вариантов скоростных режимов — предмет внешней оптимизационной задачи [1, 9].

В целях обеспечения комфортабельности скоростных судов особое значение имеет проектное обоснование — эскизной и расчётной проработки архитектурной компоновки. Особенностью скоростных судов является форма корпуса с невысокими значениями коэффициентов полноты, а также необходимость отображения в архитектуре идеи высокой скорости и мореходности [10, 11]. Так как архитектура судов зависит от технической моды, на исследовательских этапах проектного анализа необходимо рассмотреть примеры внешнего вида и компоновки скоростных судов последнего времени. Необходимо также предположить, каким будет облик скоростных судов через три—пять лет, поскольку примерно столько времени пройдет от начала проектирования до серийной постройки задуманного судна.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКОРОСТНЫХ ПАРОМОВ И БОЛЬШИХ МОТОРНЫХ ЯХТ

Б.А. Царев, д-р техн. наук, проф., **П. О. Сидоренко**, аспирант, **А.Н. Чандаев**, аспирант, СПбГМТУ, контакт. тел. (812) 494 09 69

Многими подходами к архитектурному и компоновочному проектированию рассматриваемых судов можно воспользоваться из опыта проектирования обычных судов [2,10]. Это относится прежде всего к размещению энергетической установки, в том числе газовыхлопов, и к выбору альтернативы: совмещать ли по длине судна положение его энергетических помещений и рулевой рубки или пойти по пути максимального удаления машинного отделения от пассажирских помещений и даже от жилых помещений экипажа?



Рис. 2. Скоростная моторная яхта

РЕШЕНИЕ ВНЕШНЕЙ ПРОЕКТНОЙ ЗАДАЧИ

Важная особенность проектного анализа скоростных судов — необходимость оптимизационного решения внешней задачи, в которой требуется определить сам тип скоростного судна: глиссирующее судно, судно переходного режима или катамаран? Анализируется также выбор типа энергетической установки и движителей, конструкционных материалов.



Рис. 3. Волнопронзающий катамаран

При решении внешней задачи критерием могут быть либо максимальная провозоспособность и прибыль при пассажирском назначении, либо достижение для моторных яхт доминантных функциональных задач — мореходности, высокой престижной скорости, надежности эксплуатации, комфортабельности [1, 3, 7, 12].

Поиск выигрышной архитектурной компоновки вполне можно объединить с решением внешней задачи. При выборе режима глиссирования архитектурный облик скоростного судна характеризуется наличием угла атаки и дифферента корпуса, обтекаемой надстройкой, значительной долей застекления и декоративных козырьков в общей структуре бокового вида, радиолокаторами, типа покраски, надписей и разделительных линий [4]. Для архитектурного вида судна большое значение имеет число палуб и ярусов надстройки, форма носа и кормы, положение надстройки по длине.

Для оценки «оптимальности» внешнего вида судна специалисты обычно полагаются на зрительные впечатления. Однако выдвигаются также предложения дать упорядоченную оценку, содержащую элементы аналитической интерпретации [4, 6, 11]. Наибольшая польза от таких разработок состоит в том, что исследователи пытаются учесть возможно большее число практических факторов, ведущих к выигрышным архитектурным решениям.

Обтекаемость надстройки не всегда целесообразна, компоновка оборудования при этом сложнее, поэтому в разные периоды техническая мода допускает разную степень угловатости. При определенном характере застекления обычно выбирают между прямоугольными окнами, более технологичными, и формой окон, согласующейся с общими силуэтными идеями архитектуры (рис. 4–5).



Рис. 4. Большая скоростная моторная яхта (мегаяхта)

Размещение радиолокаторов непосредственно на динамику не влияют, но при этом надо решить задачу их органичного вписывания в общую архитектуру (рис. 4). Разделительные линии могут оказать на динамику очень большое влияние, так как они разделяют надводную часть на отдельные элементы, вытянутость которых благоприятна для улучшения динамики (см. рис. 1). Из элементов архитектурного типа наибольшее влияние на динамику оказывают положение надстройки и форма кормы. Кормовое положение надстройки создает впечатление напряженной динамики, в этом случае архитектура корпуса должна нивелировать «тормозное» действие смещенного в корму силуэта (рис. 2, 5). Форма кормы, как правило, должна быть согласована по динамике с формой носа.



 $Puc. 5. \$ Многоярусная архитектурная компоновка моторной яхты

При анализе примеров проектирования скоростных судов можно идти как по пути повторения лучших из имеющихся архитектурных решений, так и создания ориги-

нального облика, опережающего тенденции, обнаруженные при анализе базы данных. В первом случае в составе проектантов не требуется художник, но можно «быть не хуже других». Во втором случае художник может предложить идеи, которые создадут оригинальный и динамичный облик. Способы выявления «лучшей» архитектуры носят субъективный характер и должны опираться на экспертные оценки признанных специалистов. Имеется в виду, что отдельные композиционные элементы внешней архитектуры могут быть оценены определенным числом баллов, подобно спортивным оценкам. Кроме этого, каждому элементу должен быть присвоен долевой коэффициент, соответствующий его относительной роли в создании динамики. При реальных экспертизах наибольшие долевые коэффициенты будут иметь форма носа, положение надстройки, пропорции надстройки и корпуса, продольные разделительные линии. В практике проектирования эскизная проработка исходит из замысла художника по внешней архитектуре, а общая разработка компоновки должна начинаться с определения предполагаемых длины и высоты судна, что делается по результатам графического анализа базы данных.

Производимая по выбранному облику судна попытка размещения необходимых отсеков и помещений приводит к последующей корректировке архитектурного вида, согласованного с распределением конкретных помещений по длине и высоте судна.



Рис. 6. Французский скоростной паром

ЗАДАЧИ АНАЛИЗА БАЗЫ ДАННЫХ

Дополнительно при решении «внешней» задачи необходимо выявить тенденции развития архитектуры скоростных судов, характерных соотношений их элементов и коэффициентов, типовых компоновок, предпочтительных видов материалов, двигателей, движителей, подруливающих и несущих устройств. При этом особенно важен выбор композиционных материалов [13].

При систематизации базы данных является отбор наилучших архитектурных решений. Анализ системы архитектурных решений за значительные периоды приводит к выводу о периодичности технической моды, влияющей на стилевые решения архитекторов [14–16]. Мода колеблется от использования минимума дополнительных деталей композиции на уровне «конструктивизма» до максимума, расцениваемого как «стайлинг», или «украшательство». Периоды смены стилей тем короче, чем меньше объект архитектуры и чем динамичнее развиваются его скоростные, мореходные и другие технические свойства. На основе выявления подобных закономерностей можно прогнозировать внешний облик судна, т. е. оптимизировать как технические, так и архитектурные параметры.

Наибольшее значение имеет обобщение тенденций изменения проектных характеристик и их соотношений. Это делается в табличной и графической формах. Данные о некоторых паромах (рис. 6–8) приведены в таблице. У всех рассмотренных в таблице паромов в качестве движителей применены водометы. Видно, что число пассажиров у первых трех паромов растёт пропорционально длине. Это связано со стремлением дать пассажирам доступ к окнам.

У парома длиной 128 м пропорция нарушается из-за увеличения ярусности и некоторого снижения степени динамичности архитектуры. Наибольшую скорость имеет французский паром, что сразу же отражается на значении мощности двигателя вследствии её практически кубичной зависимости от скорости. Об этом говорят данные в левом столбце таблицы. У французского парома показатель чуть хуже из-за роста числа Фруда.

В зарубежной практике композиционные материалы применяют часто и имеется регламентирующая документация, в нашей же стране климатические условия приводят многих заказчиков к желанию использовать легкие сплав и сталь, тем не менее роль и объем внешней задачи по обоснованию конструкционных материалов заметно возрастает [17].



Рис. 7. Английский паром итальянской постройки

В базе данных о паромах содержатся сведения о более 30 судах длиной от 88 до 168 м, полной массой от 1300 до 16 000 т. Число пассажиров меняется от 200 до 2450, число автомобилей — от 45 до 900. Отношение числа пассажиров к числу автомобилей составляет от трех до четырех, т. е. речь идет о людях, которые находились в автомобиле до въезда на паром.

По скоростям паромы разделились на две группы: обычные и переходного режима движения (рис. 1, 6–8). Скорости, соответственно, составили в первой группе от 17 до 24 уз (энерговооруженность 2–3 кВт/т; числа Фруда – от 0,26 до 0,360; гребные винты) и от 37 до 43 уз (энерговооруженность 7–22 кВт/т; числа Фруда – от 0,55 до 0,66; водомёты; примерно четверть всех паромов). Полная мощность меняется от 3 до 63 тыс. кВт. В первой группе применяются среднеоборотные дизели, во второй – высокооборотные, в том числе в комбинации с газовыми турбинами. Подруливающие устройства имеются на 80% паромов. Среднее отношение массы порожнем к полной массе составляет 0,69 с колеблемостью 7%.

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВОЧНОЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для парома базовой величиной при оптимизации может быть дедвейт, от которого можно перейти к полной массе и к массе порожнём. Дедвейт в задании может быть и не указан, но его легко определить, опираясь на заданные число пассажиров и число автомобилей. Данные о диапазонах соответствия длин и полных масс имеются, что при заданной скорости позволяет определить числа Фруда. По энерговооруженности выбираются потребные мощности и подбираются конкретные двигатели по каталогам фирм. Затем несложно уточнить компоновку машинных отделений, размещение автомобилей, пассажиров, общественных помещений и помещений для экипажа. С автомобилей следует начинать потому, что для них должны быть обеспечены изолированные помещения, въезды и проезды. Проработка компоновки позволит уточнить длину, после этого по типовым соотношениям находят ширину, высоту корпуса, осадку и коэффициенты формы. После этого прорабатывается теоретический чертёж и уточняется мощность, структурируется состав нагрузки, дается оценка стоимости судна, определяются координаты масс и создаются условия для проверки требований безопасности.



Рис. 8. Итальянский скоростной паром

Для моторных яхт при компоновке отсеков и помещений в установленных габаритных размерах основное значение имеют число пассажиров (гостей) или служебного персонала, требования к помещениям самого владельца яхты, тип и мощность двигателей, требования к салонам и другим помещениям основного функционального назначения, установленные требования к непотопляемости и комфорту.

Размещение пассажиров, служебного персонала, а также постоянного экипажа решается в рамках задачи обеспечения вместимости по площадям. Чем выше нормативы комфорта, тем больше требуется суммарная требуемая площадь. При сохранении высоты корпуса увеличение численности будет приводить к росту длины. Иногда проектант идет на это, если с этим совпадают требования к ходкости и мореходности. В иных случаях ограничивается длина, а размещение помещений происходит за счет повышения числа ярусов.

Для скоростных судов характерно преобладание объемов в надстройке и в надводной части корпуса по отношению к подводному объему, т. е. высокое значение отно-

сительного запаса плавучести. Кроме этого, часто растет доля объема надстройки по отношению к объему надводной части корпуса. Это приводит к уменьшению площадей палубы перед надстройкой и после неё.

Доминантную роль при компоновке играют коридоры и другие продольные коммуникации. Начиная именно с них, и следует решать вопросы размещения кают и салонов. В случае значительного числа ярусов должны быть заранее намечены и вертикальные коммуникации с вестибюлями. Схема и протяженность коммуникаций должны быть согласованы с выходами к спасательным шлюпкам или к местам сброса спасательных плотиков. Полезно рассчитать время аварийной эвакуации, хотя это не вошло в стандартные проектные процедуры. Одним из следствий такого расчёта может оказаться вывод о необходимости увеличения численности экипажа, так как у каждой шлюпки или группы плотиков должен дежурить один из членов экипажа помимо вахтенного начальника и тех, кто непосредственно борется с аварией. При размещении кают-компаний и столовых с ними должно быть согласуют размещение камбузов и провизионных кладовых.

СОДЕРЖАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПРОЕКТНОЙ ЗАДАЧИ

После того как мы определили базовые значения размерений, полной массы, мощности и эскизной проработки компоновки отсеков и помещений, в ходе проектного исследования решаются остальные задачи по проектной оптимизации:

- определяют значение нагрузки по всем функциональным разделам, определение положения центра тяжести и корректировка первоначально принятой осадки;
- оценивают поперечную остойчивость и удифферентовку, парусность, ветробойность и управляемость;
- решают конструктивную задачу, конкретизируют состав материалов, проверяют прочность при наиболее опасных эксплуатационных ситуациях;
- детализируют мощность и выбирают форму корпуса, уточняют мощность (по отношению к базовой, использованной на первом этапе) и характеристики движителей.
- проверяют непотопляемость и пожаробезопасность;
- оценивают технологичность и экономичность.

Определение экономических показателей позволяет реализовать оптимизационный подход к выбору основных характеристик в нескольких вариантах и к рассмотрению нескольких возможных решений по архитектуре, двигателям, движителям, конкретным материалам для отдельных структур судна.

Когда объектом проектного анализа является такое сложное судно, как пассажирско-автомобильный паром или большая скоростная комфортабельная мегаяхта, перед проектантами возникает необходимость проработки нескольких вариантов компоновки основных помещений и машинного отделения и способов обеспечения управляемости.

При намеченных габаритах судна практическую компоновку (рис. 9) в объеме корпуса ниже палубы переборок следует начинать с машинного отделения, поскольку для скоростных судов характерна высокая энерговооруженность. Длина машинного отделения надежнее всего может быть найдена по прототипу с аналогичным типом и составом двигателей. При выборе положения надстройки по длине чаще всего ее сдвигают к машинному отделению для минимизации шума и вибрации.

Из базы данных скоростных судов видно, что в большинстве случаев применяются двухагрегатные и двухвальные дизельные высокооборотные установки. Иногда применяются газотурбинные установки, но в этом

случае для них обычно устраивается автономный отсек. При газовых турбинах устраивают воздухозаборники, которые являются источником значительного шума, т. е. их надо изолировать от главных помещений, в том числе, путем создания промежуточной зоны вспомогательных помещений.

В качестве движителей чаще всего применяют высокооборотные винты или водометы. Диаметр движителя согласовывается с осадкой. Для сравнительно малых судов можно применить туннельную форму кормы, улучшающую работу движителей, но усложняющую проектирование теоретического чертежа и решение сопутствующих технологических вопросов. Большое внимание должно быть уделено проектированию фундаментов и их согласованию с конструкцией корпуса.

При оценке поперечной остойчивости и удиферентовки особо выделяют ветробойность, поскольку ее анализ является одним из существенных факторов обеспечения управляемости. В то же время входящая в коэффициент ветробойности площадь парусности влияет на условия остойчивости на больших углах крена и входят в выражение кренящего момента. В целях обеспечения комфорта проектанты стремятся поднять наиболее значимые помещения высоко над уровнем ватерлинии. Однако это может привести к слишком высокому положению центра тяжести и к ухудшению остойчивости. Исправление остойчивости с помощью балласта для скоростных судов неприемлемо.

С требованиями управляемости должны быть согласованы и окончательные архитектурные решения. Критическим приэтом становится значение коэффициента ветробойности и продольная центровка парусности. Коэффициент ветробойности определяется как отношение площади парусности к площади бокового сопротивления, т. е. к площади проекции подводной части корпуса на диаметральную плоскость. Если значение коэффициента ветробойности выше норматива, то необходимо применять подруливающие устройства.

В отношении продольной центровки предпочтителен ее кормовой вариант, что на большинстве скоростных судов и наблюдается. При кормовой центровке управляемость судна не подвергается испытанию при встречно-боковом ветре. Равнодействующая сила при таком ветре приложена в центре парусности, поэтому относительно центра вращения при кормовой центровке парусности создается благоприятный момент, разворачивающий судно к линии ветра. Если кормовая центровка не обеспечена, то следует усиливать рулевое устройство или добавлять подруливающие устройства.

Проверка непотопляемости и пожаробезопасности в перечне позиций внутренней задачи объединены в общую позицию, так как оба свойства зависят от расстановки переборок, выбора их схем конструктивной защиты и изоляции.

Обоснование длин отсеков в основном корпусе подчиняется задачам обеспечения непотопляемости, а функциональное назначение отсеков согласуется с требованиями заказчика. Для отсеков и помещений, в которых размещаются пассажиры, персонал, экипаж, основное значение имеет учет требований комфорта, обитаемости, эргономики и рациональности коммуникаций с учетом минимизации времени эвакуации с судна при аварии, не дающей шансов на выживание судна.

Обеспечение непотопляемости проще всего достигается при наличии прототипа, удовлетворяющего этому требованию и имеющему сходное соотношение высоты корпуса с осадкой. В этом случае относительные длины отсеков должны быть не больше, чем у прототипа. При отклонении от этого условия следует проверить непотопляемость прямыми расчетами для одного-двух отсеков, ко-



Puc. 9. Компоновка надстроек скоростной комфортабельной моторной яхты

торые представляются наиболее «опасными». Чаще всего таким опасным отсеком оказывается машинное отделение. Проверяются параметры аварийного дифферента при том условии, чтобы аварийная осадка с добавками от «прямого» затопления и от дифферента не превышала высоту корпуса. Отдельно проверяется аварийная поперечная остойчивость с тем, чтобы потеря метацентрической высоты от свободных уровней в аварийном отсеке не превышала исходного значения метацентрической высоты для наиболее опасной ситуации по случаям нагрузки.

При оценке технологичности и экономичности под технологичностью подразумевается такой выбор материалов и конструктивных решений, при которых минимизируются сроки и себестоимость постройки. В связи с этим часто используются модульные подходы к проектированию и постройке судна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение проектного анализа скоростных судов позволяет согласовать позиции заказчика и проектанта, наметить ключевые вопросы проектирования и оборудования. Ход проектного анализа был изложен применительно к пассажирскому или прогулочно-экскурсионному назначению. Для упомянутых выше судов обслуживающего типа добавятся методические вопросы, связанные с особенностями каждого конкретного типа судна. Особый подход потребуется и к выбору катамаранной компоновки.

При решении архитектурных и компоновочных вопросов значительную роль играют результаты сопоставительного анализа характеристик лучших судов намеченного функционального типа. Предпочтительно создание оригинального и динамичного внешнего вида, не выходящего за рамки сложившихся идей относительно конкретного вида скоростного судна. Из компоновочных вопросов, требующих расчетного обоснования, наибольшее значение имеют ходкость и непотопляемость.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ашик В.В. Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1985.
- 2. *Букшев А.В., Чан Нгок Ту.* Эволюция архитектурно-конструктивного типа контейнеровоза // Доклады первой секции

- на «Круглом столе» по проблеме конкурентоспособности судостроит. промышленности. СПб.: НТО им. акад. А. Н. Крылова, 2008, с. 44–49.
- 3. *Ваганов А.М.* Проектирование скоростных судов. Л.: Судостроение, 1978.
- Гайкович А. И., Некрасова И. С., Раменская М. В. Использование критерия эстетической ценности при формировании силуэта кораблей и судов. Мат-лы конфер. «Кораблестроительное образование и наука –2003», СПб., СПбГМТУ, 2003, с. 25–29.
- Григорьев П. С., Любимов Я. Е., Харева Ю. В., Царев Б. А. Требования безопасности и комфортабельности в модели проектирования пассажирских судов. – Мат-лы конфер. «Кораблестроительное образование и наука –2003», СПб., СПбГМТУ, 2003, с. 138–144.
- Дехтярь Л.А., Костюков А.А., Ханухов В.К., Царев Б.А. Аналитические аспекты архитектурно-компоновочного проектирования морской техники. Докл. первой секции на «Круглом столе» по проблеме конкурентоспособности судостроит. промышленности. СПб.: НТО им. акад. А. Н. Крылова, 2008, с. 18–20.
- Дмитриев П. И., Михелёв К. С., Хрущев Д.А., Царев Б.А. Выявление конкурентоспособного интервала проектных характеристик моторных яхт. Докл. первой секции на «Круглом столе» по проблеме конкурентоспособности судостроит. промышленности. СПб., НТО им. акад. А. Н. Крылова, 2008, с. 55–57.
- Захаров А.И. Влияние проектных параметров на обеспечение конкурентоспособности экспортируемых скоростных судов. Докл. 4-й междунар. конфер. молодых ученых «Моринтех-Юниор-2006». СПб., НИЦ Моринтех, 2006. с. 9–11.
- 9. *Леви Б.З.* Пассажирские суда прибрежного плавания. Л.: Судостроение, 1975.
- Ляховицкий А.Г., Йе Тет Тхун, Пьо Зо Хейн. Особенности проектного обоснования скоростных судов для прибрежных морских районов и внутренних водных путей. Докл. первой секции на «Круглом столе» по проблеме конкурентоспособности судостроит. промышленности. СПб., НТО им. акад. А. Н. Крылова, 2008, с. 5–8.
- 11. Проняшкин А.А., Сучков А.И., Шифман А.Л. Возможности алгоритмизации архитектурно-компоновочного проектирования // Сборник докладов междунар. семинара «Суда Будущего».— СПб., НТО им. акад. А.Н. Крылова, 2007, с. 72—71.
- 12. Соколов В.П., Царев Б.А. Проектные аспекты гидродинамического совершенствования скоростных судов // Морской вестник. 2002. № 1. С. 49–56.
- Францев М.Э., Ханухов В.К., Царев Б.А. Проектный анализ конкурентоспособности судов из композиционных материалов // Морской вестник. – 2013. – Спец. выпуск № 1 (10). – С. 9–15.
- Царев Б.А. Векторный способ оценки динамичности внешнего вида судов//Архитектура и художественное конструирование судов в судостроении. – 1971. – Вып. 10. – С. 26–35.
- Он же. Введение в художественное конструирование судов. Л.: Изд. ЛКИ, 1973.
- Он же. Прогноз эволюции архитектурно-конструктивных типов высокоскоростных судов // Архитектура и художественное конструирование судов в судостроении. – 1975. – Вып. 17.– С. 22–36.
- Он же. Оптимизационное проектирование скоростных судов. Л.: Изд. ЛКИ, 1988.
- 18. Он же. Исследование проектного уравнения мощности В.Л. Поздюнина и его современных интерпретаций. Матлы междунар. конфер. «Леонард Эйлер и современная наука». СПб., РАН, 2007. С. 423–428.
- 19. *Царев Б.А., Ханухов В.К.* Анализ архитектурно-компоновочного облика при проектировании исследовательских судов // Морской вестник. 2010. № 4 (32). С. 95–99.

Рецензент:

А. И. Гайкович, ∂ -р техн. наук, проф.

О ТЕРМИНОЛОГИИ

та тема уже затрагивалась на страницах журнала «Морской вестник» [1], что очень своевременно, поскольку, как показывает опыт общения со специалистами и руководителями, в условиях перманентной реорганизации органов военного управления и взаимоотношений с промышленностью общепринятые и даже стандартизованные понятия воспринимаются и трактуются разными сторонами по-своему.

Термин «сервисное обслуживание» к настоящему времени достаточно прочно вошел в обихол. Сервис – в переводе с английского – это обслуживание, таким образом, сервисное обслуживание – это обслуживающее обслуживание ?! Одни специалисты считают, что сервисное обслуживание - это только техническое обслуживание, независимо от того, кто его выполняет: личный состав (экипаж) или предприятие промышленности. Другие воспринимают его как все виды технического обслуживания и ремонта. В различных источниках, в том числе в нормативных документах, включая [2, 3], этому термину даны различные определения. Первое наиболее четкое определение солержится в приказе Министерства обороны РФ 2012 г. № 1919дсп. Из него следует, что сервисное обслуживание – это часть технического обслуживания и ремонта (ТО и Р), выполняемые по ГОЗ предприятиями промышленности. Изменением № 1 к ГОСТ РВ 0101-001-2007 [5] по существу закреплено определение, изложенное в этом приказе, и существенно дополнено. Согласно ГОСТу сервисное обслуживание выполняется специалистами «сервисной организации» самостоятельно или с участием личного состава, в задачу сервисного обслуживания могут входить:

- 1) все виды технического обслуживания и ремонта:
- 2) гарантийный и технический надзор;
- 3) работы по бюллетеням (по существу модернизационные работы);
- 4) хранение запасных частей и материалов;
- 5) обучение специалистов эксплуатирующей организации;
- 6) другие виды работ и услуг, предусмотренные контрактом.

Определение термина «сервисное обслуживание» по составу выполняемых работ охватывает всю систему ТО и Р.

Вывод можно сделать следующий: термин *«сервисное обслуживание»* появился для обозначения перехода от

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КОРАБЛЕЙ ВМФ В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

Г.Н Муру, канд. техн. наук, генеральный директор, Ю.И. Витенбергский, главный специалист, ОАО «51 ЦКТИС», контакт. тел. (812) 315 4945

технического обслуживания силами личного состава и ремонта силами ремонтных органов войск и флотов к ТО и Р силами предприятий промышленности по ГОЗ. В ряде случаев это экономически оправданно. Но для этих видов ТО и Ресть стандартизованные термины: *«техническое обслуживание* (ремонт) предприятием-изготовителем» (фирменное ТО, фирменный ремонт) и «техническое обслуживание (ремонт) специализированным предприятием». Целесообразно отказаться от термина «сервисное обслуживание», исключить его из ГОСТ РВ 0101-001-2007, но можно дополнить термином «обслуживание сервисным предприятием».

Планово-предупредительные осмотры (ППО) и планово-предупредительные ремонты (ППР) — эти термины уже много десятилетий не употребляются в стандартах и в технической документации, но сохранились в относительно недавно переизданном корабельном уставе и в действующем пока еще «Положении об организации ремонта...» [4]. Целесообразно от них отказаться.

Для обозначения материальной части кораблей в нормативных документах и в технической документации применяется целый ряд терминов:

- боевые и технические средства;
- вооружение и военная техника;
- системы и оборудование;
- составные части корабля и комплектующие изделия.

На различных стадиях жизненного цикла для одного и того же изделия могут применяться различные термины. Например, рулевое устройство по стандартной классификации видов изделий (ГОСТ 2.101) является комплексом, состоящим из корпусной части (корпусные конструкции подшипников баллера и перо руля), механической части (привод руля), гидравлической системы и электрических цепей управления золотниками. Смонтированное на корабле рулевое устройство становится встроенной в корабль его составной частью, но в качестве объекта управления может рассматриваться и как система. Как

объекты технического обслуживания и ремонта рулевое устройство, любое другое устройство, корпус корабля, энергетические установки, системы и комплексы вооружения представляется целесообразным именовать, как это и предусмотрено в ряде стандартов, составными частями корабля, а входящие в них изделия — комплектующими изделиями.

Система технического обслуживания и ремонта кораблей ВМФ как «совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему» (ГОСТ 18322—78), в нормативных документах ВМФ в настоящее время не регламентирована.

По плану стандартизации ОАО «51 ЦКТИС» приступило к разработке ряда государственных и отраслевых военных стандартов, относящихся к системе ТО и Р кораблей, в том числе государственного военного стандарта (ГОСТ РВ) «Корабли и суда ВМФ. Система технического обслуживания и ремонта. Основные положения». Некоторые аспекты разрабатываемой системы ТО и Р кораблей хотелось бы обсудить на страницах журнала.

Какая степень детализации целесообразна в этом стандарте?

Можно изложить все со степенью детализации, принятой в приказе ГК ВМФ № 195 [4], но получится объемистый фолиант, один, общий как для руководителей, так и для специалистов всех уровней.

Можно в ГОСТе изложить только основные положения системы, а более детальные положения, например порядок планирования ремонта или порядок составления и отработки ремонтных ведомостей, изложить в отдельных отраслевых военных стандартах (руководствах, инструкциях) или в совместных решениях Минобороны (ВМФ) и промышленности.

Предпочтительным является второй вариант, он в большей степени позволяет адаптировать систему к постоянно изменяющимся условиям.

О СООТНОШЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Прослеживается устойчивая тенденция переноса центра тяжести с плановых заводских ремонтов всех видов техники (в том числе ВВТ всех родов войск) на более углубленное (и более затратное) систематическое техническое обслуживание. Для кораблей ВМФ эта тенденция представляется приемлемой и экономически оправданной. Более качественное техническое обслуживание, особенно систематический мониторинг технического состояния, должны привести к сокращению объемов ремонта кораблей и увеличению межремонтных периодов. В полной мере это можно отнести только к кораблям, спроектированным под эту систему ТО и Р.

Оптимальным представляется такой проект корабля, у которого совпадали бы межремонтные сроки корабля и сроки службы образцов вооружения (по моральному износу). Заводской ремонт изделий радиоэлектроники можно было бы вообще исключить из жизненного шикла этих изделий, так как эти изделия устаревают раньше, чем истекает межремонтный срок корабля. Поддержание и восстановление качества изделий радиоэлектроники можно обеспечить техническим обслуживанием и текущим ремонтом по эксплуатационной документации. Для кораблей, находящихся в эксплуатации с истекшими межремонтными сроками и изношенной материальной частью, усиленное техническое обслуживание не решает проблемы.

О ЗАКРЕПЛЕНИИ ЗА ИЗГОТОВИТЕ-ЛЕМ (СУДОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕД-ПРИЯТИЕМ) ТО И Р НА ВЕСЬ ЖИЗ-НЕННЫЙ ЦИКЛ

Такая система широко распространена во всем мире. Фирма-поставщик создает свои или обеспечивает и аттестует дилерские сервисные центры, которые выполняют в полном объеме ТО и Р изделий фирмы. Продолжительное существование сервисных центров подтверждает их экономическую эффективность. Но необходимо учитывать, что, как правило, сервисные центры обслуживают изделия крупносерийного и массового производства с использованием специального оборудования и оснастки. Судостроительному предприятию создать сеть сервисных центров на флотах, по крайней мере, затруднительно, требуются большие материальные затраты, которые при практически единичной постройке кораблей не окупаются. Эти соображения вполне применимы и к предприятиямизготовителям комплектующих изделий. Впрочем, в создании сервисных центров нет необходимости. На всех флотах еще сохранились судоремонт-

34

ные заводы, способные в полной мере выполнять ТО и Р кораблей. В отличие от судостроительных предприятий и предприятий-изготовителей комплектующих изделий судоремонтные предприятия располагают широко универсальным производством, способным быстро перестраиваться под меняющуюся номенклатуру изделий с минимальными затратами на подготовку производства.

О ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ТО И Р

Основной документацией для ТО и Р кораблей ВМФ, так же как и для В и ВТ всех родов войск являются эксплуатационные (ЭД) и ремонтные документы (РД) в комплекте со ссылочными документами. Предприятия, которые должны выполнять «сервисное» обслуживание, не в полной мере обеспечены ЭД. На корабль в целом ЭД отсутствует, ее разработка нормативными документами не предусмотрена. РД разработана и введена в действие в ВМФ менее чем на 40% объектов ремонта, система разработки и обеспечения предприятий РД отсутствует.

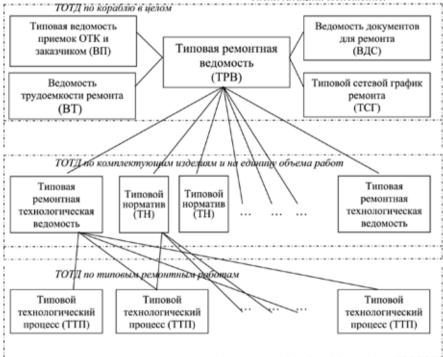
Информационной основой для подготовки производства, планирования и организации ремонта

ТОТД является альтернативой рабочей технологической документации. которую разрабатывали предприятия Минсудпрома СССР. ТОТД существенно сокращает объем работ по подготовке производства к ремонту кораблей. В настоящее время в связи с ликвидацией ГУСРЗ ВМФ и всех СРЗ ВМФ существенно расширилась номенклатура ремонтируемых кораблей на каждом предприятии промышленности. В этих условиях обеспечить в полной мере подготовку производства методами, существовавшими в Минсудпроме СССР, стало затруднительно. По-видимому, ТОТД остается безальтернативным вариантом.

В данной статье затронуты только отдельные проблемы системы ТО и Р кораблей. Их констриктивное обсиждение на страницах «Морского вестника» позволит создать действенную систему технического обслуживания и ремонта кораблей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Г.Н. Муру. О терминологии в среде технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники ВМФ // Морской вестник. - 2013. - № 3. - С. 20.
- **НЯДИ.000.0420.00.029**. Корабли и суда ВМФ. Порядок выполнения работ по сервисному обслуживанию в процессе эксплуатации. Положение.



Структурная схема типовой организационно-технической документации

на предприятиях Главного управления судоремонтных заводов ВМФ (ГУСРЗ ВМФ – в настоящее время не существует) являлась система типовой организационно-технической документации (ТОТД) по ТЗ 90-ОРЦ.230, утвержденному начальником ГТУ ВМФ. Структурная схема ТОТД представлена выше на рисунке.

- АФВГ.360099.002. Положение о разработке, составлении и оформлении «Типовой ведомости сервисного обслуживания корабля (судна)».
- Положение об организации ремонта... Введено в действие приказом ГК ВМФ 1973 г. № 195.
- ГОСТ РВ 0101-001-2007. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения.

своение огромных энергетических ресурсов, а также прогнозируемое потепление в Арктике способствовали началу особо динамичной интенсификации экономических, политических и военных процессов в регионе. Это связано с тем, что Северный морской путь становится уникальным транспортным маршрутом, меняющим баланс не только в перевозке углеводородов, но и в целом в мировой транспортной политике, а месторождения всех природных ресурсов северного шельфа, которые составляют около 30% всех мировых запасов, смогут обеспечить практически все мировое производство на многие десятилетия.

До недавнего времени главным сосредоточием мировых экономических, политических и военных интересов был Ближний Восток. Сегодня специалисты обоснованно считают, что данная парадигма в ближайшей перспективе сменится на другую – акцент мирового внимания объективно смещается в Арктику.

Сегодня право на Арктику уже рассматривается в первую очередь с позиции силы, например, премьер-министр Канады Питер Маккейн прямо заявил: «В Арктике главный принцип суверенитета состоит в том, что либо вы используете территории, либо вы их теряете!».

Арктика объявлена стратегически важным объектом для НАТО, о чем заявил официальный представитель альянса Джеймс Аппатурай. По его словам, «этот регион представляет долгосрочный стратегический интерес для альянса, в том числе в плане безопасности союзников».

Для тех, кто следит за дебатами вокруг Арктики, понятно, что выступление Д. Аппатурая стало во многом продолжением инициатив, изложенных в директиве по национальной безопасности США. В этом документе сказано о наличии у Вашингтона фундаментальных национальных интересов в Арктическом регионе. Интересы определены недвусмысленно: «Противоракетная оборона, стратегическое сдерживание, морские операции по обеспечению безопасности».

Ключевыми стратегическими документами США, влияющими на процесс милитаризации Арктического региона, по мнению специалистов, являются американские президентские директивы по национальной безопасности №66 и №25, а также «Совместная стратегия для морской державы XXI века».

Задачи ВМС США в Арктическом регионе были определены в октябре и январе 2007 г. Например, в январской директиве, в частности, отмечается: «У Соединенных Штатов есть широкие и фундаментальные интересы в Арктическом регионе, и Вашингтон готов действовать либо независимо, либо совместно с другими государствами, чтобы

ПРОБЛЕМЫ МИЛИТАРИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

В. Н. Половинкин, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, референт генерального директора ФГУП «Крыловский государственный научный центр»,

А. Б. Фомичев, канд. техн. наук, доцент, зам. генерального директора—генерального конструктора OAO «Концерн «Моринформсистема-Агат», контакт. тел. +7 921 934 56 85

обезопасить эти интересы. Среди этих интересов — такие вопросы, как противоракетная оборона и системы раннего оповещения; развертывание морских и воздушных систем для стратегических морских перевозок, стратегического сдерживания, присутствия на морях и операций морской безопасности; а также вытекающая из этого свобода навигации и пролета над территорией».

В данном документе также отмечается задача «сохранения глобальной мобильности американских военных и гражданских судов и самолетов по всей площади Арктического региона,.. включая морскую мобильность американских вооруженных сил по всему миру. Она гарантирует суверенные права США над большими приморскими районами, включая ценные природные ресурсы, которые там находятся».

В плане действий ВМС США также сказано, что «морские службы должны быть готовы предотвратить или ограничить региональные конфликты в случае необходимости», и особый упор делается на стратегическое сдерживание и системы противоракетной обороны. Практическое воплощение этой стратегии означает расширенное проникновение за Полярный круг оснащенных ядерными ракетами подводных лодок ВМС США и расширение планов глобальной системы ракетного перехвата США-НАТО-Азия, которую американцы уже разворачивают у западных, южных и восточных границ России. Размещение в Арктическом регионе систем наблюдения и мониторинга, подводных лодок, кораблей – носителей высокоточного оружия и ядерных ракет практически завершит процесс окружения России.

Согласно тексту широкомасштабной новой директивы по Арктике, выпущенной всего за восемь дней до инаугурации Барака Обамы, Соединенные Штаты объявляют территории внутри Полярного круга зоной своих стратегических интересов. Новой администрации посоветовали расширить американское присутствие в Арктике».

Данная арктическая инициатива США была поддержана в ходе двухнедельной встречи НАТО в Исландии, которая получила название «Семинар по перспективам безопасности на Крайнем Севере». На данной встрече было, в частности, заявлено, что «Крайний Север потребует в ближайшие годы еще больше внимания со стороны альянса».

Следует также особо отметить, что перспективные планы НАТО и международные претензии на запасы первичных ресурсов Арктики постепенно становятся главными темами обсуждений различными государствами альянса и отдельными приглашенными странами. В усилении позиций этих директив 10 ноября 2009 г. министерством ВМС США утверждается стратегический документ под названием «Арктический план действий ВМС». В 2010 г. началась реализация арктической «дорожной карты» ВМС США, представляющей собой хронологический перечень действий, целей и желательных для ВМС результатов, которых следовало достичь в Арктическом регионе в 2010-2014 гг.

Утвержденный в США «Арктический план действий ВМС» получил исключительно широкое обсуждение в средствах массовой информации. Например, газета «National Post» отмечала: «Американский флот планирует крупномасштабный натиск на Арктику, чтобы защитить национальную безопасность, потенциальные подводные богатства и другие морские интересы. «Арктический план действий», опубликованный министерством ВМС, описывает пятилетний стратегический план по расширению операций флота на Севере в ожидании того, что замерзший Арктический океан превратится в открытую воду к лету 2030 г. Очевидно, что Соединенные Штаты полны решимости серьезно переоснастить свое военное присутствие и военно-морской потенциал в регионе, который все чаще рассматривается как потенциальная «горячая точка» по мере того, как тающие полярные льды облегчают доступ...».

Известный в мире американский сайт «World Politics Review» опубликовал материал, в котором говорится следующее: «План действий (ВМС США – Прим. авт.) включает в себя полномасштабный трехфазовый список мер, которые флот надеется предпринять в Арктическом регионе за последующие четыре года: разработать новые, выносливые судна и оружие; составить карты морского дна с потенциальными ресурсами и геологической информацией; и обновить диагностические инструменты, чтобы более

точно предсказывать таяние полярных льдов облегчающего доступ...».

Информационный сайт AllGov представил статью под заголовком «Флот США готовится к милитаризации Арктики», в которой было отмечено то, что «флот США... готовится к потенциальной боевой обстановке, которая может возникнуть после того, как в течение ближайших двадцати лет глобальное потепление растопит летние льды Арктического океана. Многостраничный документ министерства ВМС США описывает пятилетний план, в котором говорится о необходимости разработать новые технологии и стратегии на случай, если к 2030 г. ситуация в открытых водах Полярного круга станет спорной».

В августе 2012 г. общественная организация Heritage Founddation опубликовала статью «Безопасность Арктики: пять принципов формирования политик и США». В статье достаточно подробно изложены принципы, которыми следует руководствоваться правительству США при формировании политического курса в Арктике. А также предложены направления реализации этих принципов. Важнейший вывод из данной связан с обеспечением возможности и способности США противостоять всем вызовам, которые проявятся в Арктике в будущем.

В очередной раз однозначная позиция США в Арктике была наглядно продемонстрирована в ходе визита в регион бывшего государственного секретаря США Хиллари Клинтон. Удивительно, но данный факт практически не был освещен в отечественных СМИ, в то же время по своим выводам он носит исторический характер. Комментируя свое турне, Х. Клинтон высказала убежденность в том, что Арктический регион будет становиться все более важным с точки зрения геополитики, поскольку разные страны будут соперничать за ее ресурсы (следует отметить, что Россия в ее прогнозах вообще не отмечается). На пресс-конференции по итогам этого посещения норвежский город Тромсё был провозглашен «столицей Арктики». а США — «главным арктическим государством». Высказывая свое мнение о перспективах использования Северного морского пути, Х. Клинтон отметила, что «монопольное право России на транзит в собственных водах, не вполне правильное явление».

Позицию государственного секретаря США по изолящии России в решении проблем Арктики поддержало руководство Евросоюза. Например, в июле 2012 г. были обнародованы «ориентиры более активного внедрения Евросоюза в дела Арктического региона». Представленная Еврокомиссией программа действий должна «показать миру решимость выполнять обязательства Евросоюза в отно-

шении Арктического региона. Развитие ситуации в Арктике делает еще более неотложной задачу борьбы с климатическими изменениями на мировом уровне, раскрывая ее возрастающее для Европейского союза стратегическое, экономическое и природоохранное значение».

В декабре 2010 г. шведский министр обороны Стен Тольгфорс (Sten Tolgfors) заявил, что «в капиталовложениях в оборону приоритетом станут закупки вооружений и совершенствование инфраструктуры с целью усиления военно-воздушного и военно-морского потенциала страны на Крайнем Севере». Дополнительно он сообщил: «Швеция намерена иметь в составе своих ВС сто многофункциональных боевых и разведывательных самолетов «Gripen», что как минимум вдвое превышает численность авиации такого рода в соседних Финляндии, Норвегии и Дании. В 2011-2014 гг. также планируется выделение ассигнований на усиление подводного флота Швеции для обеспечения безопасности на Крайнем Севере». Одна только программа модернизации подводного флота обойдется Швеции в 1,6 млрд. долл.

Примерно в то же время норвежский министр иностранных дел Йонас Стере (Jonas Store) высказал мысль: «Наращивание военного сотрудничества скандинавских и балтийских стран - это важный шаг в правильном направлении. Пришло время придать ему более официальный характер и подтвердить единство северных государств в оборонной сфере». Спустя неделю состоялась встреча министров обороны Британии, Дании, Финляндии, Исландии, Норвегии, Швеции, Эстонии, Латвии и Литвы в Осло. Британский министр обороны Лайэм Фокс (Liam Fox) на этой встрече сказал: «Наши двусторонние и многосторонние отношения с партнерами в североевропейском регионе заслуживают углубления. Мы хотели бы создать более крупный механизм, позволяющий как членам, так и не членам НАТО налаживать более тесное сотрудничество в регионе».

В ноябре 2009 г. Дания, Финляндия, Исландия, Норвегия и Швеция официально создали механизм коллективного военного взаимодействия (NORDEFCO), подписав соглашение о сотрудничестве. На совещании с участием глав оборонных ведомств девяти стран, где они обсуждали пути более тесного сотрудничества по вопросам безопасности на Крайнем Севере и вопросы «укрепления сотрудничества между североевропейскими странами», министр обороны Норвегии Грете Фарему (Grete Faremo) заявила: «Думаю, нам надо теснее сотрудничать в таких вопросах, как боеспособность, обучение, боевая подготовка и проведение учений. Норвегия будет рада, если большее количество сил альянса станет принимать участие в учениях, организуемых в нашей суровой окружающей среде».

1 августа 2009 г. Норвегия перенесла штаб своего оперативного командования из Ставангера в Рейтан, на север страны, и приобрела 48 боевых самолетов «Lockheed F-35» для проведения арктических патрулей.

Дания объявила о планах создать универсальное арктическое командование и арктические силы реагирования, а также усилить военное присутствие на авиабазе Туле в Гренландии, которая также будет открыта для союзников по НАТО.

Канада, по мнению авторов, назначена на роль передового отряда в грядущей борьбе с Россией за Арктику. Главным предметом спора тут является хребет Ломоносова, тянущийся на 1800 км от Новосибирских островов России, через центр Арктического океана до канадского о. Элсмир, расположенного в Канадском Арктическом архипелаге. Оттава провела крупнейшие в истории военные учения и открыла новые базы.

В последние годы исключительно активизировались военные маневры в Арктике. США и Дания впервые приняли участие в ежегодных канадских учениях в Арктике «Операция Нанук», хотя у них в этом регионе имеются неразрешенные территориальные споры с Канадой. До этого НАТО провела десятидневные учения в Швеции под кодовым названием «Loyal Arrow 2009» («Верная стрела 2009»), к которым были привлечены 10 стран, 2000 военнослужащих, авианосец и 50 истребителей. Затем 50 боевых кораблей и 4000 военнослужащих из состава ВМС США, Дании, Финляндии, Норвегии, Швеции, Британии, Франции и Германии приняли участие в двухнедельных военных учениях «Северные берега» (Northern Coasts) вблизи побережья Финляндии. Это были самые крупные военные маневры, когда-либо проводившиеся в финских территориальных водах.

В мае 2011 г. была опубликована датская «Стратегия по Арктике». Как следует из документа, Дания претендует на континентальный шельф в пяти зонах вокруг Фарерских островов и Гренландии, а также в районе Северного полюса.

Канада выделяет деньги на строительство глубоководного порта и военно-морской базы в Нэнисивике и запустила обновление и расширение военной тренировочной базы в заливе «Решительный», а также строительство новых арктических патрульных кораблей.

Только за последние пять лет военный контингент западных арктических стран был увеличен в десять раз.

Даже Китай, который находится далеко от Арктики, хочет иметь свою долю здесь. Пятая экспедиция китайцев в Арктику была осуществлена летом 2012 г. В целом, начиная с 2000 г.

Китай заметно усилил свои арктические и антарктические исследования. За проведение научных программ в Арктическом регионе отвечает специальное управление (Chinese Arctic and Antarctic Administration). В последние годы в Китае создается мощная база для проведения полярных экспедиций: перестраивают порт приписки ледокола «Сюэлун» («Снежный дракон») в Шанхае, строятся корпуса для обработки данных, хранилища для полярного льда. По китайской официальной версии, Пекин планирует расширить научные исследования полярных регионов планеты. В то же время руководство страны указывает, что освоение Арктике соответствует ее геополитическим интересам.

В 2010 г. сотрудник Даляньского морского университета Ли Чжэнфу отмечал, что «тот, кто получит контроль над арктическим маршрутом, будет контролировать новый путь мировой экономики».

В настоящее время Китай обладает ледоколом «Снежный дракон», но есть планы к 2015 г. создать целый ледокольный флот, который сможет работать в антарктическом и арктическом регионе. В 2013 г. должен войти в строй новый головной китайский ледокол, способный ходить во льдах толщиной до 4,5 м. По словам заместителя начальника Государственного океанологического управления Чэнь Ляньцзэна, судно будет оборудовано подводными роботами и батискафами, для проведения исследований морской среды и ресурсов. Следует также отметить, что в Пекине негативно оценили активизацию России в Арктическом регионе, обратив внимание на

Наименование		Количе	ство (по	Dn		
паименование	1990	1995	2000	2005	2010	Примечание
Боевые надводные корабли	575	220	146	121	101	Снижение почти в 6 раз
Подводные лодки	283	87	61	30	26	То же в 11 раз
Боевые катера	370	115	60	45	29	То же в 13 раз

возобновление полетов стратегических бомбардировщиков дальней авиации над Арктикой в 2007 г. и установку в том же году российского флага на дне Северного Ледовитого океана. Так, профессор Го Пэйцин из Китайского университета океана заявил, что споры в Арктике по поводу прав на шельф – это «вызов, который бросают международному порядку и международному праву Россия и некоторые другие государства после окончания холодной войны». Пекин не смущает отсутствие непосредственного выхода в Арктику. Летом 2004 г. на Шпицбергене была открыта первая научная китайская станция Хуанхэ. До 2008 г. китайцы провели восемь подводных исследований, используя специального глубоководного робота типа «Арктика» своего же производства. Кроме того, Пекин настроен воспользоваться европейским кризисом и купить у Исландии часть ее территории. Одновременно Китай развивает сотрудничество с Норвегией. Осло призывает дать КНР расширенный статус постоянного наблюдателя при Арктическом совете, что расширит двери для продвижения китайских проектов в полярном регионе.

Следовательно, Арктический регион в долгосрочной перспективе может стать настоящим «полем боя» между Западом, Китаем, Россией. Интерес к региону проявляли также Япония, Южная Корея и др.

Мир будет уважать только сильную Россию, способную отстаивать свои интересы. Ожидается официальное представление новой стратегии освоения Арктики, подготовленной Советом безопасности. В ней, по словам представителя главы РФ по Арктике Артура Чилингарова, отражен принципиальный посыл, который Москва направляет миру: «Арктику мы никому не отдадим».

В этих условиях Россия, как заявил ранее Владимир Путин, также собирается расширить в Арктике свое присутствие, в том числе и военное. Он, в частности, отмечал, что «мы открыты для диалога с нашими зарубежными партнерами, со всеми соседями по Арктическому региону, но, разумеется, собственные геополитические интересы будем защищать твердо и последовательно».

ЛИТЕРАТУРА

- Половинкин В.Н., Фомичев А.Б., Таратонов Ю.Н. Русский Север. Прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Северная верфь, 2012. – 262 с.
- 2. *Половинкин В.Н.*, *Фомичев А.Б.* Русский Север. СПб.: АИР, 2012. 343 с.
- 3. *Они же*. Мировой океан и обеспечение национальной безопасности России в XXI веке. СПб.: АИР, 2012.– 349 с. ■

«Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз» разработало проект патрульного корабля океанской зоны нового поколения. Новые корабли заменят пограничные сторожевые корабли нескольких проектов, сроки службы которых в ближайшие годы подойдут к концу.

Главные размерения нового корабля определяли, исходя из площадей и объемов, необходимых для размещения всех корабельных помещений, цистерн, открытых палуб, взлетно-посадочной площадки и ангара для корабельного вертолета, комплекса спасательных средств и судовых устройств с обеспечением оптимальной остойчивости, ходкости, управляемости и мореходности.

При выборе размерений и формы обводов корпуса удовлетворены заданные требования к ходовым качествам и дальности корабля неограниченного района плавания с учетом его эксплуатации в ледовых условиях. Оценка мореходности

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВАЦИИ В ПРОЕКТЕ ПАТРУЛЬНОГО КОРАБЛЯ ОКЕАНСКОЙ ЗОНЫ

Б. А. Лейкис, главный конструктор, начальник сектора, **Д. Ю. Литинский,** ведущий конструктор, ОАО «ЦМКБ «Алмаз», контакт. тел. (812) 369 5598

выполнена с использованием результатов мореходных испытаний модели суднааналога в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова.

Архитектурно-конструктивный тип корабля — длиннополубачный, с надстройкой от борта до борта, в кормовой части которой расположен вертолетный ангар. Взлетно-посадочная площадка для поисково-спасательного вертолета занимает около четверти длины корпуса.

Для обеспечения непотопляемости корабля его корпус подразделен на десять главных водонепроницаемых отсеков. Для предотвращения обмерзания якорного, швартовного и буксирного устройств при работе в ледовых условиях швартовные палубы в носу и корме выполнены закрытыми.

Проектирование велось по зональному принципу. Были организованы следующие основные функциональные

зоны: управления кораблем и операциями, жилых и общественных помещений, энергетической установки, вертолетного комплекса

Для повышения эффективности управления кораблем и его техническими средствами, сокращения численности экипажа и повышения уровня обитаемости предусмотрен навигационно-тактический комплекс. Он состоит из четырех взаимосвязанных контуров: навигационного, тактического, управления техническими средствами корабля и контура связи.

Система обеспечения эксплуатации и живучести построена на основе системы СОЭЖ-20380, разработанной ЦМКБ «Алмаз» и апробированной на корветах. Для повышения эффективности борьбы за живучесть предусмотрены специальные программно-аппаратные средства специализированной системы информационной поддержки. Централизованное дистанционное управление техническими средствами корабля осуществляет комплексная система управления.

Для доставки на суда-нарушители досмотровых групп, визуального наблюдения за надводной обстановкой, доставки пассажиров и грузов, поисково-спасательного обеспечения предназначен авиационно-технический комплекс. Корабль оборудован бортовыми спуско-подъемными устройствами для дежурных шлюпок.

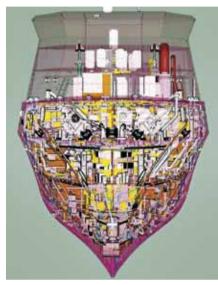
Главная энергетическая установка (ГЭУ) корабля – дизельная двухвальная с эшелонным расположением. В процессе проектирования были тщательно рассмотрены и проанализированы четыре варианта ГЭУ с различными главными двигателями и дизель-генераторами отечественного и зарубежного производства. Избранный для реализации вариант оптимален по критерию «стоимость—эффективность».

В процессе разработки проекта применялись самые современные технологии. Хотя создание объемной модели не являлось непременным требованием, все работы на стадии выпуска РКД выполнялись с использованием САПР.

ЦМКБ «Алмаз» обладает достаточным опытом в этой области. Так, проектирование заказа 20380 уже с 2001 г. велось с использованием элементов трехмерного моделирования в системе Autodesk AutoCAD. Параллельно создавалась база элементов оборудования с применением гибридной технологии каркасно-твёрдотельного моделирования. РКД выпускалась на основе 3D-моделей помещений ГЭУ.

Создание полной трехмерной модели корабля в достаточной степени детализации (рис. 1) позволило получать документацию в автоматическом режиме, что существенно сократило сроки ее разработки

и выпуска. По отдельным дисциплинам в оформлении документации допускались отклонения от нормативной базы, что, однако, не отразилось на ходе строительства корабля. Особо необходимо отметить, что в комплекте РКД были выпущены трехмерные изометрические эскизы для изготовления на заводе-строителе труб судовых систем, по которым, в отступление от традиционной практики (по шаблонам, снятым с места), изготавливались элементы и участки будущих трубопроводов. В полном объеме завод-строитель получил плазовую документацию.



Puc. 1

Впервые в практике кораблестроения в ходе строительства корабля на борту была организована работа оперативной группы и трассировочных комиссий с использованием «ноутбуков» *. Работа проводилась с использованием актуализированной выполненной в системе Tribon электронной модели в корабельных помещениях на ПК с минимально необходимым для этого объемом документации, причем приоритет отдавался электронной модели. Непосредственно на корабле в модели выполнялась необходимая корректировка.

Серьезным преимуществом использования САПР является и введение системы электронного документооборота, архива и отправки документации на завод, а также использование автоматизированного графика разработки модели и документации, благодаря чему возможно более эффективное

управление процессом разработки РКД.

Жилая зона корабля отделена от помещений с повышенными уровнями шума (рис. 2-3). С целью уменьшения воздействия качки жилые и общественные помещения, основные посты располагаются в районе миделя. Офицеры и команда корабля размещены в однои двухместных каютах с санузлами. Общественные помещения - конференцзал и кают-компания - расположены на палубе полубака, столовая - на верхней палубе, сауна и спорткаюта, оборудованная вело- и силовыми тренажерами, беговыми дорожками, - на платформе. Используется модульная зашивка помещений. Система кондиционирования воздуха в корабельных помещениях работает от датчиков температуры в автоматическом режиме.



Puc. 2



Puc. 3

На этапе технического проекта выполнены дизайн-проекты кают (рис. 4), кают-компании, столовой и ПЭЖ, а на испытательной базе ЦМКБ «Алмаз» создан натурный макет ходовой



Puc. 4

рубки. Впервые в отечественной практике мебель для будущего корабля спроектирована специально для каждого вида служебных, жилых и общественных помещений.

^{*} Примеры одновременной работы на одном строящемся корабле трех трассировочных комиссий нам неизвестны.

начале 60-х гг. прошлого века суда на подводных крыльях (СПК) Р.Е. Алексеева совершили, как писали тогда СМИ, «революцию на водном транспорте». В настоящее время на открытых Интернет-сайтах появились суждения о том, что СПК «морально устарели».

В конце 80-х гг. прошлого века в СССР устойчиво функционировала система скоростных пассажирских перевозок на СПК. По своей численности и масштабам перевозок скоростной флот, представленный в основном судами, разработанными ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева, не имел аналогов в мире. Регулярным скоростным сообщением они связывали между собой более 50 крупных речных и морских портов страны. Это число многократно возрастает, если учитывать множество промежуточных так называемых «остановочных пунктов», вовлеченных в систему скоростного пассажирского сообщения населения небольших поселений, расположенных вдоль побережий рек, водохранилищ и морей страны (рис. 1).

Первый вариант такой схемы был опубликован еще в 1972 г. А.И. Маскаликом в [1, с.118]. Мы дополнили ее на основании информации о развитии скоростного флота в СССР в последующий период, вплоть до 90-х гг. прошлого века.

Скоростной флот Р.Е. Алексеева успешно развивался. На рис. 2 показана динамика строительства СПК, начиная с первой «Ракеты» (1957 г.). К началу 90-х гг. в стране было построено и находилось в эксплуатации около 450 единиц пассажирских СПК различных проектов, разработанных выдающимся конструктором и его учениками. Напомним, что в 60-х гг. начались регулярные поставки пассажирских СПК за рубеж. Морское СПК пр. 342 МЭ «Комета» стало настоящим «брендом» на рынке мирового скоростного судостроения (рис. 2).

СУДА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ НА ПЕРЕЛОМНОМ ЭТАПЕ СВОЕЙ ИСТОРИИ

Л. В. Андрианов, канд. техн. наук, доцент,

М. Л. Мухина, канд. техн. наук, доцент, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, контакт. тел. (920) 259 2434

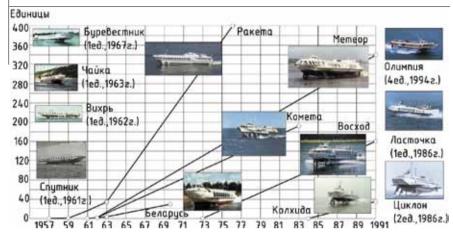


Рис. 2. Динамика строительства судов на подводных крыльях (1957–1991 гг.)

Итак, это была не имевшая прецедентов по своим масштабам система скоростных пассажирских перевозок по воде, работавшая в течение трех десятилетий надежно, без каких-либо серьезных аварий. Ее создание можно расценивать как пусть небольшой, но шаг в развитии цивилизации, позволявший улучшить качество жизни миллионов людей, которые ежегодно становились пассажирами СПК. Нередко для многих из них этот вид транспорта летом был безальтернативным.

Обсуждая сегодня судьбу СПК, необходимо отметить, что период их становления и благополучного развития приходится на доперестроечные годы, когда в деле пассажирских перевозок декларировался принцип: «Главное не получение прибыли, а обеспечение

массовости перевозок пассажиров при соблюдении необходимых удобств...». В поддержку этой концепции, способствующей сохранению и развитию в стране пассажирского флота, была направлена и политика поддержания сравнительно низких и стабильных цен на горючее. Кроме того, государство систематически дотировало содержание флота и его инфраструктур. Такой протекционизм способствовал тому, что скоростной пассажирский флот был не только самоокупаемым, но и приносил доход.

В таких, по нынешним временам «тепличных», условиях менеджмент пароходств, эксплуатирующих СПК, не особенно утруждал себя поиском наиболее коммерчески выгодных линий эксплуатации. Практически повсюду в стране эти линии дублировали коммуни-



Рис. 1. Географическая схема маршрутов эксплуатации СПК в СССР

кации наземного транспорта, чаще всего маршруты междугородных автобусов. В те годы пассажиры автобуса следующего, например, по федеральной автомагистрали «М7-Волга» (Москва–Казань), на некоторых участках могли видеть на Волге «Ракеты», «Метеоры» и другие СПК, следующие и вниз и вверх по реке.

Происшедшие в начале 90-х гг. известные изменения общественно-экономического уклада сыграли роковую роль в судьбе скоростного флота в России. Оказалось, что в условиях рыночной экономики СПК, которые продолжали эксплуатироваться все на тех же линиях, не выдерживают конкуренции с автобусами междугородного и тем более пригородного сообщения. Так, например, в навигацию 2007 г. цена билета от Нижнего Новгорода до Макарьева на Волге (расстояние 100 км, время в пути т/х «Ракета» два часа) составляла 185 руб., а билет до г. Лысково (расстояние и время в пути те же) в мягком автобусе марки «ПАЗ» стоил 111 руб. По свидетельству В.И. Любимова [2, с.4], до 2003 г. нижегородский скоростной флот дотировался из регионального бюджета. После прекращения дотаций началось обвальное закрытие скоростных пассажирских линий. Произошла массовая распродажа и утилизация скоростного флота. Такая картина наблюдалась практически во всех пароходствах.

Обвальная ликвидация стабильно и успешно работавшей системы не могла не привлечь внимания к проблемам СПК не только специалистов, но и общественности. Масштабы и скорости, с которыми происходила деградация скоростного флота, не могли не отразиться негативно на репутации СПК как вида транспорта.

В начале перестройки в общественном сознании еще витали представления о решении проблем подобного уровня по алгоритмам предшествующей эпохи, ожидалось, что на правительственном уровне будет создана междуведомственная комиссия, которая проанализирует причины гибели отечественного скоростного флота и примет меры для его сохранения. В воображении рисовались картины, навеянные героическим прошлым нашей страны, например, организация переброски скоростного флота из европейской части страны на реки Сибири и Дальнего Востока. Но на этот раз судьбу флота решили лишенные какой-либо героики суровые законы рыночной экономики.

В чем причина столь стремительного ухода СПК с рынка транспортных услуг в России? Их техническое несовершенство или факторы иной природы, например, отсутствие условий для круглогодичной эксплуатации и др.? Есть ли будущее у СПК?

Ответы на вопросы о причинах случившегося с СПК и их будущем могли бы

стать опубликованные работы специалистов скоростного судостроения в области экономики пассажирских перевозок. Разумеется, наибольший интерес представляли работы, выполненные специалистами ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева.

Их анализ показал, что во времена перестройки и в последующие годы, когда завершился уход СПК с рынка линейных пассажирских перевозок, специалисты и ученые продолжали публиковать работы, посвященные проблемам СПК и их дальнейшего развития. В контексте нашего исследования безусловный интерес представляют публикации, авторами которых являются (перечисление - в хронологическом порядке): И.И. Ерлыкин [16, с.23], А.И. Маскалик [17, с. 27], Б.А. Царев [18, с. 32], В.И. Любимов [19, с. 52], В.Я. Максимов [20, с. 60]. К сожалению, мы не обнаружили компетентного анализа причин кризиса, поразившего СПК, и путей выхода из него.

Не исключено, что это обстоятельство было предопределено теми структурными изменениями и сменой приоритетов, которые произошли в ЦКБ по СПК задолго до перестройки. Как известно, в марте 1968 г. Р.Е. Алексеев был «освобожден» от руководства ЦКБ по СПК, которое было разделено на КБ «А» (СПК) и КБ «Б» (экранопланы). Ему было предложено возглавить второе и целиком сосредоточиться на проектировании, строительстве и испытаниях кораблей-экранопланов. Один из биографов Р.Е. Алексеева, П.И. Качур отмечает [3, с.177], что «после разделения ЦКБ КБ «А» по численности стало примерно на порядок меньше КБ «Б»». Точного соотношения сейчас, наверное, никто не назовет. Эта информация считалась закрытой. Важен факт значительной разницы во вложении интеллектуальных и материально-технологических ресурсов в каждое из двух указанных направлений.

В течение последующих 20 лет приоритетная роль экранопланов в деятельности ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева продолжало возрастать. Но, поскольку конструкторы СПК и экранопланов работали буквально «под одной крышей», тема приоритетов внутри коллектива ЦКБ никоим образом не акцентировалась и тем более не могла открыто обсуждаться.

Ситуация изменилась в годы перестройки. Материалы по теме «Экранопланы в СССР» появились в открытой печати и других СМИ. Энтузиазм приверженцев экранопланостроения был очень велик. В своих публикациях они позиционировали экранопланы как «суда XXI века», которым предстояло заменить СПК как на внутренних, так и на морских судоходных путях. Логически вытекающий из такой постановки тезис о «моральном устаревании СПК»

еще не декларировался, но уже по умолчанию предполагался.

Однако жизнь показала, что в отличие от СПК, не имевших в своей истории сколь-нибудь серьезных аварий, при реализации грандиозной программы экранопланостроения, имели место ситуации, весьма печально сказывающиеся на рейтинге кораблей-экранопланов и судьбе их главного конструктора [3]. Свертывание программы произошло также в годы перестройки, не оставив повода для оптимизма.

Но идеи и достижения Р.Е. Алексеева находят последователей как в России, так и за ее пределами. На открытых сайтах Интернет-источников не иссякает поток сообщений о разработках новых и совершенствовании уже известных аэрогидродинамических схем СДПП, постройке и испытаниях их новых моделей и натурных образцов. Эти сообщения вызывали бы только положительные эмоции, если бы не одно обстоятельство.

Часто создатели новых экранопланов, а также глиссирующих катамаранов, судов с воздушной каверной на днище, судов на воздушной подушке, представляя свои творения сами или вовлекая в тему журналистов, не считают предосудительным при этом необъективно отзываться об СПК. Не утруждая себя объективным анализом причин трагедии, случившейся с СПК, они продолжают озвучивать тезис о «недостатках» СПК, ставших причиной их «морального старения». В первую очередь, речь идет опять же о свойственных СПК более высоких (по сравнению с автобусами) приведенных расходах топлива [кг/пасс.км]. Кроме того, рейтинг СПК критикам априори занижался из-за невозможности их эксплуатации в темное время суток и в зимнее время года. В целом это интерпретировалось как техническое несовершенство СПК, не оставлявшее им перспектив на будущее.

В данной статье мы сделаем еще одну попытку показать некорректность таких представлений об СПК и еще раз продемонстрировать, что СПК были и продолжают оставаться технологически совершенными машинами, имеющими свою нишу в транспортной системе государства.

Начало обсуждения судьбы СПК в таком контексте было положено в 2008 г., в работе [4]. В статье впервые отмечалось, что эксплуатация СПК на скоростных линиях, дублирующих наземные автобусов дальнего следования, было в условиях рыночной экономики изначально обречено на неудачу и стало главной причиной обрушения системы скоростных пассажирских перевозок по воде. В основе такой неконкурентоспособности СПК лежат принципиальные различия в энергетике движения на подводных крыльях и качения колесного







Рис. 3. Примеры волнового сопротивления при движении транспортных средств: а — СПК «Буревестник; б — пассажирское АСВП «Сормович»; в — экраноплан «Орленок» (фото из архива авторов)

моторного экипажа. В то же время расчеты авторов статьи показали, что по эффективности использования запаса топлива СПК, уступая автобусам, превосходят по этому признаку остальные типы СДПП. В данной работе исследования в этом направлении были продолжены. В сравнительный анализ кроме СПК Р.Е. Алексеева и его учеников были включены суда на воздушной подушке амфибийного типа (АСВП), суда на воздушной подушке скегового типа (СКСВП), суда с воздушной каверной (СВК), глиссирующие суда (Г), скоростные катамараны (СК), экранопланы (Э).

В качестве критерия для оценки технического совершенства рассматриваемого объекта может быть представлено его *пропульсивное качество*, которое для СДПП, как и других видов транспортных машин и аппаратов, движение которых определяется силами динамической природы (автомобили, самолеты, вертолеты и др.):

$$K\eta_{pr} = \frac{mg\upsilon}{N_e}$$
,

где K — аэрогидродинамическое качество рассматриваемого объекта; η_{pr} — пропульсивный коэффициент силовой трансмиссии (валопровод + движитель) СПК, рассчитываемый по формуле η_{pr} = $\eta_p \eta_r$, где η_p — пропульсивный КПД движителя; η_r — механический КПД трансмиссии валопровода; m — масса транспортной машины (для судов эта величина тождественно равна *нагрузке масс D*, кг); υ — скорость в расчетном режиме движения (м/с); N_e — эффективная мощность энергетической установки, кВт.

Разумеется, кроме пропульсивного качества $K\eta_{pr}$ для сравнительной оценки совершенства транспортной машины, в первую очередь СДПП, используются и другие, достаточно хорошо известные в проектировании судов и самолетов критерии, вплоть до оценки объектов с позиций архитектуры, дизайна, экологии и других показателей качества.

Но в контексте данной работы наибольший интерес представляет определение произведения $K\eta_{pr}$. Этот критерий, как показывает анализ формулы (1) стимулирует конструкторов к одновременному совершенствованию аэродинамических, энергетических и технологических качеств транспортной машины. Графическое представление зависимостей $K\eta_{pr} = f(\mathrm{Fr}_D)$ изначально нашло широкое применение в гидродинамике и теории проектирования СПК [12, с.179; 13, с.156]. Графикам присуще одно общее свойство: они демонстрируют значительное уменьшение величины произведения $K\eta_{pr}$ по мере увеличения относительной скорости (числа Fr_D). При анализе причин этой закономерности необходимо выделить два аспекта:

1. Увеличение аэрогидродинамического сопротивления объекта, обусловленное ростом абсолютной скорости его движения υ (точнее υ^2). Как известно, это ведет к снижению гидродинамического качества K. Величина этих потерь достаточно точно определяются аналитическим или экспериментальным путем.

2. С увеличением скорости возрастает вероятность возникновения или интенсивности уже имеющихся процессов аэрации, кавитации, брызгообразования и деформации свободной поверхности воды (рис. 4). В первую очередь это касается СДПП, сохраняющих в основном режиме непосредственный контакт с жидкостью (СПК, Г, СК, СкСВП, СВК). В меньшей степени эти явления проявляются у СДПП с полным отрывом от поверхности воды (АСВП, Э). Но и их движение (полет) вызывает деформацию свободной поверхности в виде волновых впадин, систем поперечных расходящихся волн, вихревых дорожек и т.п. Все эти виды возмущений не поддаются анализу и только с заметными погрешностями определяются экспериментально.

Авторами были выполнены расчеты пропульсивного качества ряда СДПП, построенных и эксплуатирующихся в разные годы второй половины XX в., а также нескольких СДПП, относящихся к настоящему времени. Краткая информация о каждом судне как объекте расчета, содержащая необходимые для расчета сведения о его технико-эксплуатационных характеристиках со ссылками на источники информации и результаты расчетов приведены в табл. 1. По результатам расчетов были получены графики зависимостей пропульсивного качества каждого из рассмотренных объектов в зависимости не абсолютной, а от относительной скорости его движения в расчетном режиме (рис. 3).

Перед тем как перейти к анализу полученного графика (см. рис. 3), сделаем несколько замечаний по поводу применения числа Fr_D в качестве параметра рассматриваемой функции $K\eta_{nr} = f(\operatorname{Fr}_D)$.

В 1951 г. Г.Е. Павленко, разрабатывая теорию глиссирования, предложил при классификации быстроходных судов использовать модификацию числа Фруда, получившего название «число Фруда по водоизмещению» (формула (1))

водоизмещению» (формула (1))
$$\text{Fr}_{v} = \frac{\upsilon}{\sqrt{g\sqrt[3]{V}}}, \tag{1}$$

где υ – скорость судна, м/с; V – объемное водоизмещение, м³.

Некоторая некорректность в записи формулы (1) была заметна изначально — величина V вводилась в расчеты как величина постоянная, а у реального глиссера она уменьшалась по мере роста скорости. Эти противоречия еще более обозначились, когда появились СДПП с полным отрывом от поверхности воды.

В 60-х гг. прошлого века была откорректирована базовая формула Г.Е. Павленко. В ней величина V была заменена на дробь D/V (имеющую ту же размерность — M^3).

ректировки не повлияла замена действующей в те годы системы единиц МКГСС на систему СИ. Параметр Fr_D в записи (2) сыграл заметную роль в становлении и развитии теории проектирования СДПП [12, с. 179; 13, с. 269-271; 14, с. 17]. Тем не менее впечатление условности, присущее формуле (2), продолжает сохраняться. Называя величину D силой тяжести судна, «водоизмещением» или «весовым водоизмещением, или «водоизмещением масс», мы допускаем уже некорректность, так как эти термины связываются с объемами жидкости. Это обстоятельство можно было бы оставить без внимания, но на практике авторам приходилось встречаться с фактами, когда применение термина «водоизмещение» накладывало «табу» на саму возможность использования критерия Fr_D для сравнения СДПП с транспортными средствами других типов (автобусов, самолетов, вертолетов).

Получим выражение для критерия Fr_D, не прибегая к понятию «водоизме-

Основные технико-эксплуатационные характеристики рассматриваемых транспортных объектов

Наименование судна	Страна произ- водитель	Год пост- ройки	Число пасса- жиров	Масса суд- на полная <i>т</i> , т	Скорость судна экс. <i>v</i> , км/ч	Тип, марка двигателя	Количество и мощность гл. двигателя <i>N_е</i> , кВт	Количество, тип движи- теля	Число Фруда Fr	Пропуль- сивное качество <i>Кh</i> _{pr}	Источник информа- ции	
			Суда на	воздушн	ой подушк	е амфибийного ти	па (АСВП)					
Сормович	СССР	1965	50	37,7	80	ГТУ ВД АИ20К	1x 927; 2 x 765	2 x BB	3,9	4,8	[5*]	
SR №6 Mk.1S	Англия	1965	56	12,5	65	ГТУGN1301	1 x 660	2 x BB	3,8	3,3	[5, c.147]	
MV-PP-15	Япония	1973	155	50,0	25	ГТУGN1301	2 x 1470	2 x BB	4,3	3,4	[5, c.181]	
«Хивус- 10»	Россия	2012	8-10	2,33	50	Дв.3М3409	1 x 105	1 x BB	3,8	3,0	[1*]	
«Хивус-32»	Россия	2012	48	16,5	60	Диз. ОМ501	1 x 315	2 x BB	3,4	4,3	[1*]	
«Mapc-2000»	Россия	2012	18-20	5,91	50	Диз. IVECO	2 x 129	2 x BB	3,3	3,1	[2*]	
«Mapc-3000»	Россия	2012	30	13,8	55	Диз. 6ISBe28	2 x 275	2 x BB	3,1	5,1	[2*]	
«Пума»	Россия	2012	18	4,1	45	Дв.3М353	2 x 44	2 x BB	3,1	5,7	[2*]	
Суда на воздушной подушке скегового типа (СкСВП)												
«Ховербас»	Англия	1962	70	29,0	52	Диз.V8504	2 x 199; 1 x 132	2 х ГВ	2,6	6,2	[7, c.184]	
«Зарница»	СССР	1970	48-50	19	33	Диз.3Д6Н-235	1 x 177	1 x BM	1,09	7,4	[6, c.22]	
HM.2S	Англия	1973	62	19,3	55	Диз.VT8370М Дв.V8504М	2 x 230; 1 x 132	2 х ГВ	4,9	4,9	[5, c.154]	
«Орион»	СССР	1974	80	34,7	53	Диз. 3Д12Н520	2 x 382	2 x BM	2,6	6,5	[6, c.22]	
«Луч»	СССР	1983	66	20,1	53	Диз. М400	1 x 382	1 x BM	2,4	6,3	[5*]	
«Баргузин»	Россия	2012	130	71,4	50	Диз. М401А	2 x 610	2 x ΓB	2,2	6,5	[5*]	
	1 0001111	2012	250				2 / 020	27.10	_,_	0,5	[2]	
Суда с воздушной каверной (СВК) «Линда-2» Россия 1998 70 24,6 55 Диз.МТU 2 x550 2 x BM 2,9 5,0 [8, с.129]												
						2V183TE72						
«Веста-120М»		1999	100	56,2	55	Дв. V8-504M	2 x 990	2 x ВВД	2,9	5,2	[3*]	
СВК-40 (пр.)	Россия	2012	40	17,2	50 Глиссир у	Дв. ТАМD63Р гющие (Г)	2 x 350	2 x ВВД	2,8	3,3	[3*]	
3	D	1075	0.6	70.0			1 ((2	1 D.II	2.0	4.0	rr*1	
«Заря»	Россия	1965 2011	86 150	30,0	40	Дв.12ЧН 18/20 Диз.TU 2V200M70	1 x 662	1 х ВД	2,0	4,9	[5*]	
«Лена»	Россия		-	68,0	72,0		2 x 1050	2 х ВД	3,1	6,2	[3*]	
A145	Россия	2011	150	80,0	74,0	Диз.TU 2V200M72	2 x 1440	2 х ВД	3,2	5,7	[3*]	
A. V	Dossus	1998	150			тамараны (СК)	2 77	2 v FD	1.7	0.7	[F*]	
«А.Угловский»	Россия	2012	300	108,7	41,0	Диз. 12ЧСН 18/20	2 x 735 4 x 1740	2 x ГВ	1,7	8,3	[5*]	
"Superfoil 40" InCat 86	Россия Австралия	2012	876,	122,0 1100	102,0 70,0	Диз. MTD ГТУ	4 x 1740 4 x 7080	4 x ГВ 4 x ГВ	4,1 1,9	4,9 7,4	[6*] [21, c.110]	
«Крымская	. Норвегия	2002	200a/м 298	171,0	61,0	Диз.	2 x 2040	2 х ГВ	2,3	6,9	[21, c.110]	
стрела» "Catalina"	США	2002	499	232,2	64,0	ГТУ	4 x 1434	4 x ΓB	2,3	7,7	[21, c.110]	
"Equator	Австралия	2002	216	180	43,0	ГТУ	2 x 1412	2 x ГВ	1,7	8,1	[21, c.110]	
Triagle"	Россия	2012	30	30	·			1 x ГВ	-			
РЕ 30 (пр.)	РОССИЯ	2012	30		10,3	Диз. Деу-марин	2 x 118	TXID	2,1	5,2	[(5*)]	
«Ракета»	CCCD	1957	()			ых крыльях (СПК)	1 (07 F	1 v FD	7 1	(0	[0 - 227]	
	CCCP		64	25,0	60,0	Диз.М50Ф-3	1 x 603,5	1 x ΓB	3,1		[9, c.223]	
«Метеор»	CCCP	1960	124	52,9	65,0	Диз. М400	2 x 660	2 x FB	3,0	_	[9, c.230]	
«Спутник» «Восход»	CCCP CCCP	1961 1973	256 71	110,0 28,4	65,0 60,0	Диз.М50Ф3 Диз. М401-А	4 x 589	2 x ΓB	2,6 3,0		[9, c.235]	
«восход» «Ласточка»	СССР	1973	71	37,0	90,0	диз. М401-A Диз. M421	1 x 610 2 x 898	1 x ГВ 2 x ГВ	4,2		[9, c.258] [9, c.266]	
«Комета»	СССР	1962	118	59,5	59,0	диз. M421 Диз. M401 A1	2 x 590	2 x ΓB	2,7		[9, c.266] [9, c.271]	
«комета» «Стрела»	СССР	1962	92	47,0	65,0	Диз. М401 A1 Диз. М50Ф-3	2 x 590 2 x 660	2 x гв 1 x ГВ	3,1		[9, c.271] [9, c.276]	
«Стрела» «Вихрь»	СССР	1961	260	121,3	65,0	Диз. М50Ф-3 Диз. М50Ф-3	4 x 660	4 x ΓB	2,5		[9, c.276] [9, c.278]	
«Бихрь» «Колхида»	СССР	1982	120	68,0	65,0	Диз. 12V3961082	2 x 960	2 x ΓB	2,3		[9, c.276]	
«Циклон»	СССР	1986	250	137,1	77,8	ГТ M37	1 x 5150	1 x ГВ	3,0		[9, c.293]	
«циклон» к. «Невка»	CCCP	1968	14	6,0	55,6	Диз. 3Д20	1 x 110	1 x ΓB	3,6		[9, c.303]	
к. «Дельфин»	CCCP	1979	6	2,5	58,9	Диз. ОД40А/280В	1 x 76	1 x ΓB	4,6		[9, c.305]	
	CCCI	1717				диз. од 1 07/2000 іланы (Э)	1 / / /	- X I D	1,0	Ј, т	[2, 0.303]	
«Волга-2»	Россия	1986	8	2,95	120	Дв. ПД 3M3406	2 x 77	2 x BB	8,9	6,2	[4*]	
«Волга-2МТ»	Россия	1996	8	3,0	120	Дв.3M3 4062.10	2 x 103	2 x BB	4,8	8,9	[4*]	
«Ракета-2»	Россия	1990	89	33	175	Дв.ТВ17 117С; VD100	3x1257	3 x BB	8,7	4,2	[4*]	
(пр.) «Акваглайд-5»	Россия	1996	4	2,4	120	Диз. Mer. Benz	1 x 240	2xBB	11,5	4,1	[11,c.255]	
«Аква-	Россия	2013	60	15,0	120	Диз. Mer. Benz	1 x 902	2 x BB	6,8	5,4	[11,c.255]	
глайд-60» (пр.) MT1-БМВ (пр.)	Россия	2013		4,4	168	Дв.ТВ3117	2 x 1149	2 x BB	11,6	5,4	[12]	
(יווף.) טויוט ב ייי			1			дв.твэтт/ ая компания «АКС						

(1*) – компании «Аэроход» – «svp@aerohod.ru»; (2*) – судостроительная компания «АКС Инвест» – «aks@aks-nn.ru»; (3*) – ООО «Свирская судостроительная верфь» – info@svirverf.ru; (4*) – ОАО «Центральное Конструкторское бюро по судам на подводных крыльях им. Р.Е. Алексева» – «alekseev@ckbspk.ru»; (5*) – Форм речных путешественников – «River-forum.ru»; (6*) – ОАО «ЦМКБ «Алмаз»» – «office@almaz-kb.sp.ru».

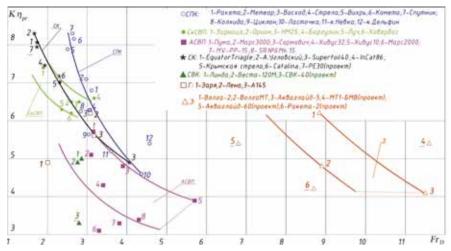


Рис. 4. Зависимость пропульсивного качества от относительной скорости СДПП в расчетном режиме движения

щение». С этой целью введем в анализ базовые понятия динамики твердого тела с их традиционно применяемыми обозначениями: масса — т, кг и сила тяжести G объекта, Н. Заметим, что именно так обозначаются соответствующие величины при изучении динамики полета летательных аппаратов в авиации, а в 1985 г. они были представлены для использования на практике в руководстве для конструкторов СДПП [23].

Итак, при расчете числа Fr_D для СДПП корректнее отказ от использования термина «водоизмещение», когда речь идет просто о массе судна. При этом несколько меняется структура расчетной формулы для $\operatorname{Fr}_{\scriptscriptstyle D}$, но ее физический смысл, параметры и порядок получаемых результатов остаются теми же. В изменении структуры формулы есть не сразу заметные аспекты. Начнем с того, что присутствие в прежней формуле величины, позиционируемой как «водоизмещение», очень сильно сужало применение этой формулы из-за предположения о том, что к ее компетенции относятся исключительно суда, а в контексте данной статьи - исключительно СДПП. Замена термина позволяет распространить полномочия формулы (4) на оценку сравнительной быстроходности принципиально транспортных машин всех типов. Но, опять же, в нашем контексте речь должна идти о машинах, с движением которых связывается понятие о пропульсивном качестве $K\eta_{nr}$.

Авторы уже накопили некоторый опыт применения такого подхода. В упомянутой выше работе [4] записанное в последней редакции число Fr_D было использовано для представления результатов расчетов по исследованию эффективности использования запаса топлива транспортными машинами различных конструктивных типов: магистральных автобусов, пассажирских глиссеров, СПК, СВП, самолетов, вертолетов. Помнению авторов, именно применение критерия Fr_D в его новой редакции поз-

волило достичь достаточно высокой степени систематизации результатов сравнения эффективности столь различающихся образцов транспортной техники.

Переходя к анализу результатов расчетов, представленных на рис. 4, отмечаем, во-первых, что расположение и характер графиков подтверждают тезис о системообразующей роли параметра Fr_p. Вдоль оси абсцисс, на которой располагается этот параметр, можно выделить области преимущественной концентрации точек, принадлежащих одному из семи присутствующих в расчете типов СДПП. У СПК и СК точки оказались так сфокусированны, что удалось аппроксимировать их соответствующими кривыми. Это объясняется тождественностью гидродинамических схем и у СПК и у СК, рассмотренных в нашем анализе. Объекты типа Э, АСВП и СкСВП отличаются большим разнообразием схем гидродинамических компоновок. В расположении расчетных точек заметен относительно большой разброс и область их существования может быть представлена в виде криволинейных полос. Еще большее разнообразие конструктивных схем присуще судам типа «Г» и «СВК», поиск границ для них успеха не имел, и было решено результаты расчетов оставить фигуративными точками (не хватает расчетных точек для этих типов судов).

Заметим, что полученные «области существования» СДПП отвечают технологиям конца XX — начала XXI в. Но каждая точка, расположенная в этой области, может стать отправной при дальнейшем совершенствовании каждого из представленных здесь типов судов. Это объясняется появлением «ноу-хау», повышающим аэрогидродинамическое качество, уменьшающим массу конструкции судов и их энергетических установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Н.А., Маскалик А.И. Отечественные суда на подводных крыльях.— Изд. 2-е, переработанное и дополненное.— Л.: Судостроение, 1967.— 363 с.

- 2. Любимов В.И., Гаккель А.А., Барышев В.И. «Мы не плаваем, мы летаем!» девиз компании «Элиен». СПб., 2007. 68 с.
- Качур П.И. Ростислав Алексеев. Конструктор крылатых кораблей. СПб.: Политехника, 2006. 294 с.
- Мухина М.Л., Мухин В.А. Денонсация оценок, или ниша для крылатых судов // Мир транспорта, МКЖТ МПС РФ. 2008. №1. С. 66–73.
- 5. Злобин П.Г., Смигельский С.П. Суда на подводных крыльях и воздушной подушке. Л.: Судостроение, 1978. 263 с.
- Любимов В.И., Поспелов В.И., Горбунов Ю.В. Суда на воздушной подушке. – Н. Новгород: Поволжье. 2007. – 207 с.
- Смирнов С.А. Суда на воздушной подушке скегового типа. – Л.: Судостроение, 1983. – 216 с.
- Химич В.Л., Черпигин Ю.П. Энергетические установки высокоскоростных судов. Часть первая. – Н. Новгород, Изд. НГТУ, 2002. – 133 с.
- Иконников В.В., Маскалик А.И. Особенности проектирования и конструкции судов на подводных крыльях. – Л.: Судостроение, 1987 – 320 с
- 10. *Маскалик А.И., Нагапетян Р.А. и др.* Экранопланы: транспортные суда XXI века. СПб.: Судостроение, 2005. 576 с.
- Васильев Э.В. Скоростной флот для магистральных рек и морей России. Докл. на конфер. «Современные технологии создания конкурентоспособной морской и речной техники». Казань, КГТУ им. А.Н. Туполева, 18–20 ноября, 2009. E-mail: pnr@rectorat. kstu-kai ru
- 12. *Блюмин В.И.*, *Иванов Л.А.*, *Масеев М.Б.* Транспортные суда на подводных крыльях. М.: Транспорт, 1964. 255 с.
- Егоров И.Т., Соколов В.Т. Гидродинамика быстроходных судов. – Л.: Судостроение, 1965. – 384 с.
- 14. *Белавин Н.И.* Экранопланы. Изд. второе перераб. и доп. Л.: Судостроение, $1977-230\,\mathrm{c}$.
- Маскалик А.И. и др. Экранопланы. Особенности теории и проектирования. СПб.: Судостроение, 2000. – 320 с.
- Ерлыкин И.И. К вопросу повышения транспортной эффективности пассажирских СПК на этапе проектирования. – Мат-лы науч.-техн. конфер. по проектированию скоростных судов 1986 г., 1988, г. Горький, 1990.
- Маскалик А.И. Проблемные вопрсы гидродинамики судов на подводных крыльях.
 Мат-лы науч.-техн. конфер. по проектированию скоростных судов 1986 г., 1988, г. Горький, 1990.
- Дарев Б.А. Критерии эффективности скоростных судов. Мат-лы науч.-техн. конфер. по проектированию скоростных судов 1986 г., 1988 г. Горький, 1990.
- Любимов В.И. Особенности внешней проблемы теории эксплуатации скоростных судов. – Тез. докл. 12 науч.-техн. конфер. по проектированию скоростных судов, посвященной 80-летию со дня рождения главного конструктора скоростных судов России Р.Е. Алексеева. 1997.
- Максимов В.Я. Суда на подводных крыльях вчера и сегодня. – Тез. докл. 13 науч.-техн. конфер. по проектированию скоростных судов, посвященной памяти главного конструктора скоростных судов России Р.Е. Алексеева («Алексеевские чтения»). 1999.
- Сахновский Б.М., Сахновский Э.Б. Оценка нагрузки масс скоростных катамаранов. – Сб. докл. материалов конфер. «Современные технологии в кораблестроительном образовании, науке и производстве», Н. Новгород, 2002.
- Котызаев Б.А., Косоруков А.И., Литвиненко В.А. Справочник по проектированию с динамическим принципом поддержания. Л.: Судостроение, 1980.

ВВЕДЕНИЕ

задача создания малошумной, надежной, экономичной, обеспечивающей высокую маневренность всережимной судовой гребной энергетической установки (ГЭУ) неизбежно приводит к идее использования на них «электрического гребного вала», т. е. системы полного электродвижения.

Это позволяет исключить из состава установки наиболее виброактивный узел — зубчатую передачу, существенно сократить длину линии вала, упростить конструкцию главных тепловых двигателей и обеспечить благоприятные условия для их эксплуатации.

Задачи по созданию и использованию полного электродвижения в судостроении находятся в поле зрения специалистов как у нас в стране, так и за рубежом. В последние десятилетия определились типовые технические решения в области судовых энергетических установок. Большинство судов оборудовано дизельными установками: с малооборотными дизелями на океанских судах и с дизелями средней быстроходности на судах смешанного плавания[1].

Опыт проектирования и эксплуатации судов позволил перейти к расширенному применению ГЭУ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЕДИНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Единая электроэнергетическая установка (ЕЭЭУ) представляет собой комплекс, состоящий из первичных двигателей, генераторов, гребных электродвигателей и движителей.

Гребные винты по сравнению с другими типами движителей имеют меньшие габариты, более высокие КПД и надежность и могут передавать больший диапазон мощностей. Поэтому на большинстве судов в качестве движителей применяются гребные винты.

При всем разнообразии типов ЕЭЭУ им свойственны две характерные черты, отличные от характеристик традиционных гребных систем [5]:

- отсутствие жесткой непосредственной связи между валами первичных двигателей и гребных винтов.
- чрезвычайно большое количество степеней свободы при проектировании, обусловленное номенклатурой возможных сочетаний действующих элементов, которое отсутствует в гребных установках других систем. Это огромное число степеней свободы дает возможность проектанту гребных электрических установок путем соответствующего подбора отдельных основных элементов ослаблять недостатки и усиливать положительные стороны ГЭУ.

Рассмотрим основные достоинства и недостатки ГЭУ по сравнению с другими типами гребных установок, анализ которых позволит обоснованно делать проектный выбор типа энергетического комплекса.

Достоинства ГЭУ:

- Низкая шумность ГЭУ. (В настоящее время ни одну другую гребную установку нельзя сделать менее шумной, чем установку с гребным электродвигателем).
- Возможность применения быстроходных первичных двигателей, обладающих меньшими весом и габаритами, чем тихоходные.
- Возможность выбора оптимальных параметров у первичных двигателей и гребных винтов.
- Возможность более широкой стандартизации и унификации компонентов ГЭУ (модульный подход).
- Упрощение конструкции первичных двигателей (исполь-

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЕДИНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СУДОВ

К. Г. Голубев, главный инженер ОАО ЦМКБ «Алмаз», контакт. тел. (812) 369 1133

- зуются нереверсивные двигатели со стабилизируемой частотой вращения).
- Возможность уменьшения длины гребных валов.
- Высокие надежность и живучесть электрической части ГЭУ.
- Широкая возможность автоматизации и дистанционного управления установкой.
- Высокие маневренные качества гребной установки.
- Более высокий КПД гребной установки при работе на промежуточных ходах за счет использования парциальных режимов.
- Возможность увеличения навигационного периода.
- Большие удобство управления, обслуживания и контроля установки.
- Возможность электропитания корабельных потребителей электроэнергии от главных генераторов и подачи электрической энергии на берег и на другие суда.

Недостатки ГЭУ:

- Большие массы, габариты, стоимость.
- Меньший коэффициент полезного действия на режимах полного и экономического ходов.
- Необходимость в специальном обслуживающем персонале высокой квалификации и в увеличении его количества.
- Снижение надежности ГЭУ по сравнению с обычными гребными установками в связи с большим количеством последовательно соединенных элементов современной ГЭУ: первичный двигатель генератор ГРЩ пропульсивный трансформатор неуправляемый выпрямитель инвертор гребной электродвигатель винт. Однако этот недостаток, как правило, полностью компенсируется за счет дробления мощности и использования схем параллельного включения элементов.

Основное влияние на развитие систем электродвижения в последнее десятилетие оказали два фактора:

- создание и успешное внедрение винторулевых колонок (ВРК);
- освоение промышленностью силовых транзисторов, управляемых потенциалом эмиттера, что сняло или отодвинуло ряд пределов, ограничивавших возможности применения статических преобразователей в цепях главного тока.

Совершенствование материалов и технологии постройки мощных электрических машин в сочетании со стремлением освободить объемы внутри корпуса судна для полезной нагрузки привело к созданию винто-рулевых колонок типов Azipod [4].

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЕДИНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

На самых крупных из современных судах гражданского назначения – круизные суда, водоизмещение которых

превосходит 100 000 т, как правило, используются системы электродвижения с ВРК и мощными подруливающими устройствами в оконечностях. [2]

Типовая схема размещения оборудования энергетической установки с BPK отображена на рис. 1.

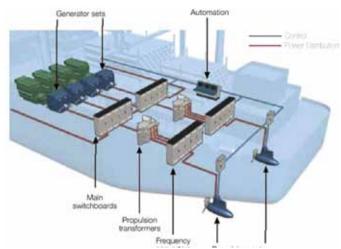


Рис. 1. Компоновка типовой ЕЭЭС судна

Накопление опыта проектирования, строительства и эксплуатации судов с ЕЭЭС привело к расширению области их применения. К проектным достоинствам конструктивных схем ЕЭЭС принято относить: уменьшение числа генераторов и обслуживающих их механизмов;

- уменьшение количества распределительных устройств;
- упрощение систем, обслуживающих первичные двигатели (масляной, воздушной, системы охлаждения);
- увеличение КПД установки;
- уменьшение численности личного состава.

Степень проявления этих достоинств не всегда поддается количественной оценке (ввиду отсутствия прототипов) и сильно различается в ЕЭЭС различных типов.

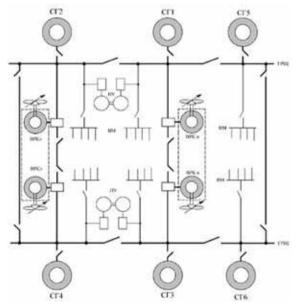


Рис. 2.Структурно-конструктивная схема единой электроэнергетической системы судна

СГ — генератор; ВРК — винторулевая колонка; ПУ — подруливающее устройство Анализ схем известных установок и опыта их эксплуатации показывает, что наряду с достоинствами, установки с ЕЭЭС имеют ряд недостатков, а именно:

- высокую степень интеграции распределительных сетей затрудняет построение эффективной защиты от коротких замыканий:
- отрицательное влияние на технико-экономические показатели системы, что вызывает необходимость решать задачу регулирования скорости гребного электродвигателя (ГЭД) при неизменных (нерегулируемых) параметрах электроэнергии.

Структура и уровень номинальных параметров ЕЭЭС зависит от размеров и водоизмещения судна.

В состав типовой конструктивной схемы ЕЭЭС входят две электростанции, каждая электростанция имеет по три источника электроэнергии (синхронные генераторы). Электростанции соединены двумя перемычками, проложенными по правому и левому борту выше линии предельного аварийного затопления. Каждая винторулевая колонка имеет два винта, приводимые в действие ГЭД переменного тока. Электродвигатели подруливающих устройств секционированные, каждый якорь может получать питание как от разных генераторов «своей» (носовой или кормовой) электростанции, так и от любого из них.

Увеличение водоизмещения судна приводит к изменениям структуры установки и повышению напряжения. Так, крупнотоннажное судно содержит генераторы на 6,6 кВ, вся мощность которых преобразуется к более низкому напряжению.

Представляют интерес комбинированные установки, сочетающие достоинства электродвижения с достоинствами дизель-редукторной установки. Мощные дизели средней быстроходности (4000 кВт) с помощью разобщительных муфт могут использоваться как для прямой передачи на винт, так и для привода главного генератора. Парциальные ходовые режимы обеспечиваются гребными электродвигателями мощностью 1800 кВт каждый, регулирование которых осуществляется с помощью высоковольтных преобразователей со звеном постоянного тока. [3]

ВЫВОДЫ

В настоящее время все большее распространение приобретают суда с полным электродвижением. При проектировании судна на начальных этапах проектного анализа необходимо обоснование выбора такого важного элемента, как тип энергетического комплекса. Учитывая, что в настоящее время методическая база по ЕЭЭС недостаточна, мы выполнили анализ обоснования выбора энергетического комплекса ЕЭЭС, рассмотрены компоновочные и структурные схемы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Башаев В.Г.* Гребная электрическая установка будущего // Морской флот. − 1999. № 6. С. 19.
- 2. *Воскобович Ю.В.* и др. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных судов. СПб.: Элмор, 2001.
- 3. *Горбунов Б.А., Савин А. С., Сержантов В.В.* Современные и перспективные гребные электрические установки судов. Л.: Судостроение, 1979. –180 с.
- Григорьев А. В., Глеклер Е. А. Перспективная судовая единая электроэнергетическая установка // Эксплуатация морского транспорта. 2008. № 3. С. 68–70.
- 5. *Сержантов В.В., Спешилов В.С.* Гребные электрические установки. Л.: Судостроение. 1970. 204 с. ■

мя Ашота Аракеловича Саркисова — талантливого ученого и организатора науки, известного общественного деятеля, военачальника, вице-адмирала, действительного члена РАН, лауреата золотой медали академика А. П. Александрова — неотделимо от военно-морского флота и Академии наук РФ.

А. А. Саркисов внес выдающийся, а по ряду направлений уникальный вклад в становление и развитие отечественной, прежде всего транспортной судовой и корабельной атомной энергетики. Он является пионером в деле создания научной и учебно-методической базы подготовки инженерных кадров советского, а затем и российского атомного подводного флота. С его именем связано успешное освоение и безаварийная эксплуатация атомных подводных лодок трех поколений.

Широкий научный кругозор, разностороннее образование, богатейший жизненный опыт, особый характер, закаленный тяжелейшими испытаниями в период Великой Отечественной войны, дар предвидения в науке позволили академику А. А. Саркисову завоевать заслуженный авторитет у друзей, сослуживцев, коллег.

Академик А. А. Саркисов создал уникальную научную школу, широко известную как в России, так и за рубежом. Под его непосредственным научным руководством подготовлено более 10 докторов и свыше 40 кандидатов наук. Среди его учеников – известные ученые, Герои Советского Союза, Социалистического Труда, Герои России, лауреаты Государственных премий, руководители ВМФ. Ясное понимание целей и задач, стоящих перед руководимыми им коллективами, авторитет в научных, военных и политических кругах, преданность своему делу, энергия и высочайшие моральные качества – отличительные особенности Ашота Аракеловича Саркисова.

Военная служба и творческая деятельность А. А. Саркисова также весьма многогранны и поучительны. Его имя у большинства отечественных ученых, кораблестроителей и офицеров ВМФ ассоциируется с созданием мощного ракетного атомного подводного флота — основы государственной безопасности государства.

Особенность академика А. А. Саркисова – в достижении высочайшей результативности своего труда, умении вовлекать коллег в задуманную им работу

Целью творческой деятельности Ашота Аракеловича, его воистину подвижнического труда было отнюдь не стремление прославиться и достичь собственного благополучия, а развитие ВМФ, отечественной науки и техноло-

ПОТОМСТВУ В ПРИМЕРК 90-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА А.А. САРКИСОВА

В. Н. Половинкин, ∂ -р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, референт генерального директора Φ ГУП «Крыловский государственный научный центр», контакт. тел. (812) 727 95 90



гий атомного подводного кораблестроения. Главной движущей силой в достижении высоких результатов являются развитые Ашотом Аракеловичем принципы постоянного, практически ежедневного, творческого диалога с ведущими специалистами ВМФ, а также тесные контакты с учеными ядерной отрасли. Лишь огромная самоотдача, безмерная трудоспособность, образцовая организованность и, самое главное увлеченность своим делом позволяют ему до настоящего времени активно работать в таком воистину беспрецедентном режиме.

Ученики и соратники Ашота Аракеловича отмечают инженерную интуицию — способность предвосхитить развитие перспективных тенденций в развитии корабельной ядерной энергетики и в целом в развитии военного кораблестроения. Работы, выполняемые по инициативе А. А. Саркисова и при его участии, всегда имели и сегодня имеют комплексный характер и завершаются масштабной практической реализацией.

Для нас, несомненно, привлекательны такие чисто человеческие качества Ашота Аракеловича, как интеллигентность, острый ум, замечательная память, искреннее желание помочь всем попавшим в беду людям, любовь и уважение к родным и близким, способность поддерживать талант, бескорыстие, отсутствие высокомерия и тщеславия, которые сочетаются с непримиримостью к проступкам, а прямота суждений — с мягким

юмором, здоровый практицизм – с редкой одухотворенностью.

А. А. Саркисов родился 30 января 1924 г. в Ташкенте. В 1931 г. поступил и в 1941 г. окончил с золотым аттестатом русскую среднюю школу, где особый интерес проявлял к изучению физики и математики. В 1941 г. А. А. Саркисов поступил в Высшее военно-морское инженерное училище им. Ф.Э. Дзержинского. В ноябре 1941 г. вместе с другими курсантами первого курса был направлен в действующую армию, где вплоть до 1945 г. участвовал во многих боевых операциях на Карельском фронте. За героизм, проявленный на полях сражения, А. А. Саркисову было присвоено офицерское звание, он был награжден многими боевыми орденами. Удивительна и чрезвычайно трудна военная судьба Ашота Аракеловича. Ему даже пришлось воевать старшиной штрафной роты батальона морской пехоты. Об этом периоде своей жизни он подробно написал в великолепной книге «Воспоминания. Встречи. Размышления. Ситуации».

В марте 1945 г. старший лейтенант А. А. Саркисов был отозван с фронта и зачислен слушателем Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф. Э. Дзержинского. В 1950 г., продемонстрировав блестящие способности, А. А. Саркисов в звании капитан-лейтенанта окончил это училище с отличием и занесением на мраморную Доску почета. Параллельно с учебой в училище в 1951 г. он экстерном с отличными результатами завершил обучение на механико-математическом факультете Ленинградского государственного университета.

С 1950 по 1954 г. он проходил службу на Балтийском флоте в должностях флагманского инженер-механика бригады, а затем и дивизии торпедных катеров.

В 1954 г. Ашот Аракелович поступает в адъюнктуру Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф.Э. Дзержинского и досрочно заканчивает ее успешной защитой кандидатской диссертации. С этого времени началась активная научная, научно-педагогическая и общественная деятельность А. А. Саркисова в системе военно-морских учебных заведений страны: в СВВМИУ, Военно-морской академии, Научно-техни-

ческом комитете ВМФ и в Российской академии наук, советником который он остается уже многие годы.

Достаточно перечислить только некоторые занимаемые им должности в названных выше организациях, чтобы представить масштаб личности и многоплановость деятельности академика А. А. Саркисова.

В 1959 г. А.А. Саркисов назначен начальником организованной по его инициативе, первой в системе военных учебных заведений кафедры ядерных реакторов и парогенераторов подводных лодок в Севастопольском высшем военно-морском инженерном училище. Здесь он проработал 12 лет. За годы руководства кафедрой он подготовил выпускников первых в нашей стране курсов по ядерноэнергетической специализации, написал первые учебники для курсантов и студентов, будущих инженеров по эксплуатации атомных энергетических установок, способствовал созданию уникальной лабораторной и научно-экспериментальной базы.

благодаря ему училище в течение короткого периода превратилось в лучшее в стране высшее военное учебное заведение, оснащенное самой передовой учебно-материальной базой. Это было самое большое по численности переменного состава и самое сбалансированное высшее образовательное учреждение ВМФ СССР, которое служило основной базой подготовки высококвалифицированных инженеров-механиков для отечественного подводного флота.

В 1972 г. А. А. Саркисову было присвоено звание контр-адмирала, а в 1978 г. – вице-адмирала. В 1983 г. членкорреспондент АН СССР А. А. Саркисов назначен заместителем начальника Военно-морской академии им. А. А. Гречко по научной работе, и вскоре в академии повысилось качество научных исследований. В тематике научных изысканий стали преобладать фундаментальные исследования. При обосновании тактических и оперативных решений ученые академии стали опираться на современные математические методы. По мнению



Севастопольское высшее военно-морское училище

Учебники и учебные пособия, разработанные А. А. Саркисовым, вскоре были признаны классическими и до настоящего времени являются востребованными в ВМФ. На этих трудах были воспитаны многие тысячи флотских инженеров-механиков атомных подводных лодок трех поколений. Они стали настольными книгами всех офицеровподводников.

В январе 1971 г. доктор технических наук, профессор капитан 1 ранга А. А. Саркисов назначен заместителем начальника Севастопольского ВВМИУ по учебной и научной работе, а в ноябре 1971 г. он заслуженно становится начальником этого же училища. Во многом

многих, это был весьма продуктивный и интересный период в академии.

Заключительный этап военной служебной деятельности А. А. Саркисова приходится на службу в Морском научном комитете. В 1985 г. вице-адмирал Ашот Аракелович Саркисов назначается на ответственную должность, связанную с координацией и определением перспективных направлений дальнейшего развития отечественного ВМФ, он становится председателем Научно-технического комитета ВМФ. Это был золотой период отечественного военного кораблестроения. Благодаря А. А. Саркисову связи ВМФ с АН СССР стали более тесными и плодотворными.

Морской научный комитет под руководством Ашота Аракеловича представляется как орган управления ВМФ, выполняющий научное обоснование формирования на флоте военнотехнической политики, организации научной работы и научно-технического руководства всеми научными исследованиями, выполняемыми в интересах ВМФ. Своей главной заслугой на этом посту А. А. Саркисов считает разработку и принятие программ кораблестроения и вооружения.

Практически вся воинская служба, да и сама жизнь А. А. Саркисова, начиная с 1957 г., была связана с активной научной, научно-педагогической и общественной деятельностью. В 1968 г. А. А. Саркисов защитил докторскую диссертацию. Спустя год ему присваивается ученое звание профессора. В 1981 г. его избирают членом-корреспондентом Академии наук СССР по специальности «энергетика» (в том числе ядерная энергетика). В 1994 г. его избирают действительным членом Академии наук СССР по специальности «энергетика».

Академик А. А. Саркисов внес большой вклад в развитие корабельной ядерной энергетики, в повышение ее живучести, надежности и безопасности. Ему принадлежит более 400 фундаментальных научных трудов, монографий и изобретений. Исследованные им аварийные режимы работы корабельных АЭУ, практические рекомендации личному составу атомных подводных лодок были изначально включены в основные руководящие документы.

Академик А. А. Саркисов - основоположник ряда новых научных направлений, связанных с динамикой ядерных энергоустановок, их маневренными качествами, надежностью, безопасностью и защитой, в основу которых положены фундаментальные исследования нейтронно-физических и теплофизических процессов в главных элементах энергоустановок. Им создана теория динамических процессов и автоматической аварийной защиты ядерных энергоустановок, разработаны методы оптимизации аварийной защиты реакторов на основе количественных показателей надежности элементов ЯЭУ в характерных для оборонной техники экстремальных условиях эксплуатации.

Именно А. А. Саркисов выполнил цикл теоретических и экспериментальных исследований по созданию принципиально нового энергоисточника — ядерного реактора с встроенными в активную зону термоэлектрическими генераторами. В его научных трудах разработаны вопросы, связанные с теплотехнической надежностью активных

зон при разгерметизации контуров, с исследованием теплогидравлических процессов в активных зонах кипящих реакторов при мощных ударных воздействиях. Им также выполнены исследования по сохранению работоспособности активных зон реакторов при прекращении циркуляции теплоносителя или рабочего тела. Эти результаты были учтены в ходе создания головной установки с кипящим реактором для ВМФ и разработки эксплуатационных инструкций для личного состава АПЛ, а также использованы при создании ядерных реакторов третьего поколения с естественной циркулянией.

Ряд результатов выполненных А. А. Саркисовым исследований по моделированию переходных и аварийных процессов является уникальным и нашел применение при создании первых в нашей стране полномасштабных тренажеров корабельных ЯЭУ. В течение нескольких лет А. А. Саркисов возглавлял разработанную им обширную программу научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области повышения боевой готовности кораблей ВМФ за счет оптимизации маневренных возможностей ЯЭУ.

Особенностью выполненных непосредственно А. А. Саркисовым и руководимых им работ является сочетание фундаментальных теоретических исследований с крупномасштабными экспериментами, на базе созданных уникальных установок и стендов, в том числе лаборатории с исследовательским реактором ИР-200. Под его научным руководством были разработаны и реализованы в судостроении в виде ГОСТ требования ВМФ к обеспечению живучести, належности и безопасности судовых АЭУ. Реализация предложений позволила повысить эксплуатационные характеристики и улучшила маневренные качества атомных энергоустановок, что способствовало существенному повышению боевой эффективности кораблей.

Одновременно с основной служебной деятельностью А. А. Саркисов постоянно ведет активную работу во многих общественных организациях, советах, научных секциях и редколлегиях научных изданий. С 1985 г. по настоящее время он - председатель Экспертного совета ВАК РФ по проблемам флота и кораблестроению, где вносит большой вклад в подготовку и аттестацию научных и научно-педагогических кадров для ВМФ и судостроительной промышленности. В течение ряда лет он являлся заместителем председателя Военно-технического совета ВМФ, председателем секции № 1 Научного

совета ГНТК по проблеме «Изучение океанов и морей и использование их ресурсов».

А. А. Саркисова четырежды (в 1995, 1997, 2002 и 2004 гг.) был организатором и сопредседателем с российской стороны международных научных конференций в формате «Россия—НАТО» по проблемам радиационной безопасности, в которых участвовали ученые и специалисты России, США, Франции, Германии, Великобритании и многих других стран, что свидетельствует о международном признании его научной деятельности.

В 1999 г. А. А. Саркисов был назначен председателем Экспертного совета крупной Международной научно-технической программы по проблеме обращения с радиоактивными отходами (ATRP). Его участие в составе делегаций, активная позиция и высокий научный авторитет мирового уровня помогают быстрее достигать необходимых российской стороне результатов. Особое значение для обеспечения экологической безопасности РФ имеют разработанные под руководством А. А. Саркисова стратегические подходы к решению проблем утилизации выведенного из эксплуатации российского атомного флота в Северо-Западном и Дальневосточном регионах, а также предложения по экологической реабилитации этих важнейших для страны регионов.

А. А. Саркисов в течение более трех десятилетий возглавляет созданную им научную школу по динамике и безопасности судовых ЯЭУ. Сотни учеников А. А. Саркисова плодотворно трудятся на кораблях и судах с этими установками, на атомных электростанциях

В настоящее время под научным руководством и при личном участии академика А. А. Саркисова продолжаются масштабные исследования по разработке планов утилизации (экологической реабилитации) выведенных из эксплуатации объектов атомного флота на Северо-Западе России.

Выступления академика А. А. Саркисова на Ассамблеях стран-доноров в Европейском банке реконструкции и развития (ЕБРР) неизменно получают высокую оценку, что способствует росту международной помощи в решении экологических проблем России и ликвидации наследия «холодной войны».

Будучи сопредседателем с российской стороны совместного научного комитета, созданного в рамках сотрудничества РАН и НАН США, академик А. А. Саркисов осуществлял руководство и лично принимал участие в выполнении актуальных науч-

ных исследований, посвященных проблемам нераспространения ядерного оружия (2004 и 2005 гг.). Эти исследования, в разработке которых приняли участие крупные американские и российские специалисты, получили высокую оценку не только со стороны международной научной общественности, но и руководства двух академий наук, а также ряда официальных структур, в том числе МАГАТЭ и соответствующих правительственных органов РФ и США.

Сегодня академик А. А. Саркисов по-прежнему находится на самых передовых рубежах развития науки, прежде всего мировой ядерной энергетики. У специалистов вызывает интерес аго точка зрения на современное состояние и перспективы развития быстрых реакторов со свинцовым теплоносителем применительно к крупномасштабной ядерной энергетике будущего, оценка перспектив использования ядерных установок с жидкометаллическим теплоносителем в интересах ВМФ.

Академик, вице-адмирал А. А. Саркисов награжден орденами Отечественной войны I и II степени, тремя орденами Красной Звезды, орденами «За службу Родине в Вооруженных силах СССР» III степени, «За заслуги перед Отечеством» IV, II степеней, орденом «Знак Почета» и орденом Почета, а также многими медалями.

Присуждение академику А. А. Саркисову в 2008 г. золотой медали РАН им. А. П. Александрова — это оценка его многолетней активной и плодотворной научной, педагогической и научно-организационной деятельности в области атомной энергетики, защиты окружающей среды и международного сотрудничества в деле нераспространения оружия массового уничтожения и безопасности.

Успешная военная служба А. А. Саркисова, его плодотворный подвижнический труд в системе высшего военно-морского образования, яркая деятельность в области фундаментальных наук, признанные успехи в сфере организации прикладных научных исследований, а также практическая реализация достижений науки при создании самых современных атомных подводных лодок и боевых надводных кораблей и, наконец, служение отечественной ядерной энергетике и обеспечению её безопасности поистине подвиг во имя процветания отечественной научной школы, во имя светлого будущего нашей Родины.

Пожелаем академику Ашоту Аракеловичу Саркисову крепкого здоровья и дальнейших творческих успетов

азработка и строительство морских платформ подразумевает создание автономных и в большой степени автоматизированных электроэнергетических систем (ЭЭС) для энергоснабжения всего устанавливаемого на платформе оборудования, включая мощные технологические буровые комплексы, средства выгрузки добываемых углеводородов, системы обеспечения работоспособности агрегатов и жизнеобеспечения персонала.

На автономных морских объектах входящие в ЭЭС электрораспределительные устройства (ЭРУ) являются не только средством коммутации токовых цепей и защит электропотребителей, а их схемы управления и блокировок — составляющей частью комплексного автоматизированного управления технологическим оборудованием и обеспечения безопасности.

ОАО «Новая ЭРА» имеет опыт поставки ЭРУ высокого и низкого напряжения для крупных морских объектов, таких как МЛСП «Приразломная», плавучий энергоблок (ПЭБ) для малых атомных электростанций, главных распределительных устройств (ГРУ) для судовых единых ЭЭС, который предлагается учесть при разработке ЭЭС платформ газоконденсатных месторождений.

Использование напряжения уровня 10 кВ требуется в связи со значительными номинальными мощностями агрегатов и большим суммарным электропотреблением. Условия северных морей исключают возможность передачи электроэнергии надводными способами, и наиболее приемлемым являются варианты автономных автоматизированных электростанций на одной платформе. В качестве примера такой электростанции можно рассмотреть ЭЭС первой в мире морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная», созданной на OAO «ПО «Севмаш» по заданию ООО «Газпром нефть шельф». Установленное на ней оборудование предназначено для круглогодичного бурения скважин на морских глубинах и одновременно для добычи нефти из нескольких подготовленных скважин. В разработке проекта этого грандиозного морского сооружения были задействованы специалисты многих ведущих предприятий российской судостроительной промышленности. ЭРУ состыкованы с генерирующими и основными технологическими агрегатами, а также комплексами обслуживающих их систем, изготовленными большим количеством специализированных предприятий всего мира.

Для автономной ЭЭС с несколькими уровнями средних и низких напряжений

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ*

М. П. Тихомиров, главный специалист, **А. А. Неёлов,** начальник сектора, ОАО «Новая ЭРА», контакт. тел. (812) 740 50 53

потребовалось разработать несколько типов средневольтных и низковольтных ячеек, а также вплотную заняться разработкой главных и вспомогательных щитов среднего напряжения 11 и 6 кВ в морском исполнении. В связи с новыми требованиями многоуровнего распределения в ЭЭС и резервного подключения щитов на любом уровне распределения изменился подход к разработке основных щитов напряжением 0,6 и 0,4 кВ, так как все средневольтные и низковольтные щиты вместе создавали связанную структуру многоуровнего надежного и безопасного распределения электроэнергии на морском объекте нефтедобычи.

Для щитов напряжением 11 и 6 кВ МЛСП «Приразломная» были выпущены четыре типа ячеек КРУ КЗ08 МР НЭ, КЗ09 МР НЭ, КЗ10 МР НЭ, КЗ11 МР НЭ. Все – с двусторонним обслуживанием и нижним расположением вакуумных выключателей на выкатных элементах и подключением кабелей сверху. Релейная защита и автоматика выполнена на микропроцессорных устройствах Siprotec фирмы Siemens.

Разработка ячейки типа КЗ11 МР НЭ с вакуумными контакторами велась с целью уменьшения габаритов щита, поэтому она имеет двухуровневую систему сборных шин, что позволило создать двухъярусный щит минимальных размеров, совмещающий две схемы главных цепей.

Для основных щитов низкого напряжения 0,4 и 0,6 кВ разработаны пять вариантов стационарных распределительных ячеек типа РС (Power Center) и пять типов выдвижных ячеек типа МСС (Motor Control Center), позволивших выполнить распределение электроэнергии и управление низковольтными потребителям во всех других зонах.

Концентрация электроэнергии источников на трехсекционном главном распределительном щите напряжением 11 кВ позволяет оперативно перераспределять значительную мощность по фидерам группы А (условно левого борта) и фидерам группы В (условно правого борта). Понижающие трансформаторы питания основных щитов другого уровня напряжения допускают временное включение на параллельную работу. В режиме максимального потребления при эксплуатации, как правило, сборные шины главного щита соединены, а все сборные шины основных шитов всех уровней напряжения разъединены и получают питание по фидеру с трансформатором от главного щита. Но при снижении потребления и при отключении выключателя фидера, подающего питание на шину секции А или В основного низковольтного щита, выполняется автоматическое переключение в схеме основного щита для питания по одному из фидеров.

Необходимость непрерывного питания большого числа технологических потребителей при переводе нагрузки и переключениях потребовали решения задач согласованного и безопасного управления схемами щитов разного уровня напряжения. Для гарантированной безопасности управления индивидуальные команды управления фидерами и выключателями на каждом щите завязаны на блокировки переключений между щитами и контролируются как в логических схемах устройств релейных защит, так и в общей логике управления автоматизированной системы управления ЭЭС.

Опыт, полученный при проведении испытаний на стенде ОАО «Новая ЭРА» со щитами для ПЭБ, изготовленными для распределенной и многократно резервированной системы электроснабжения собственных нужд напряжением

^{*} Из доклада на 11-й Международной конференции по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ RAO CIS OFFSHORE–2013.

0,4 кВ и главных распределительных устройств (ГРУ) напряжением 10 кВ для питания особо ответственных потребителей и береговых объектов, показал, что область использования средств проводных схемных решений в электроэнергетике морского объекта исчерпана. Требуется развивать не только средства централизованного цифрового управления ЭЭС, но, в первую очередь, на уровне ГРУ увязывать оперативное взаимодействие электростанции с локальными системами управления, регулирования и защиты источников электроэнергии разного уровня напряжений, в том числе с береговыми сетями напряжением 110 кВ.

Продолжением работ по совершенствованию средств автоматизированного цифрового управления ЭЭС на уровне ГРУ электростанции являются работы по автоматическому управлению и согласованному взаимодействию устройств защит главного щита напряжением 6 кВ с управляющими системами основных агрегатов на судах и кораблях с электродвижением. Повышение степени автоматизации управления на основных и переходных режимах дополняется внедрением современных средств

диагностического мониторинга для контроля состояния средневольтного оборудования. При эксплуатации мониторинг ведется непрерывно под рабочим напряжением, не требует остановки технологического оборудования и обеспечивает контроль безопасной эксплуатации по техническому состоянию, до перехода в неработоспособное.

На газоконденсатных месторождениях могут потребоваться не только платформа для технологического оборудования, но и распределенные конструктивные технологические модули добычи, объединяемые с центральной платформой подводными кабельными фидерами. Для передачи значительной мощности с центральной платформы на технологические модули добычи нужно напряжение 10 кВ, а для повышения безопасности на модулях целесообразно использовать дополнительную электростанцию. Система управления дополнительными электростанциями должна взаимодействовать с автоматизированными средствами релейной защиты и управления ЭЭС центральной платформы, в том числе для дифференциальной защиты подводных кабелей. Скорость обмена и способы передачи информации должны гарантировать надежное срабатывание защит и передачу сигналов управления при изменении режимов работы электростанций технологических модулей.

Сегодня благодаря опыту выполненных разработок и поставок средневольтных щитов класса напряжения 6 (6,3), 10 (10,5 и 11) кВ ОАО «Новая ЭРА» не только обладает опытом и технологией изготовления сертифицированных Российским Морским Регистром судоходства щитов морского исполнения на средние напряжения, но и продолжает совершенствование средств автоматизированного управления сложными автономными ЭЭС с распределенными электростанциями. В дополнение к тралиционным для ОАО «Новая ЭРА» задачам защиты и безопасного управления ЭЭС основным направлением выбраны работы по цифровому оперативному управлению и регулированию режимов работы ЭЭС для снижения нагрузки на оперативный персонал электроэнергетической службы на платформах, что обязательно потребуется для надежной эксплуатации сложного технологического оборудования на нефтегазовых месторождениях.



23 сентября 2013 г. исполнилось 75 лет со дня рождения Леонида Александровича Промыслова.

Родился он в Ленинграде в 1938 г. В 1956 г. окончил школу и в том же году поступил в Ленинградский кораблестроительный институт, который окончил в 1962 г. по специальности «инженер судовых силовых установок». Был распределен на завод им. Климова технологом в сборочный цех (п. Шувалово) по сборке вертолетных и ракетных двигателей. Через три года ушел в КБ завода, а через

К 75-ЛЕТИЮ Л.А. ПРОМЫСЛОВА

два года перевелся на Кировский завод в танковое конструкторское бюро ведущим инженером.

В 1971 г. поступил на работу в только что образованный Центральный научно-исследовательский институт судового машиностроения (на базе ЦКБ «Пролетарского завода»), где проработал до 2002 г. и получил звание заслуженного пролетарца.

В институте работал в должностях ведущего инженера; начальника сектора; начальника отдела надежности, стандартизации качества; ученого секретаря. В 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию по надежности теплообменных аппаратов на подводной лодке «Комсомолец». Имеет около 30 научно-технических трудов, в том числе 8 книг в издательстве «Судостроение» по надежности и качеству судового оборудования, включая учебник для вузов, и монографию.

С 1982 по 1988 г. работал с международными предприятиями в Бол-

гарии и ГДР по вопросам надежности судового оборудования. Вместе с И. А. Пашкевичем он открыл в 1992 г. отделение «Судостроение» в Санкт-Петербургской инженерной академии, рекомендовав туда руководителей судостроительных предприятий и генеральных конструкторов.

С 1992 г. член Санкт-Петербургского Морского Собрания. Л. А. Промыслов – заслуженный машиностроитель России. Награжден орденами и медалями Правительства России, Морского Собрания и Санкт-Петербургской инженерной академии. С 2002 г. является первым вицепрезидентом Российского и Международного научно-технического общества судостроителей им. акад. А. Н. Крылова.

Поздравляем Леонида Александровича с юбилеем и желаем ему доброго здоровья, счастья и удачи в работе на благо судостроительной отрасли России! ■

оценить качество деятельности обслуживающего персонала при использовании корабельной энергетической установки (КЭУ) можно с помощью комплексного показателя надежности деятельности личного состава $P_{\text{обш}}^{\infty}$.

Значение указанного показателя предопределяет возможность эффективного использования КЭУ, так как отражает непосредственное влияние на все основные показатели эффективности установки, отклоняя их от оптимального значения, как правило, в «худшую» сторону (если $P_{\text{обш}}^{\text{лс}}$ <1). Механизм проявления влияния деятельности обслуживающего персонала на основные показатели эффективности использования КЭУ сходный: во всех случаях при снижении величины $P_{
m obm}^{
m nc}$, чаше всего снижаются все показатели эффективности: безотказности, долговечности и т.д. Однако этот механизм имеет свои особенности при рассмотрении отдельных показателей эффективности.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ, МАНЕВРЕН-НОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КЭУ

Из анализа схем функциональной целостности следует, что обслуживающему персоналу в обеспечении безотказности установки отведена определенная роль: он выполняет, как правило, функции эргатического резерва (вмешивается в управление или регулирование параметров в случае выхода из строя определенных элементов САР) и некоторые функции, связанные с непосредственным управлением установкой (вахтенный маневрист). Поэтому безотказность КЭУ в целом как системное свойство зависит в том числе и от надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{\rm oбш}^{\rm ac}$:

$$R_{\text{\tiny KSY}} = f(P_{io6iii}^{\text{\tiny AC}}), i = \overline{1, m},$$
 (1)

где $P_{\text{общ}}^{\text{лс}}$ — текущее значение комплексного показателя надежности деятельности i-го вахтенного, из общего количества вахты m

Следовательно, количественная оценка степени влияния деятельности последнего на безотказность установки может быть выполнена с использованием выражения

$$K_{\rm B}^{\rm nc} = \frac{R_{\rm K9Y}^{\rm rek}}{R_{\rm K9Y}^{\rm opt}} \ . \tag{2}$$

где $R_{\rm K9Y}^{\rm rek}$ — текущее значение показателя безотказности КЭУ, характеризуемое принятым управленческим решением лица, принимающего решение (ЛПР) (при текущих значения комплексного показателя надежности деятельности обслуживающее персонала $P_{\rm obm}^{\rm nc} = = R_{\rm i}^{\rm rek}$); $R_{\rm K9Y}^{\rm opt}$ — оптимальное значение показателя безотказности КЭУ, характеризуемое принятым управленческим решением (ЛПР), но при условии абсолютной

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРАБЕЛЬНОЙ ЭУ

В. В. Барановский, д-р техн. наук, проф., **А. Н. Кондратенко**, канд. техн. наук, докторант, ВУНЦ ВМФ «ВМА», контакт. тел.: (812) 431 94 08, 8 911 979 2331

надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{lobim}^{\pi c}=1$; $K_{\rm B}^{\pi c}$ — коэффициент, характеризующий степень оптимальности реализации управленческого решения личным составом по критерию безотказности

Выражение (1) является математической моделью оценки влияния деятельности обслуживающего персонала на безотказность КЭУ.

Оценка влияния деятельности обслуживающего персонала на маневренность КЭУ может быть выполнена с vчетом влияния этой деятельности на безотказность установки. Дело в том, что управленческое решение по режиму использования КЭУ, определяющее маневренность (максимальную скоростью хода, которую может развить корабль при данном составе работающих механизмов), зависит от безотказности установки. Так, даже если принятое решение по режиму использования КЭУ оптимальные по критерию маневренности, но безотказность установки очень мала, то все усилия будут сведены «на нет».

Таким образом, коэффициенты, характеризующие степень оптимальности реализации управленческого решения по критерию маневренности и безотказности совпадают, т.е.

$$K_{\rm M}^{\rm nc'} = K_{\rm B}^{\rm nc} . \tag{3}$$

Оценить влияние деятельности обслуживающего персонала на долговечность КЭУ с использованием математической модели, разработанной нами, можно опосредованно, т.е. через влияние личного состава на безотказность КЭУ, приводящее к выработке оптимального решения по безотказности, но не самого лучшего по долговечности.

Безотказность – определяющая величина при назначении режимов использования установки по критерию долговечности, т.е.

$$K_{\pi} = f(R_{\text{\tiny KSV}}). \tag{4}$$

Кроме того, учитывая, что величина безотказности установки является функцией от обобщенного показателя надежности деятельности личного состава [см. (1)], количественная оценка степени влияния деятельности последнего на долговечность установки может быть выполнена с использованием выражения

на с использованием выражения
$$K_{_{\rm A}}^{_{\rm TC}} = \frac{K_{_{\rm A}}^{^{\rm Tek}}}{K_{_{\rm A}}^{^{\rm opt}}}, \tag{5}$$

где $K_{\pi}^{\text{тек}}$ – текущее значение показателя долговечности КЭУ, характеризуемое принятым управленческим решением ЛПР о составе работающих механизмов с учетом текущих значений комплексного показателя надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{
m o 6 m}^{
m p c}=P_{i}^{
m rek}$); $K_{
m p}^{
m o p t}$ – оптимальное значение показателя долговечности КЭУ, характеризуемое принятым управленческим решением ЛПР по составу работающих механизмов, но при условии абсолютной надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{\text{общ}}^{\text{лс}} = 1$, позволяющем иметь сокращенный состав работающих механизмов, не выходя при этом за рамки требований безотказности; $K_{\pi}^{\text{лс}}$ – коэффициент, характеризующий степень оптимальности реализации управленческого решения личным составом по критерию долговечности.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА НА ЖИВУЧЕСТЬ КЭУ

Обслуживающий персонал во время борьбы за живучесть (БЗЖ) должен правильно и своевременно выполнять первичные мероприятия по БЗЖ, при обнаружении аварии и реализации управленческих решений по БЗЖ. Согласно [1], время реализации управленческих решений по БЗЖ личным составом в зависимости от обстоятельств и его подготовленности может составлять от 10 до 30 мин. Поэтому количественная

оценка степени влияния деятельности обслуживающего персонала на живучесть КЭУ может быть выполнена с использованием выражения

$$K_{\mathrm{x}}^{\mathrm{nc}} = \frac{P_{\mathrm{xsy}}^{\mathrm{rex}}}{P_{\mathrm{xsy}}^{\mathrm{max}}},\tag{6}$$

где $P_{\text{кзу}}^{\text{тек}} = f\left(\tau_{\text{тек}}^{\text{лс}}\right)$ — живучесть КЭУ при текущем значении времени реализации личным составом управленческих решений по БЗЖ; $P_{\text{кзу}}^{\text{max}} = f\left(\tau_{\text{min}}^{\text{лс}}\right)$ — живучесть КЭУ при минимальном значении времени реализации личным составом управленческих решений по БЗЖ; $K_{\text{ж}}^{\text{лс}}$ — коэффициент, характеризующий степень оптимальности реализации управленческих решений личным составом по критерию живучести.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА НА БЕЗОПАСНОСТЬ КЭУ

Деятельность обслуживающего персонала оказывает определяющее влияние на величину вероятностной оценки безопасности, так как основные действия, совместная реализация которых переводит КЭУ в опасное состояние, выполняет именно личный состав. Учитывая, что деятельность последнего может быть количественно оценена с помощью обобщенного показателя надежности $P_{\text{побщ}}^{\text{побщ}}$, можно сделать вывод о том, что безопасность системы является функцией аргументами которой являются, т. е,

$$Q_{\text{KBy}} = f(P_{\text{OGIII}}^{\text{DC}}). \tag{7}$$

Поэтому количественная оценка степени влияния деятельности обслуживающего персонала на безопасность корабельной КЭУ может быть выполнена с использованием выражения

$$K_{\rm nc}^6 = \frac{Q_{\rm ksy}^{\rm min}}{Q_{\rm ksy}^{\rm rek}},$$
 (8)

где $Q_{\rm кзy}^{\rm min}$ — вероятностная оценка минимальной величины опасности при абсолютной надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{lobin}^{\rm nc}=1$; $Q_{\rm ksy}^{\rm rek}$ — вероятностная оценка величины опасности КЭУ при текущих значениях величин надежности деятельности личного состава, $P_{lobin}^{\rm nc}=P_{l}^{\rm rek}$; $K_{\rm nc}^{\rm c}$ — коэффициент, характеризующий степень реализации управленческих решений личным составом по критерию безопасности.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ТЕПЛОВУЮ ЗАМЕТНОСТЬ И АКУСТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ КОРАБЛЯ

Из опыта эксплуатации кораблей известны неоднократные случаи, когда ошибки со стороны личного состава в следствие низкой надежности деятельности не всегда приводят к сбою в рабо-

те установки или ее элементов. В ряде случаев неточности в поддержании отдельных параметров работы установки приводят к ухудшению таких показателей эффективности, как экономичность, тепловая заметность и акустическое поле корабля, хотя по внешним признакам функционирования КЭУ (устойчивая работа механизмов, поддержание требуемой скорости корабля, наличие либо отсутствие отказов) обнаружить данный факт довольно затруднительно.

Математическая модель для оценки влияния деятельности обслуживающего персонала на перечисленные показатели может быть разработана с использованием подходов, используемых в математических моделях для оценки безотказности, живучести и безопасности. С этой целью по аналогии с логико-вероятностными методами, где для записи условий работоспособного (РС) либо опасного состояния (ОС) используются соответствующие функции – ФРС или ФОС, для исследования влияния деятельности обслуживающего персонала на экономичность, тепловую заметность и акустическое поле корабля используется функция такого состояния установки, когда она функционирует недостаточно эффективно по этим критериям - (ФНФЭК.ТП.ПШ) $y(x_1, x_2, ..., x_i)$. Здесь под $x_1, x_2, ..., x_i$ подразумевается набор условий для перехода системы в подобное стояние.

Следует иметь также в виду, что функция неэффективного функционирования ФНФЭК.ТП.ПШ установки в отличие от ФОС, охватывающей область работоспособных и неработоспособных состояний установки, охватывает только область ее работоспособных состояний. Из анализа структурных схем следует, что деятельность обслуживающего персонала оказывает определяющее влияние на величину вероятностной оценки события неэффективного использования КЭУ по критериям экономичности, тепловой заметности и акустического поля корабля. Учитывая, что деятельность последнего может быть количественно оценена с помощью обобщенного показателя надежности $P_{\text{обш}}^{\text{лс}}$, следовательно, и функция, описывающая область неэффективного использования установки ФНФЭК.ТП.ПШ, является в том числе и функцией от аргументов $P_{i\text{общ}}^{\text{лс}}$, т.е.

$$\Phi H \Phi_{\text{\tiny PK,TII,IIIII}} = y(x_1, x_2, ..., x_i) =
= f(P_{\text{\tiny Lofull}}^{\text{\tiny RC}}, P_{\text{\tiny 20full}}^{\text{\tiny RC}}, ..., P_{\text{\tiny 10full}}^{\text{\tiny RC}}).$$
(9)

Таким образом, зная вероятностные характеристики аргументов технических составляющих, а также при наличии возможности определения вероятностных характеристик эргатических составляющих P_{log}^{∞} с использованием логико-вероятностного метода может быть

количественно определена вероятностная оценка наступления события, когда установка используется неэффективно по критериям безотказности, живучести и безопасности:

$$P_{H\Phi}^{K \ni Y} = f(Px_1, Px_2, ..., Px_{43}).$$
 (10)

Определение величины ущерба от нахождения КЭУ в данном состоянии (увеличение расхода топлива на милю Δb_m , снижение дальности плавания ΔS , относительное увеличение интенсивности акустического $\Delta K_{\text{пш}}$ и относительного увеличения интенсивности теплового поля $\Delta K_{\text{тп}}$) возможно с использованием обобщенного показателя надежности – коэффициента готовности [2, 3], учитывающего не только безотказность (среднее время до отказа изделия) но и его ремонтопригодность (среднее время восстановления изделия):

$$K_{\scriptscriptstyle
m T}=rac{T}{T+T_{\scriptscriptstyle
m B}}$$
 (11) где $T-$ среднее время между отказами

где T — среднее время между отказами изделия, определяется как интегральная характеристика его безотказности:

$$T = \int_{-\infty}^{\infty} R(t)dt, \qquad (12)$$

где $T_{\rm B}$ – среднее время восстановления изделия; R(t) – функции надежности [2,7].

Учитывая, что коэффициент готовности имеет вероятностный смысл, т.е отражает вероятность застать изделие в работоспособном состоянии, а обратная ему величина — коэффициент неготовности, $K_{\rm HI} = 1 - K_{\rm r}$ — вероятность застать изделие в неработоспособном состоянии на интересующем промежутке времени, мы имеем право применять логико-вероятностные методы для вычисления $K_{\rm r}$ или $K_{\rm rr}$.

Кроме вероятностной трактовки коэффициента готовности (неготовности) имеется еще и физическая — как доля времени исследуемого временного промежутка, в течение которого изделие (система) находится в работоспособном (неработоспособном) состоянии. Сопоставив каждую составляющую $K_{\rm nri}$ математического ожидания величины ущерба от нахождения системы в данном состоянии, т.е. $M(\Delta b_m)$, $M(\Delta S_i)$, $M(\Delta K_{\rm nui})$, $M(\Delta K_{\rm nui})$, и просуммировав составляющие

$$M(\Delta b_{m}) = \sum_{i=1}^{n} (M(\Delta b_{mi}) K_{H\Gamma i}), i=1, n,$$

$$M(\Delta S) = \sum_{i=1}^{n} (M(\Delta S_{i}) K_{H\Gamma i}), i=1, n,$$

$$M(\Delta K_{\Pi III}) = \sum_{i=1}^{n} (M(\Delta b K_{\Pi III i}) K_{H\Gamma i}), i=1, n,$$

$$M(\Delta K_{\Pi II}) = \sum_{i=1}^{n} (M(\Delta b K_{\Pi III i}) K_{H\Gamma i}), i=1, n$$

$$M(\Delta K_{\Pi II}) = \sum_{i=1}^{n} (M(\Delta K_{\Pi II}) K_{H\Gamma i}), i=1, n$$
(13)

мы получим математические ожидания величин ущербов от нахождения КЭУ в состоянии неэффективного функционирования.

Математические ожидания величин ущерба $M(\Delta b_m)$, $M(\Delta S_i)$, $M(\Delta K_{\text{nuni}})$,

Основываясь на изложенных выше рассуждениях, количественную оценку степени влияния деятельности обслуживающего персонала на экономичность, акустическое поле и тепловую заметность ЭУ можно получить по выражениям

$$K_{\text{nc}}^{\text{sk}} = \frac{b_{\text{M}}^{\text{min}}}{b_{\text{rek}}^{\text{rek}}} ; \qquad (14)$$

$$K_{\rm nc}^{\rm sk} = \frac{S^{\rm Tek}}{S^{\rm max}} \; ; \tag{15}$$

$$K_{\text{nc}}^{\text{nui}} = \frac{K_{\text{nui}}^{\text{min}}}{K_{\text{res}}^{\text{res}}} ; \qquad (16)$$

$$K_{\text{nc}}^{\text{TII}} = \frac{K_{\text{TII}}^{\text{min}}}{K^{\text{Tek}}}, \qquad (17)$$

где $b_{_{\mathrm{M}}}^{\mathrm{min}}$, S^{max} , $K_{\mathrm{nu}}^{\mathrm{min}}$, $K_{_{\mathrm{TR}}}^{\mathrm{тек}}$ — количественная оценка величин расхода топлива на милю, дальности плавания корабля, коэффициентов акустического и теплового поля КЭУ соответственно, при абсолютной надежности деятельности обслуживающего персонала $P_{ioбiii}^{nc} = 1; b_{ii}^{rek}, S^{rek}, K_{niii}^{rek}, K_{nii}^{rek}$ количественная оценка величин хода топлива на милю, дальности плавания корабля, коэффициентов акустического и теплового поля КЭУ соответственно, при текущих знаниях величин надежности деятельности л/с, $P_{\text{общ}}^{\text{лс}} = P_i^{\text{тек}}$; $K_{\text{лс}}^6$ – коэффициент, характеризующий степень реализации управленческих решений личным составом по критериям экономичности, тепловой заметности и акустического поля корабля.

ЛИТЕРАТУРА

- Кофман Л.И. Временные характеристики действий экипажа при борьбе с корабельными пожарами. – Темат. сб. материалов конфер. ВМФ, посвященной 100-летию развития науки «живучесть» корабля. – СПб.: Изд. ВМА, 1994.
- Петий И.И. Теоретические основы и методы повышения эффективности использования котлотурбинных энергетических установок НК ВМФ. –Дисс. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. Л.: Изд. ВМА. 1990.
- Петий И.И. Повышение экономичности корабельных котлотурбинных энергетических установок в процессе их эксплуатации. –Дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Л.: Изд. ВМА, 1985. ■ Рецензенты:

Л.С. Венцюлис, ∂ -р техн. наук, проф.,

Г.С. Ясаков, ∂ -р техн. наук, проф.

выбор режима заземления нейтрали в высоковольтных сетях единых электроэнергетических систем — исключительно важный вопрос, возникающий при проектировании и эксплуатации кораблей и судов. Накопленный сегодня опыт не позволяет сделать надлежащий выбор в пользу того или иного режима заземления нейтрали в корабельных условиях в соответствии с ограничениями, действующими для каждого типа сети.

Для высоковольтных корабельных электроэнергетических систем (ЭЭС) возможно применение тех же режимов нейтрали, что и для береговых ЭЭС. В настоящий момент в мировой практике защиты ЭЭС приняты три основных режима заземления нейтрали, которые различаются в зависимости от типа (емкость, сопротивление, индуктивность) и значения (от нуля до бесконечности) полного сопротивления, которое устанавливается между нейтралью и землей. В частности, предлагаются и внедряются в практику следующие режимы нейтрали: изолированная, компенсированная и глухозаземленная.

Режим нейтрали в высоковольтной корабельной сети влияет на значительное число технических решений, которые реализуются в конкретной сети. Использование того или иного режима заземления нейтрали определяет ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании, схему построения защиты от замыканий на землю, уровень изоляции электрооборудования, бесперебойность электропитания, безопасность личного состава и электрооборудования при однофазных замыканиях.

При определении критериев выбора учитываются технологические условия

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА РЕЖИМА ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ ЕДИНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Г. С. Ясаков, д-р техн. наук, проф.,

Д. Б. Яковлев, адъюнкт, капитан 2 ранга, ВУНЦ ВМФ «ВМА», контакт. тел.: 8 951 649 85 53, (812) 431 94 35

(функции сети, наличие перенапряжения, тока повреждения и т.д.), условия эксплуатации (бесперебойность работы, техническое обслуживание), обеспечение безопасности, экономические факторы (инвестиционные затраты, эксплуатационные расходы), местная или национальная специфика.

Трудность выбора, определяется противоречием между двумя важными задачами технического характера:

снижением уровня перенапряжений, так как слишком мощные перенапряжения вызывают диэлектрический пробой электроизоляционных материалов, в результате чего возникают короткие замыкания. Перенапряжения возникают по разным причинам: внутренние перенапряжения в сетях, вызванные коммутационными операциями и какими-либо критическими состояниями (например, резонанс); перенапряжения, возникшие в результате замыкания

на землю как такового и в связи с устранением этого замыкания;

снижением тока замыкания на землю. Слишком большой ток вызывает ряд последствий: повреждения,
вызываемые дугой в точке замыкания, в частности, плавление магнитопроводов вращающихся машин;
воздействие на теплостойкость оплеток кабелей; влияние на размеры
и стоимость сопротивления заземления; индукция в соседних коммуникационных цепях; опасность для
личного состава в связи с повышением потенциала массы.

К сожалению, оптимизация одного из этих показателей автоматически приводит к ухудшению другого. Зарубежные классификационные общества не делают существенных ограничений по режиму нейтрали для корабельных ЭЭС низкого и высокого напряжения. Наиболее жесткие требования только у Российского Морского Регистра судоходства (РМРС).

Для высоковольтных корабельных электроэнергетических систем, согласно требованиям Правил РМРС, полное сопротивление нейтрали должно быть таким, чтобы величина тока однофазного замыкания оказалась не менее трехкратной величины тока, необходимого для срабатывания каждой из применяемых защит от однофазных коротких замыканий.

При сравнительной оценке преимуществ и недостатков различных режимов нейтрали учитываются следующие обстоятельства, имеющие значение при однофазных замыканиях в сети:

- кратность перенапряжений на поврежденных фазах;
- ограничение перенапряжений на неповрежденных фазах;
- значение токов однофазных замыканий;
- вероятность перехода однофазных замыканий в двухфазные замыкания;
- вероятность феррорезонансных явлений и возможность предотвращения дуговых однофазных замыканий;
- возникновение резонансных явлений в нормальном режиме;
- бесперебойное снабжение потребителей.

Анализ решений по выбору режима нейтрали на современных судах с высоковольтными корабельными энергетическими системами (КЭС) позволяет сделать общий вывод: при выборе ре-

жима нейтрали вопросам электробезопасности не отдается предпочтение перед другими соображениями, в частности конструктивного и экономического характера, связанным с надежностью и безотказностью работы электрооборудования. Например, на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» только путем изменения величины сопротивления нейтрали и уставок защиты от однофазных коротких замыканий стало возможным во много раз уменьшить величину тока однофазного короткого замыкания, протекающего через тело человека при случайном прикосновении, и время его воздействия. Однако эти величины были сознательно завышены, вероятно, с целью повышения надежности срабатывания защиты от однофазных коротких замыканий и исключения ложных срабатываний под влиянием различного рода помех. В известной степени это относится и к буровым судам типа «Валентин Шашин». Можно предположить, что при проектировании указанных судов задача повышения уровня электробезопасности была возложена только на электробезопасное конструктивное исполнение корабельного электрооборудования и его правильную эксплуатацию. В то же время видно, что в случае обоснованной необходимости существует возможность повышения электробезопасности высоковольтной КЭС за счет правильного выбора режима нейтрали и защиты от однофазных коротких замыканий.

Таким образом, выбор режима заземления нейтрали — исключительно важный вопрос, влияющий на проектирование сети. Опыт создания ЕЭЭС высокого напряжения для боевых кораблей в нашей стране отсутствует. Подобные проблемы пока не находят упоминания в научной литературе по этой теме.

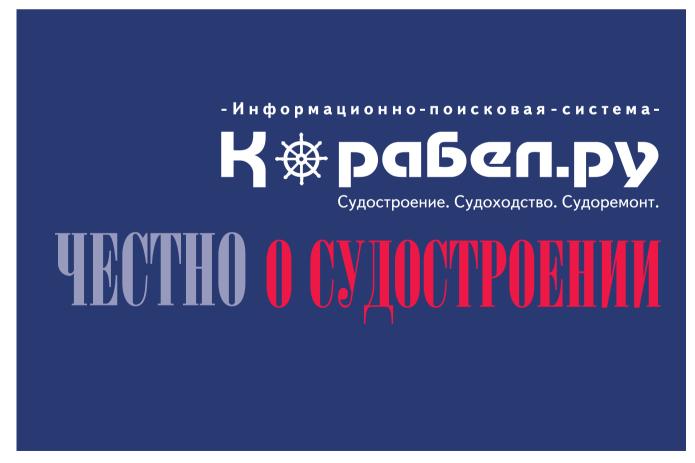
От выбора режима заземления нейтрали зависят уровень аварийности в сети, правильная работа защит от замыканий на землю, автоматизация поиска поврежденного фидера и последствия от возникновения однофазных замыканий на землю.

Применение в высоковольтных корабельных ЭЭС современного оборудования заземления нейтрали (дугогасящих реакторов с шунтирующими низковольтными резисторами и высоковольтных резисторов заземления нейтрали) позволяет существенно повысить надежность работы сетей, автоматизировать процесс поиска поврежденного фидера и снизить аварийность при однофазных замыканиях на землю.

Рецензенты:

В. В. Барановский, д-р техн. наук, проф., энергетических установок (неядерных) ВУНЦ ВМФ «ВМА»,

Я. С. Венцюлис, д-р техн. наук, проф., главный Научный сотрудник научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН.



нтегрированная мостиковая система (ИМС) предназначена для повышения качества и эффективности управления судном. Внедрение ИМС позволяет сократить состав экипажа, объем электронной аппаратуры на ходовом мостике, а значит, и количество ее поставщиков, а также резко повысить надежность управления судном и ускорить его окупаемость.

Работы над интеграцией функций управления и контроля технических средств, радиотехнического и навигационного оборудования судов велись с середины 60-х гг. прошлого века. Это было обусловлено, в первую очередь, интенсивным ростом количества новых образцов технических средств, поставляемых на суда, что было сопряжено со значительным увеличением нагрузки на персонал. Кроме того, возросшие скорости судов и интенсивность судоходства резко уменьшили время, отводимое на принятие решения. В результате необходимо было либо увеличивать количество персонала, либо интегрировать множество пультов управления техническими средствами в единый пульт.

На ранних этапах проектирование интегрированных пультов управления для технических средств различного назначения (навигация, связь, общекорабельные системы и т. д.) осуществлялось по принципу размещения в едином пульте дистанционного управления выносных приборов и устройств, устанавливаемых в ходовой рубке и обеспечивающих управление судном. Однотипные технические средства управлялись посредством их коммутации. Секции и приборы изготавливались в унифицированных корпусах. Пульты в таком исполнении обладали одним существенным недостатком - низкой модернизационной способностью. При замене даже одного централизованно управляемого технического средства на однотипное новое требовалась значительная доработка всего изделия.

С середины 70-х гг. начались работы по созданию интегрированных пультов управления на базе вычислительной техники. На указанном этапе данные системы можно было классифицировать как интегрированные пульты управления, поскольку все они отвечали за выполнение своих, строго ограниченных по назначению функций. В этих системах обеспечивались: автоматизация основных задач навигации и управления движением судна, включая счисление и прокладку пути; определение географических и маршрутных координат по данным радионавигационных систем, радиолокационных и астрономических измерений; определение параметров движения встречных судов, оценка опасности сближения судов и

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МОСТИКОВЫХ СИСТЕМ

С.С. Коротков, канд. техн. наук, инженер 1-й категории, **А.М. Тихоненко**, главный инженер, ОАО «НПФ «Меридиан», контакт. тел. (812) 602 0352

выработка рекомендаций по безопасному расхождению; регистрация навигационной информации. Также обеспечивался режим автоматизированных расчетов планирования и контроля грузовых операций, расчет прочностных и мореходных характеристик судна для различных вариантов загрузки. Примером таких систем могут служить комплекты секций и приборов пультов судовождения - изделие «Лагуна» для сухогрузов пр. 19610 и пр. 19611 («Волга»), построенных ОАО «Завод «Красное Сормово», при разработке которых был создан новый конструктив пульта, использована единая элементная база, а также расширена номенклатура секций.

Дальнейшим этапом развития ИМС стало использование секций на базе автоматизированного рабочего места и приборов сопряжения с различными техническими средствами судна. К этому времени системы электронных карт, системы автоматической радиолокационной прокладки радиолокационных комплексов перешли на обработку, отображение и выдачу информации на основе компьютерных технологий, что привело к распространению локальных сетей на весь мостик. При этом индикаторы РЛС и электронных карт оказались ядром, на базе которого и принимались решения по системной интеграции.

Среди отечественных компаний, разрабатывающих электронное обору-

дование для кораблей и судов, особое место занимает ОАО «НПФ «Меридиан» (Санкт-Петербург), входящее в ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат». Высокий научно-технический потенциал предприятия и внедрение наукоемких инновационных технологий позволяют создавать конкурентоспособную продукцию, востребованную как на отечественном, так и на международном рынках, судового оборудования.

С 1965 г. фирмой «Меридиан» разработано три поколения пультов судовождения, которые были установлены на многих кораблях и судах, построенных на отечественных верфях. Ряд разработанных на предприятии секций пультов судовождения установлены на судах, строившихся на экспорт. Всего разработано 40 типов секций первого поколения, 17 типов секций второго поколения и 10 типов секций третьего поколения.

В 2004—2005 гг. предприятием изготовлены интегрированный пульт управления судном специального назначения «Россия», а также комплект модернизированных секций и приборов пультов судовождения для атомного ледокола «50 лет Победы». ИМС представляли в этом случае комплекс пультов в едином дизайнерском решении. Технические средства и системы при этом сопрягались как по стандартным протоколам, так и по специализированным каналам и локальным сетям.



Рис. 1. ИМС для СПК «Комета-120М» на выставке

В настоящее время ОАО «НПФ «Меридиан» работает над созданием интегрированных пультов судовождения с использованием современной элементной базы и вычислительной техники, обеспечивающих решение всех функциональных задач, требуемых нормативными документами, с возможностью управления судном одним судоводителем. Одним из направлений таких работ является проектирование и постройка ИМС для высокоскоростного морского пассажирского судна нового поколения на подводных крыльях (СПК) «Комета-120М», проект которого разработан ОАО «Центральное конструкторское бюро по судам на подводных крыльях имени Р.Е. Алексеева».

На ИМС для СПК реализуются новейшие технологии эргономики и дизайна для средств управления судном. В единый комплекс объединены интегрированная навигационная система, средства дистанционного управления судном и энергетической установкой, управление вспомогательным оборудованием и средствами борьбы за живучесть, аппаратуру внешней и внутрикорабельной радиосвязи. Применение такой ИМС позволяет не только успешно справиться с задачами, которые ранее выполнялись с помощью отдельных технических средств, но и обеспечить более оперативное и оптимальное решение «пограничных» задач на стыке нескольких, ранее разделенных систем.

ИМС для СПК «Комета-120М» содержит два автоматизированных рабочих места операторов (судоводитель и инженер-механик) включающих четыре многофункциональных дисплея.

В состав ИМС входят:

 РЛС с непосредственным подключением к многофункциональным дисплеям;

- электронная картографическая навигационно-информационная система;
- система автоматизированного управления движения судном, включающая систему управления положением и движением (по курсу или траектории) судна, систему управления закрылками подводных крыльев и стабилизации судна;
- дистанционное автоматическое управления главной энергетической установкой:
- средства внешней и внутренней судовой связи, в том числе радиосвязь, безбатарейная телефония, а также громкоговорящая трансляции;
- управления и сигнализация СТС (судовыми техническими средствами), пожарной сигнализация, системы видеонаблюдения и охранной сигнализации;
- регистратор данных о рейсе;
- автоматическая идентификационная система.

К важнейшим и основополагающим задачам, решение которых возлагается на данную модель ИМС судна, можно отнести:

- сбор, обработку, анализ и наглядное отображение всех видов обстановки, полученной от внешних и внутренних источников информации;
- автоматизированное и ручное управление судном в море с использованием средств наблюдения за обстановкой:
- подготовку, контроль и управление главной и вспомогательной энергетическими установками судна;
- контроль и управление судовыми техническими средствами;
- обеспечение внутрисудовой и внешней связи, требующей решения задач безопасного судовождения;
- обеспечения безопасности (контроль

и действия в аварийных ситуациях);

– управления средствами борьбы за живучесть — системами осущения, пожаротушения, обеспечения хода и т.д.

Отличительной особенностью ИМС для СПК «Комета-120М» является высокая насыщенность радиоэлектронным оборудованием при малых массогабаритных показателях ИМС, что обусловлено компактными размерами ходового мостика. В конструкции ИМС использованы такие материалы, как металл, стекло, углепластик и пластмассы, не выделяющие биологически вредных веществ и обладающие взрывобезопасностью и пожаростойкостью.

Разработанная ОАО «НПФ «Меридиан» аппаратно-программная платформа с изменяемой модульной архитектурой пульта, обладая максимальной гибкостью в части состава, размещения и комплексирования оборудования, ориентирована на оптимизацию управления судном. Однако технологии, использованные при создании ИМС, подразумевают ее применение как продукции двойного назначения для гражданских судов и военных кораблей.

Таким образом, интегрированная мостиковая система может быть рекомендована в качестве средства автоматизации, ориентированного на интеграцию в рамках всего корабля, что позволит существенно повысить его эксплуатационные свойства и эффективность боевого использования. Такая интегрированная система управления техническими средствами корабля способна обеспечить объединение информационных ресурсов оснащения ходового мостика и поста энергетики и живучести для координированного управления выполнением боевой задачи, повседневной эксплуатации, тренировок и обучения экипажа.



Рис. 2. Общий вид ИМС для СПК «Комета-120М»

3 по 7 июля 2013 г. в выставочном комплексе «Ленэкспо» прошел шестой Международный военно-морской салон. В нем приняли участие 457 компаний из 31 страны.

Одно из центральных мест в российском павильоне традиционно занял стенд ОАО «Концерн «НПО «Аврора», которое участвует в Салоне уже в шестой раз.

В этом году вниманию посетителей стенда был представлен ряд инновационных проектов, а именно: интегрированная автоматизированная информационно-управляющая система «Лама-

И», автоматизированное рабочее место командира корабля, унифицированные пультовые секции, системы управления и другие экспонаты.

Концерн «НПО «Аврора» на протяжении многих лет является ведущим разработчиком автоматизированных систем управления подводными лодками. Объединив свой научный потенциал с потенциалом лидеров в области создания систем управления оружием, радиолокационных, гидроакустических комплексов — концернами «Гранит-Электрон» и «Океанприбор» — была разработана интегрированная автоматизированная информационно-управляющая система (ИАИУС) «Лама-И».

Эта система предназначена для автоматизации перспективных неатомных подводных лодок, она обеспечивает автоматизированный сбор, обработку и наглядное представление информации об окружающей обстановке, выработку и отображение исходных данных для оценки и прогнозирования обстановки и принятия решений по управлению подводной лодкой (ПЛ) и использованию вооружения, информационную поддержку командира ПЛ, управление торпедными аппаратами и телеуправляемыми торпедами, выработку автоматизированного ввода данных в торпедное и ракетное оружие и выполнение выстрела (залпа) из торпедных аппаратов.



Интегрированная автоматизированная информационно-управляющая система «Лама-И»

Интегрированная автоматизированная информационноуправляющая система осуществляет сбор, комплексную обработку и отображение информации о внешней обстановке по данным, получаемым от навигационного комплекса, гидроакустического комплекса, радиолокационного комплекса и универсального перископного комплекса. Кроме того, она объединяет данные системы единым временем и обеспечивает обмен информацией посредством общекорабельной системы обмена данными.

ИТОГИ УЧАСТИЯ ОАО «КОНЦЕРН «НПО «АВРОРА» В МЕЖДУНАРОДНОМ ВОЕННО-МОРСКОМ САЛОНЕ

В.В. Антипов, д-р техн. наук, проф., зам. директора по развитию и маркетингу, А.С. Баранникова, специалист 1-й категории службы развития, технико-экономического анализа и маркетинга, ОАО «Концерн «НПО «Аврора», контакт. тел. (812) 702 59 46

> «Лама-И» централизованно предоставляет картографическую информацию, реализует функции карт-сервера с возможностью корректировки набора карт и их содержимого, осушествляет централизованное управление питанием элементов системы, позволяет определять координаты и параметры движения целей и обеспечивает ведение таблицы обстановки. Система анализирует гидроакустические условия и определяет дальность действия гидроакустического комплекса. Кроме того, «Лама-И» вырабатывает рекомендации по оптимальным глубинам погружения ПЛ при решении различных тактических задач (поиск, уклонение от обнаружения), по боевому и тактическому маневрированию для обеспечения безопасности плавания, оптимизации тактического маневрирования и применения оружия. «Лама-И» выполняет расчеты и вырабатывает рекомендации по применению оружия, управлению стрельбой торпедным оружием (в том числе телеуправления). Система управляет подготовкой к стрельбе торпедными аппаратами, выдает данные целеуказания и управляет стрельбой ракетами. Кроме того, система может использоваться для тренировок операторов при нахождении корабля в море и в базе. «Лама-И» документирует результаты решения задач, осуществляет контроль и диагностику своего состояния и регистрирует эти данные для последующего анализа.

> Автоматизированное рабочее место командира (АРМ-**К)** предназначено для наглядного отображения информации, циркулирующей в ИАИУС «Лама-И», а также информации, необходимой для принятия управленческих решений. Оно представляет собой комфортабельное кресло (с возможностью регулировки по высоте, установки положения сидения в горизонтальной плоскости, изменения угла наклона спинки, а также регулирования поясничного подпора и подголовника). Кресло имеет блок отображения информации, который закреплен стационарно на амортизированной опоре и имеет сенсорный дисплей для контроля и управления данными. Возможные ударные воздействия снижаются до безопасной для человека величины специальным встроенным амортизатором, размещенным в основании кресла. Блок отображения информации также имеет собственный амортизатор для снижения возможных ударных нагрузок в вертикальной плоскости. Компактные размеры блока отображения информации позволяют командиру контролировать работу расчета операторов и ситуации в главном командном посту (ГКП). В один из подлокотников кресла АРМ-К встроен шаровой манипулятор, остальные же органы управления расположены на лицевой панели блока отображения информации. На блоке также закреплен столик для ведения записей, который может складываться в нерабочее положение.

> Кроме того, в экспозиции был представлен **индивидуаль- ный прибор командира (ИПК).** Это устройство обеспечивает командира всей необходимой информацией о состоянии ПЛ, тактической обстановке при нахождении его вне ГКП. ИПК выполнен на базе защищенного планшетного компьютера и имеет интуитивный интерфейс, ориентированный на сен-

сорное управление. Прибор оснащен каналом беспроводной связи, удовлетворяющим требованиям СЗИ, для получения необходимой информации, имеет сенсорный датчик идентификации отпечатков пальцев командира ПЛ и обеспечивает индивидуальную настройку рабочего поля с последующим ее запоминанием.

В экспозиции был также представлен корабельный «черный ящик» «Буревестник», получивший название «системы мониторинга повышенной стойкости», предназначенной для сохранения информации о работе систем и механизмов, передачи по спутниковому каналу «сообщений» о нештатных ситуациях с кораблем.

Эта система в автоматическом режиме выдает мониторинг и регистрацию состояния объектов, систем и комплексов корабля с установленной периодичностью, в том числе и после наступления нештатного события, с сохранением результатов мониторинга на собственных энергонезависимых запоминающих устройствах, размещаемых во всплывающем буе.



Унифицированные пультовые секции на стенде OAO «Концерн «НПО «Аврора»

Большой интерес посетителей стенда ОАО «Концерн «НПО «Аврора» также вызвали *унифицированные пультовые сек- щи*. Особенность этих секций заключается в том, что они позволяют формировать любую конфигурацию интегрированной мостиковой системы. Секции имеют единый конструктив и базируются на едином принципе расположения органов управления, индикации и сигнализации. Модульное построение программного обеспечения и аппаратной части унифицированных пультовых секций позволяет наращивать или сокращать функциональные возможности, приборный состав и комплект встраиваемой аппаратуры при формировании интегрированной мостиковой системы (ИМС) до любого уровня.

Унифицированные пультовые секции обеспечивают управление кораблем (судном) по курсу и скорости, тактическое маневрирование и навигационную безопасность плавания; сбор и отображение информации, поступающей от установленных на корабле (судне) комплексов и систем; контроль и управление отдельными специальными и техническими средствами корабля (судна), а также взаимодействуют в сетях связи, в том числе Глобальной морской системе связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ), спутниковой связи Inmarsat и прием информации NAVTEX. Разработанные OAO «Концерн НПО «Аврора» секции позволяют формировать облик интегрированной мостиковой системы для различных типов боевых кораблей и вспомогательных судов, в том числе для кораблей класса «фрегат» и «крейсер», малых скоростных кораблей и судов и катеров, а также для танкеров, плавучих кранов и.т.п.

Особое место в экспозиции концерна на шестом Международном военно-морском салоне занял макет учебного центра для подготовки боевых расчетов и экипажей подводных лодок пр. 636, построенного в г. Камрань (Вьетнам). Он предназначен для подготовки боевых расчетов и экипа-

жей ПЛ к ведению боевых действий, обеспечению безопасности плавания, ведению борьбы за живучесть, проведения легководолазной и спасательной подготовки подводников. Учебно-материальная база размещается в двух зданиях. В одном из них находится комплексный тренажер, а в другом — учебно-тренировочный комплекс по борьбе за живучесть, легководолазной и спасательной подготовке.

В состав комплексного тренажера входят: центральный пост руководства обучением; модуль тактико-специального тренажерного комплекса – комплект мест обучения на основе имитаторов реальных пультов и местных постов управления, размещенных на качающейся платформе (для подготовки расчетов главного командного пункта и корабельных боевых расчетов) и модуль управления и навигации – макет рубки ПЛ с системой визуализации реальных районов плавания, предназначенный для подготовки командиров ПЛ и вахтенных офицеров по управлению маневрированием ПЛ в надводном положении. Кроме того, комплексный тренажер включает в себя модуль подготовки по борьбе за живучесть. отвечающий за подготовку командиров отсеков, вахтенных отсеков и личного состава электромеханической боевой части, а также специализированные тренажеры для подготовки личного состава радиотехнической службы, штурманской и минно-торпедной боевых частей в состав.

Для подготовки командиров кораблей и офицеров штабов по вопросам ведения боевых действий и взаимодействия с разнородными силами флота в состав комплексного тренажера включен тактический модуль. Помимо этого, тренажер укомплектован стендами по обслуживанию технических средств электромеханической части и учебными компьютерными классами с обучающими программами.

В состав учебно-тренировочного комплекса по борьбе за живучесть, легководолазной и спасательной подготовке входят полигоны по борьбе с водой, пожарами и «Дымовой лабиринт», а также бассейны для легководолазной подготовки и подводных судоремонтных работ.

Учебный центр располагает комплектом учебно-методической документации, регламентирующей содержание, организацию учебного процесса и организацию использования учебно-материальной базы.



Директор OAO «Концерн «НПО «Аврора» К.Ю. Шилов знакомит делегацию под руководством зам. Председателя Правительства РФ Д.О. Рогозина с разработками предприятия

О последних разработках концерна «Аврора» его генеральный директор К.Ю. Шилов рассказал делегации под руководством заместителя Председателя Правительства РФ Д.О. Рогозина. Гости посетили стенд предприятия в день официального открытия Международного военно-морского салона. Экспонаты также вызвали интерес у многочисленных посетителей стенда — представителей иностранных делегаций и российских компаний.

Высокий уровень выставочных образцов ОАО «Концерн «НПО «Аврора» был отмечен наградами «За лучший экспонат» и «За лучшую экспозицию» оргкомитета Салона.

ачало автоматизации судов можно отнести к эпохе перехода от парусного к паровому флоту, и с той поры все больше функций контроля и управления осуществляют приборы. Это было связано как с общим направлением технического прогресса, так и со стремлением обеспечить безопасность мореплавания, снизить эксплуатационные расходы, улучшить условия работы экипажа. Постепенно происходил переход от автоматизации отдельных процессов к созданию комплексных систем автоматизации, поскольку на современных судах количество устройств, требующих контроля, насчитывает несколько сотен.

В ЗАО «Морские навигационные системы» отдел автоматизации был создан с самого основания компании в 1991 г. За прошедшие годы был накоплен большой опыт в разработке систем автоматического управления оборудованием морских и речных судов, а также боевых кораблей.

В данной статье рассмотрим новые подходы к проектированию системы аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) на примере системы «Мапаger 301М» для танкера пр. 52 (рис. 1).

СОСТАВ СИСТЕМЫ

Оборудование, расположенное в рулевой рубке, каютах и общественных помешениях:

- цветная графическая панель 5.7" для отображения информации о состоянии оборудования в форме видеокадров, графиков и специальных страниц АПС:
- цветные графические панели АПС 3.5" в каютах механиков и общественных помещениях для вывода аварийных сообщений;
- коммутатор резервированной сети Ethernet, обеспечивает переключение на резервную сеть;
- концентратор Ethernet (HUB) для связи компонентов системы;
- цветные графические индикаторные панели 3.5"системы индикации частоты вращения ГД и линии вала в виде цифрового или стрелочного прибора;
- панель приема топлива (степень защиты не ниже IP66), располагается в постах приема топлива и сигнализирует о достижении верхнего уровня в цистернах.

Оборудование в помещении ГРЩ, МО или ЦПУ:

- цветная графическая панель 10.4" отображает информацию о состоянии оборудования;
- шкаф АПС для размещения модулей и компонентов системы;
- блок бесперебойного питания;
- светосигнальная колонка с двумя проблесковыми огнями (красный, желтый) и двухтональной сиреной;

НОВАЯ СИСТЕМА СУДОВОЙ АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ «MANAGER 301M»

Е.В. Пименов, зам. начальника отдела 3AO «Морские навигационные системы», контакт. тел. +7 921 938 1963

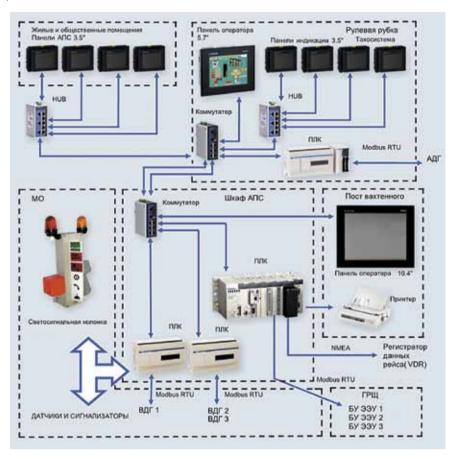


Рис. 1. Структурная схема системы «Manager 301М»

– матричный принтер.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

- аварийно-предупредительная сигнализация и индикация параметров технических средств (главные двигатели, вспомогательные дизель-генераторы, аварийные дизель-генераторы, главные распределительные щиты и др.);
- прием и индикация параметров от аналоговых датчиков;
- расчет среднего значения температуры выхлопных газов по цилиндрам и выдача сигнала при отклонении;
- прием и индикация параметров вспомогательного дизель-генератора (ВДГ), аварийного дизель-генератора (АДГ), ГРЩ, системы измерения уровней и других по протоколу Modbus RTU;
- выдача информации в соответствии с рекомендациями IACS в регистратор

- данных рейса (VDR) по протоколу NMEA;
- индикация частоты вращения линии вала и ГЛ:
- выдача сигнала управления на снижение частоты вращения ГД при выходе значений параметров за пределы заданного диапазона;
- регистрация аварийных и неаварийных событий в панелях АПС и на бумажном носителе (принтере);
- обобщенная АПС и аварийный вызов механиков;
- контроль дееспособности вахтенного механика в машинном отделении.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

С целью повышения надежности программного обеспечения, сокращения трудоемкости разработки, пусконаладки и сопровождения проектов специалисты компании создали набор типовых алгоритмов и базу данных проекта.

В настоящий момент реализованы и проверены более 15 типовых каналов (алгоритмов). Такой подход позволяет разрабатывать новые проекты на базе набора готовых типовых алгоритмов, что исключает при этом трудоемкую отладку и проверку. Каждому типовому каналу соответствует набор параметров, таких как задержка, блокировка и др.

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проект начинается с формирования базы данных на основании перечня параметров, утвержденных заказчиком. Каждому каналу в базе данных присваивается уникальный номер.

Кроме данных из перечня параметров, разработчик системы «привязывает» входные сигналы к физическим входам и определяет взаимодействие каналов. Например, создает группы для включения звука, ламп световой колонки, квитирования, формирует страницы на операторской станции, групповую сигнализацию на местных постах и др.

База данных имеет встроенную функцию конвертора, т.е. «по нажатию кнопки» формируются текстовые файлы специального формата, которые позволяют автоматизировать следующие операции:

- создание печатных форм для принтера и загрузка их в контроллер;
- автоматизированный ввод всех настроечных параметров в базу данных контроллера;
- ввод текстовых сигналов АПС в операторские станции и формирование страниц АПС;
- распределение памяти контроллера для взаимодействия с несколькими операторскими станциями.

Наличие конвертора и единой базы данных проекта позволяет существенно сократить трудоемкость создания системы, внесения изменений в процессе проектирования и пусконаладки, исключить ошибки, обусловленные вводом больших массивов данных вручную.

Стандартизированный подход позволяет легко модифицировать систему и добавлять новые каналы непосредственно в процессе проектирования и пусконаладки.

Из базы данных также формируются таблицы настроечных параметров для эксплуатационной документации.

возможности системы

При эксплуатации система позволяет реализовать следующие функции:

- раздельное квитирование сигналов (например, для навигационного и машинного персонала);
- настройка параметров с операторской станции;
- возвращение к заводским настройкам:
- ограничение возможности модификации в зависимости от уровня доступа пользователя:
 - а) уровень доступа оператор (модификация параметров запрещена, разрешено только чтение);
 - б) уровень доступа механик (разрешено изменять значения порогов срабатывания и выдержки времени, тестирование канала, отключение канала, изменение настроек печати);
 - в) уровень доступа сервисный инженер (разрешено изменять любые параметры системы).

Принтер обеспечивает следующие функции:

- а) печать машинного журнала;
- б) печать аварийных и неаварийных событий;
- в) печать параметров канала при записи новых значений в память;
- г) печать всех текущих параметров системы.

Шина данных. В качестве шины данных в системе используются сеть Ethernet и стандартный промышленный протокол Modbus TCP/IP. Канал связи между рулевой рубкой и машинным отделением резервируется при помощи коммутаторов, обеспечивающих при обрыве основной линии связи переключение на резервную за время менее 20 мс. Сеть Ethernet и протокол Modbus TCP/IP обеспечивают высокую скорость обмена, простоту изменения структуры системы и ее расширение.

Обмен данными с внешними системами. На современных судах появляется все больше объектов, требующих контроля (главные двигатели, дизельгенераторы, блоки управления электростанцией и пр.) Как правило, они имеют интерфейс для связи с системой АПС. Это позволяет существенно сократить количество кабелей и трудоемкость монтажа. В большинстве локальных систем применяются интерфейс RS485 и протокол MODBUS RTU. Например, установленная на танкере пр. 52 система «Manger 301M» обеспечивает контроль параметров следующего оборудования:

- вспомогательные дизель-генераторы (3 шт.);
- аварийный дизель генератор (1 шт.);
- система измерения уровня в танках (1 шт.);
- блоки управления электроэнергетической установкой (3 шт.).

Выдача информации в регистратор данных рейса. Из системы АПС в регистратор данных рейса должны выдаваться наиболее важные параметры в соответствии с рекомендациями международной ассоциации классификационных обществ (IACS). Система «Мапger 301М» передает всю необходимую информацию в регистратор данных рейса по протоколу NMEA.





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный подход к проектированию и разработке программного обеспечения показал свою эффективность и позволил сократить трудоемкость процесса и отладки системы, а также повысить ее надежность.

В дальнейших планах ЗАО «МНС» – разработка типовых алгоритмов управления и создание комплексной системы управления технических средств (КСУ ТС) с использованием распределенных модулей ввода/вывода из комплекта модулей сопряжения и преобразования интерфейсов (КМ-СПИ) собственного производства.

дно из перспективных направлений повышения навигационной безопасности — переход от отдельных радиолокационным станций (РЛС) к многопозиционным радиолокационным системам, состоящим из разнесенных в пространстве РЛС, совместно ведущих радиолокационное наблюдение целей.

Развитие многопозиционной радиолокации соответствует общей тенденции в технике – объединению отдельных технических средств в системы, в которых благодаря совместному функционированию и взаимодействию элементов значительно улучшаются основные характеристики и появляются новые возможности.

Повышение эффективности решения радиолокационных задач достигается также благодаря наличию в этих системах станций разных частотных диапазонов, в которых условия распространения и отражательные свойства цели существенно различаются. Включение в состав комплекса радиолокационных средств дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн позволяет объединить достоинства, свойственные станциям разных диапазонов.

Преимуществами комплекса по сравнению с однопозиционной РЛС являются:

- возможность создания зоны действия требуемой конфигурации с учетом ожидаемой радиолокационной обстановки:
- высокоточное измерение пространственного положения цели;
- возможность измерения вектора скорости цели доплеровским методом;
- обеспечение наилучшей среди всех объединяемых РЛС разрешающей способности:
- повышение вероятности обнаружения малозаметных целей за счет наблю-

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БЕРЕГОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

Ю. Ф. Подоплекин, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, первый зам. генерального директора, OAO «Концерн «Гранит-Электрон», **И. А. Ледовой,** генеральный директор,

М. И. Чернов, главный конструктор направления гражданской радиолокации, *OAO «Равенство»*,

контакт. тел. (812) 271 45 85, 271 67 74

дения цели с различных ракурсов;

- повышение помехозащищенности от пассивных и активных помех, скрытности и живучести за счет разнесения в пространстве позиций комплекса:
- повышение эффективности траекторного сопровождения увеличение точности траекторного сопровождения, уменьшение времени обнаружения траектории новой цели,
- увеличение средней продолжительности сопровождения.

Построение многопозиционного комплекса. Каждая РЛС, расположенная в одной из разнесенных по пространству точек, проводит независимое от всех других РЛС комплекса обнаружение целей, измеряет их координаты и формирует отметки. Под отметкой понимается вся совокупность данных о цели, необходимых для работы системы траекторной обработки комплекса. В отметку входят дальность, азимут, радиальная скорость, вектор ошибок измерения соответствующих измеренных параметров, время обнаружения цели, номер обнаружившей цель РЛС, дополнительные параметры от автоматической идентификационной системы (АИС) и др. По линиям передачи данных отметки пересылаются в центр управления. Там осуществляется совместная траекторная

обработка отметок, поступающих от всех РЛС комплекса.

Преимуществом метода объединения траекторий являются пониженные требования к пропускной способности линий связи, поскольку траекторная обработка, выполненная в РЛС, снижает объем информации, передаваемой через линию передачи данных в центр управтения

В целом можно сделать вывод, что при наличии линии передачи данных с достаточной пропускной способностью и вычислительных средств с высоким быстродействием целесообразно использовать метод объединения отметок

Общая схема совместной траекторной обработки такова: на первом этапе поступающие от отдельных РЛС отметки преобразуются в единую систему координат, в качестве которой выбрана прямоугольная система координат. На этом этапе учитывается географические координаты РЛС. На втором этапе преобразованные результаты измерений идентифицируются с построенными траекториями, определяя принадлежность поступивших данных к тем или иным находящимся на сопровождении траекториям. Отметки, не идентифицированные ни с одной из существующих траекторий, используются для обнаружения новых траекторий.

Основываясь на этих принципах, в ОАО «Равенство» концерна «Гранит-Электрон» в рамках ОКР «Угра» был разработан трехдиапазонный многопозиционный береговой радиолокационный комплекс, включающий в себя 3 или более РЛС X, S и Ка диапазонов.

Структурная схема комплекса представлена на рис. 1.

Предусмотрены оба принципа выдачи информации локальной РЛС в центр управления: отметки целей после первичной обработки или формуляры целей по результатам автоматического сопровождения. Выбор вида выдачи определяется центром управления.

Все РЛС, входящие в комплекс, твердотельные, когерентные, с доплеровской обработкой. Используются сложные зондирующие сигналы с амплитудно-

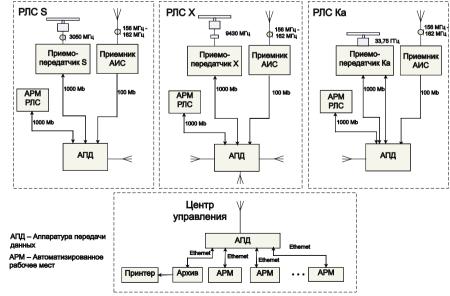


Рис. 1. Структурная схема комплекса



Рис. 2. Пример расположения многодиапазонных РЛС и их взаимодействия

фазо-частотной манипуляцией. Формирование и обработка сигналов производится в цифровом виде с помощью универсальной ЦВС.

Предложенная структура многофункциональных РЛС берегового базирования в настоящее время активно востребованы в акваториях Балтийского и Белого морей, а также по всему побережью Северного Ледовитого океана.

Интегрированная структура в комбинации трех диапазонов позволяет решать практически все задачи, стоящие перед портовыми и береговыми постами: – осуществлять проводку судов в любое время суток и в любых погодных условиях;

- определять координаты всех судов с высокой точностью;
- определять состояние морской поверхности, в том числе ледовой обстановки:
- интегрироваться в диспетчерскую портовую службу.

Особо важно отметить, что на базе предложенной РЛС целесообразно создание автономных необслуживаемых РЛС, размещаемых в дальних зонах северного побережья.

Пример расположения многодиапазонных РЛС и их взаимодействия приведен на рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

- В.С. Черняк. Многопозиционная радиолокация. – М.: Радио и связь, 1993.
- Байздренко А.А., Михайленко Н.Н., Рыбалка В.В. Основные преимущества многопозиционных радиолокационных станций.
 Изд. Академия военно-морских сил им. П.С. Нахимова, Севастополь.
- 3. НИР «Шалаш». СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2004–2007.
- 4. Пояснительная записка к ЭТП ОКР «Угра». СПб., ОАО «Равенство», 2010. ■

овременный подводный робот (ПР) – это конструктивно сложное многофункциональное, динамическое, управляемое, автоматическое, техническое средство модульной структуры, реализующее свое целенаправленное поведение на основе использования результатов эффективной организации обслуживающих его проектирование и эксплуатацию информационных процессов. Решение поставленных перед ПР многочисленных задач обеспечивается с помощью набора бортовых устройств, объединенных в единую систему управления. Ее важнейший элемент, поддерживающий динамические режимы функционирования ПР, - система управления движением (СУД). Реализуемые в ней технические и алгоритмические возможности обеспечивают способность ПР к перемещению по сложным пространственным траекториям в процессе достижения поставленных перед ним целей.

Одна из главных задач управления роботом — реализация локальных режимов движения, осуществляемых при маневрировании вблизи дна. Для успешной организации динамических процессов в данных условиях требуется большой объем разнородных данных об окружающей обстановке и рациональная их обработка. Одним из источников такой информации являются и видеоданные, собираемые подсистемой технического зрения (ПТЗ). Результаты их обработки в бортовой вычислительной среде ПР могут использоваться при решении многочисленных задач поиска,

УПРАВЛЕНИЕ ПОДВОДНЫМ РОБОТОМ ПО ВИДЕОДАННЫМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

Ю. Л. Сиек, ∂ -р техн. наук, проф.,

С. Ю. Сакович, мл. науч. сотрудник, СПбГМТУ,

М. В. Яковлева, канд. техн. наук, СПб НИУ ИТМО,

Siek@mail.ru, SergeySakovich@mail.ru, mar19571505@yandex.ru, контакт. тел. 8 911 095 68 40

обследования подводных объектов, а также при управлении сложным пространственным маневрированием относительно неровностей или объектов дна. Для повышения качества и точности реализации локальных режимов движения используются видеоданные, которые облегчают выбор объекта, его классификацию, непрерывное слежение за ним, определение его координат в заданном базисе, а также возможность оценивания значений собственных кинематических параметров.

Для решения указанных задач рационально применение методов, используемых мобильными роботами и автономными транспортными средствами для построения карты в неизвестном пространстве или для ее обновления с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути, которые объединены названием SLAM (Simultaneous

localization and mapping) [1]. Одновременная навигация, построение карты и управление движением составляют основу концепции, которая связывает независимые процессы в непрерывный цикл последовательных вычислений, при этом результаты одного процесса применяются для организации другого. Это позволяет СУД по информации от бортовых датчиков и на основе сформированной карты подводной обстановки обеспечить режим локального движения по сложной пространственной траектории при выполнении требуемой подводной работы. Для повышения точности процесса управления рационально использовать и поток видеоданных [2]. С учетом неточности и неопределенности данной информации, вызванных, в первую очередь, оптическими свойствами среды, рассматриваемую задачу следует отнести к типу неформализуемых. Поэтому в алгоритмах ее решения целесообразно использовать методы современного искусственного интеллекта.

Предполагается, что в канал обратной связи системы управления ПР при движении в локальных режимах интегрируется и ПТЗ. Такая обобщенная структура представлена на рис. 1. В управляющем устройстве СУД решаются задачи SLAM и формируются на основе их результатов управляющие воздействия на ПР. Для этого перспективно использовать нейрокомпьютеры [3], что требует соответствующего алгоритмического и аппаратного обеспечения вычислительной среды СУД, организующей обработку информации и управление движением ПР.

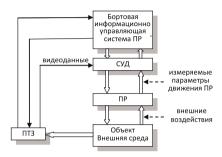


Рис. 1. Обобщенная структура системы управления ПР с подсистемой технического зрения

Фрагментами изображения дна на видеокадрах, поступающих от ПТЗ, являются различные поверхности и предметы. Они могут перемещаться, быть целевыми объектами ПР или использоваться в качестве реперных точек на формируемой карте. Распознавание фрагмента, слежение за ним в потоке видеоданных, его выделение на каждом видеокадре необходимо для определения параметров ориентации и навигации ПР и управления маневрированием в локальном режиме. Для построения алгоритмов решения перечисленных задач целесообразно использовать нейросетевой подход, предполагающий применение алгоритмических моделей искусственных нейронных сетей (ИНС). На вход сети необходимо подавать или сам видеокадр или набор ранее извлечённых из него ключевых характеристик. Выход ИНС интерпретируется как результат решения требуемой задачи.

Для построения алгоритма распознавания объектов по видеоданным из всего множества возможных топологий нейронных сетей, рационально применение сверточной нейронной сети (СНС) [4]. Ее полезной особенностью является устойчивость к небольшим сдвигам, поворотам и изменению масштаба изображения и сохранения его топологии. Архитектура СНС предполагает расширение возможностей классической многослойной ИНС. В ней используются такие элементы, как локальные рецепторные поля (обеспечивают местную двумерную связность нейронов), общие веса (организуют детектирование

некоторых черт в любом месте изображения), а также реализована иерархическая организация с пространственными подвыборками. Данные особенности обеспечивают приемлемую устойчивость сети к возможным искажениям изображения.

Дополнением к СНС может служить процедура распознавания фрагментов с помощью каскада классификаторов [5, 6]. В основу принципа обработки видеоданных положен алгоритм адаптивного усиления (Adaptive boosting) [7]. Применяемый подход заключается в отборе и объединении набора простых и малоэффективных свойств (алгоритмов) в одно решающее правило, обладающее высокой классифицирующей способностью. Простой (базовый) классификатор принимается за слабый классификатор, а результатом вычислений является сильный классификатор, применение которого повышает точность решения задачи.

Рассмотренный нейросетевой алгоритм реализован в программном комплексе, который позволяет решать задачу распознавания и слежения за выбранным фрагментом в потоке видеоданных [8]. Вид графического интерфейса комплекса приведен на рис. 2.

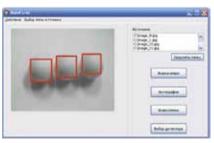


Рис. 2. **Интерфейс программного** комплекса

Алгоритмическим обеспечением являются нейронная сеть и каскад классификаторов. Источниками видеоданных могут быть камера или видеофайлы. В интерфейсе программного комплекса имеются инструменты для создания и обработки файлов изображений, формирования файлов описания изображения для использования каскала классификаторов, а также обучения нейросетевого детектора для решения задач распознавания. При изменении размера окна поиска предусмотрено его масштабирование, что позволяет снизить затраты на такие манипуляции по сравнению с использованием вычислительных ресурсов на масштабирование всего изображения.

Для решения задач распознавания на изображении выделяется интересующий фрагмент. Далее выбранная область проходит проверку в каждом отдельном элементе каскада. Если на одном из этапов классификатор не найдет требуемый фрагмент, то данная область отбрасывается и каскад переходит к следующей

области. Таким образом, для того чтобы выявить несоответствие области изображения искомому фрагменту, в большинстве случаев, достаточно всего нескольких проверок. Если же область изображения прошла проверку на всех элементах каскада и не была отброшена, то этот регион помечается как содержащий фрагмент.

Для тестирования программного комплекса сгенерирован набор зашумленных изображений. В качестве детектора применялось СНС с каскадом классификаторов. Полученная точность распознавания составила 92%.

Важной особенностью программного комплекса является возможность работы в режиме реального времени, что позволяет вести поиск фрагмента при движении и распознавать его. Пример распознавания и слежения за объектом при движении иллюстрирует рис. 3.



Рис. 3. Слежение за фрагментом дна при движении АПА

Разработанный программный комплекс реализует с помощью нейросетевых методов систему распознавания и поиска в видеоданных объектов, а также позволяет отслеживать их при движении ПР.

Для навигации ПР и определения траектории движения вблизи дна можно воспользоваться методами решения задач SLAM. Реализуются два этапа: оценивается собственное местоположение и определяется направление движения. Для расчета навигационных параметров часто применяется фильтр Калмана, который при прогнозировании использует информацию о законах движения аппарата, а при коррекции движения - измерения, поступающие с датчиков кинематических параметров [1]. Для формирования карты дна, которая должно учитывать неровности рельефа, применяются две видеокамеры. Данные, полученные от стереопары, позволяют получить два изображения одной сцены.

Оценка параметров карты также может быть организована с использованием нейронных сетей. Применение такого фильтра позволит учитывать изменяющиеся погрешности измерительной системы и уточнять карту дна по мере движения аппарата.

Применение нейронных сетей в качестве алгоритмов управления движе-

ния наиболее целесообразно в тех случаях, когда аналитический синтез системы управления становиться весьма трудоемкой задачей из-за сложности и недостоверности используемых математических моделей [10].

Перспективным подходом к синтезу нейросетевых алгоритмов управления является применение когнитивных методов представления и обработки результатов измерений [10]. Особенность использования данной парадигмы в представлении входной информации заключается в построении и обработке специальных графических объектов – когнитивных образов (КО), форма которых и ее изменение во времени описывают свойства наблюдаемого динамического процесса.

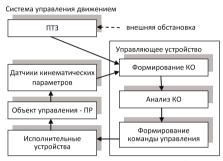


Рис. 4. Структура когнитивной СУД

На рис. 4 представлена структура СУД, реализующая алгоритм управления на основе когнитивного подхода. Для формирования команд управления применяется топология ИНС в виде последовательного соединения самоорганизующихся карт Кохонена и многослойной нейронной сети. Сеть Кохонена, обладающая свойствами адаптивной кластеризации, применяется для формирования КО на основе поступающих измерений кинематических параметров и видеоданных. Задачей нейросети является автоматизированное построение отображения набора входных векторов высокой размерности в карту кластеров меньшей размерности. При этом соседним кластерам на карте должны соответствовать близкие друг к другу входные векторы в исходном пространстве. Результаты работы сети на каждом шаге участвуют в формировании требуемого КО. Процесс заканчивается после того, как веса всех остальных нейронов выходного слоя опускаются ниже заданного уровня. Результат представляет собой некоторую поверхность в трехмерном пространстве. Измерительная информация содержится не в одном выигравшем нейроне, а во всей сформированной поверхности. Следовательно, о текущем состоянии ПР можно судить не только по местоположению нейрона-победителя, но и по форме полученной трехмерной фигуры. Пример КО приведен на рис. 5.

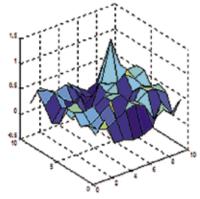


Рис. 5. **Пример когнитивного образа** на основе сети Кохонена

При анализе КО решаются задачи распознавания, выбора КО и принятия решения по формированию команды управления. Для этого применяется многослойная нейронная сеть, построенная на стандартных нейронах и обучающаяся по алгоритму обратного распространения ошибки. На этапе синтеза алгоритма управления согласно когнитивному подходу составляется библиотека образов и соответствующих каждому из них команд управления, которые рассчитываются с учетом принятых моделей динамики и управления ПР. Полученная обучающаяся последовательность используется для настройки многослойной нейронной сети, которая реализуется в управляющем устройстве СУД. По мере накопления информации об особенностях КО качество и точность динамического процесса повышается. Такой подход открывает возможность организации адаптивного управления. Использование в нейросетевых управляющих устройствах образного представления информации, поступающих от измерительных датчиков, позволяет повысить качество и точность процесса управления за счет более высокой гибкости, динамичности и информативности по сравнению с традиционными представлениями результатов измерений. Следует отметить, что применение сети Кохонена открывает и другие возможности обработки информации. Она может найти применение, например, для выявления различий в режимах поведения системы. При этом могут фиксироваться и аномальные режимы. Важно, что в процессе формирования когнитивных образов могут быть обнаружены неожиданные скопления близких данных. Их последующая интерпретация позволяет получать дополнительную информацию об окружающей робота обстановке.

Таким образом, применение нейросетевого подхода для решения задач навигации и управления ПР с использованием видеоданных, получаемых от ПТЗ, является удобным и естественным базисом для построения алгоритмического обеспечения СУД. Данный подход наиболее целесообразен при маневрировании робота в непосредственной близости морского дна в сложной непредсказуемой обстановке. Организация локальных режимов движения в придонной области имеет ряд особенностей, усложняющих действия ПР. Использование видеоданных позволяет снижать их влияние на качество процесса управ-

Применение нейронных сетей для решения задач навигации и управления ПР имеет ряд преимуществ. Среди них следует выделить возможность обеспечения динамического наблюдения за выбранным фрагментом дна и формирования управляющих команд с компенсацией влияние неточности и неопределенности видеоинформации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Борисов Ю. С. Решение задачи навигации подводного аппарата по последовательности изображений. Тр. конфер. «Графикон'2006». Новосибирск, 2006, с. 284–288
- Santos-Victor J. Sentieiro J. The role of vision for underwater vehicles. – Proceedings of the IEEE Symposium on AUV Technology. 1994. – C. 28–35
- Осовский С. Нейронные сети для обработки информации/Пер. с польского. – М.: Финансы и статистика, 2002.
- LeCun Y., Bengio Y. Convolutional networks for images, speech and time series. – The handbook of brain theory and neural networks. – MIT Press, 1998. – C. 255–258.
- Freund Y. Schapire R. A Short Introduction to Boosting. – International Joint Conference on Artificial Intelligence. 1999, c. 1401–1406.
- Viola P., Jones M. Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features. – IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2001, vol. 1, c. 511–518.
- Freund, Y., Schapire, R.E. A decisiontheoretic generalization of on-line learning and an application to boosting//JCSSI (55). – 1997. – № 1. – P. 119–139.
- Сиек Ю.Л., Сакович С.Ю., Шедько А.В., Никитин Д.А. Программный комплекс тестирования систем технического зрения подводных роботов. Роспатент. Свид. № 2011617963 от 12.10.2011.
- 9. *Григорьев В.Е., Сиек Ю.Л.* Нейросетевой подход в алгоритмах управления движением подводного аппарата//Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2004. № 7–8.
- 10. Сиек Ю.Л., Воронин Р.И. Когнитивный подход при проектировании нейросетевых контроллеров. Сб. докладов. Междунар. конф. SCM-2001. СПб., 2001, с. 243–247. ■

ноголетний период развития спасательного, судоподъемного и водолазного дела характеризуется динамичными и сложными процессами. Как свидетельствуют архивные данные, практически с первых лет зарождения флота стали образовываться в инициативном порядке и по указаниям руководителей флота отдельные группы или небольшие подразделения для разового, а иногда и многократного выполнения спасательных, судоподъемных и водолазных работ. К концу столетия в Российском флоте создаются первые организационно-штатные структуры для постоянного выполнения работ тако-

го рода. С течением времени эти структуры совершенствовались и развивались вместе с ростом и развитием флота. Став по-настоящему морской державой при Петре I, Россия в последующие полтора века развивала свое судостроение и судоходство, активно осваивала и завоевывала новые морские районы, что сопровождалось ростом общего количества аварий и гибели судов. Однако из-за отсутствия отечественных специализированных спасательных и водолазных формирований оказание помощи аварийным судам и судоподъем осуществлялись эпизодически либо случайными кораблями и судами, находившимися вблизи аварии, либо преимущественно иностранными подрядчиками.

Только через полтора века, 3 июля 1871 г., при Морском ведомстве было учреждено первое «Общество подания помощи при кораблекрушениях», а с 1880 г. оно было переименовано в «Российское общество спасения на водах». Указанные общества существовали на добровольные пожертвования, занималось закупками спасательных средств и имущества, разработкой мер по предупреждению гибели судов и способов спасения людей.

Знаменательным событием в развитии отечественного водолазного дела стало создание в мае 1882 г. Кронштадтской водолазной школы. Из крупных судоподъемных работ XIX в. следует отметить снятие с мели клипера «Гайдамак». Работы были выполнены в 1862 г. с помощью парохода «Америка». В 18896 г. был снят с мели крейсер «Россия». Работы выполнены с помощью землечерпалки и двух земснарядов, вырывших канал длиной в 400 м и шириной в 50 м, по которому крейсер был выведен на чистую воду. В 1899 г. был снят с мели броненосец «Генерал-адмирал Апраксин».

В 1912 г. на Черноморском флоте создается спасательная партия Севастопольского военного порта. Партии придается недавно построенное специальное судно «Черномор». К этому времени на флотах вводятся должности флагманского водолаза и портового водолазного офицера. На них возлагаются задачи по контролю снабжения, содержания, использования водолазного снаряжения, соблюдения водолазных правил.

Во второй половине XIX в.в России появились подводные лодки (ПЛ), а значит, и необходимость спасения подводников, а также подъема затонувших лодок. Учитывая острую необходимость создания отечественного судна—спасателя ПЛ, 12 ноября 1912 г. на Путиловской верфи было заложено первое в России спасательное судно ПЛ «Волхов», с 1922 г. переименованное в «Коммуна» (рис. 1). Ровно через год и один день — 13 ноября 1913 г. — судно было спущено на воду, а 27 июля 1915 г. оно вошло в состав Балтийского флота. На момент своей постройки российский спасатель по праву считался самым совершенным в мире и был способен поднять с глубины 1000-тонный груз, что значительно превышало водоизмещение ПЛ тех лет. Судно также могло использоваться в качестве плавбазы подводных лодок.

ОТ ЭПРОНА ДО ФЕДЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА И СПАСАНИЯ НА МОРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К 90-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕДИЦИИ ПОДВОДНЫХ РАБОТ ОСОБОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.Н. Илюхин, д-р техн. наук, проф., председатель НО «АРПСТТ», **П.В. Захаров,** канд. воен. наук, доцент, ст. науч. сотрудник НИИ С и ПТ, контакт. тел. (812) 927 8501



Рис. 1. Старейшее в мире спасательное судно «Коммуна» (бывш. «Волхов»)

О том, что конструкторские решения русских инженеров были удачными, а качество судостроительных работ отличным, говорит тот факт, что судно до настоящего времени находится в строю и продолжает успешно решать задачи. Состояние же клепаного корпуса судна, изготовленного из путиловской ковкой судовой стали (секрет изготовления которой утерян), до настоящего времени считается одним из лучших на Черноморском флоте. Впервые спасатель был использован по своему прямому назначению летом 1917 г., когда в Аландских шхерах при проведении учебного погружения затонула с открытым люком ПЛ «АГ-15». Несмотря на то, что спасательным работам мешал сильный шторм, 16 (29) июня гинеями «Волхова» лодка была поднята. Всего за свою вековую историю «Коммуна» выполнила подводные и подъемные работы более чем на 100 объектах. В целом благодаря решениям Морского технического комитета, передовым научно-техническим разработкам отечественных инженеров и ученых (Б.В. Зворыкина, К.Ф. Блюменталя, Г.Г. Свирского, А.Н. Крылова, К.К. Нехаева и др.) к началу 1917 г. в России были заложены основы для успешного развития спасательного, водолазного и судоподъемного дела. Революция и последовавшие за ней Гражданская война отрицательно сказались на дальнейшем развитии сил и средств судоподъема и водолазного дела. Боевые действия на море привели к гибели значительного количества кораблей и судов. Многие из них, затонувшие в портах или на фарватерах, создавали затруднения и угрозу судоходству. В 1919 г. Совет Народных Комиссаров издает декрет о национализации всего водолазного имущества, а 5 января 1921 г. выходит декрет о сосредоточении всех работ по судоподъему в Наркомате по морским делам. Впоследствии эта дата объявляется днем образования спасательных формирований советской республики и подтверждается приказом МО СССР № 145 от 15 июня 1961 г. В 1920 г. к начальнику Государственного политического управления (ГПУ) Ф.Э. Дзержинскому обращается инженер В. Языков с заманчивым предложением поднять золото с английского парусно-винтового фрегата «Принц». По данным разведки и скупым материалам газет, фрегат доставил в Балаклаву

денежное содержание для 35-тысячной английской армии (около 500 тыс. фунт. стерд.). Молодой советской республике катастрофически не хватало денежных средств, поэтому предложение заинтересовало руководителя ГПУ. В целях поиска и обследования фрегата под эгидой ГПУ создается Опытная глубоководная партия. Под руководством бывшего флагманского механика дивизии ПЛ Балтийского флота Е.Г.Данилевского была создана специальная трехместная подводная наблюдательная камера, рассчитанная на 75-метровую глубину погружения. На московском заводе «Парострой» 10-тонная подводная камера была построена всего за три месяца и на момент создания воплощала последние достижения техники. Камера имела устройства подачи воздуха и вентиляции, электроснабжения, телефонной связи и выдвижные манипуляторы. В ходе испытаний 9 сентября 1923 г. камера достигла 95 м, а затем и 123 м, при этом под воду спускался и ее создатель. Это был мировой рекорд! После удачного испытания глубоководной камеры, приказом по ОГПУ № 463 от 2 ноября 1923 г. глубоководная партия реорганизуется в Экспедицию подводных работ особого назначения (ЭПРОН) со штатной численностью 30 человек. 2 ноября 1923 г. по сей день считается днем рождения службы морских спасателей России. Окончательно состав и задачи ЭПРОНа были оформлены приказом по ОГПУ № 528 от 17 декабря 1923 г. Этим же приказом ЭПРОНу передается спасательное судно «Кубанец», переоборудованное из канонерской лодки. Первым начальником ЭПРОНа (по совместительству с основной должностью) был назначен чекист Л.Н. Захаров (бывш. царский офицер, обвинен и расстрелян в 1937 г.), комиссаром – Я.М. Хорошилкин, водолазным специалистом – известный водолаз Ф.А. Шпакович (за годы профессиональной деятельности провел под водой более 10 тыс. часов).

Первоначально основными задачами ЭПРОНа были поиск и подъем английского золота. Вследствие недостатка отечественного опыта проведения глубоководных работ и отсутствия у ЭПРОНа необходимого оборудования к этой секретной операции ГПУ дополнительно привлекло японскую фирму «Синкай когиоесио лтд». В поисках «Принца» принимали участие севастопольские тральщики, гидроплан, аэростат. Силами японской фирмы и ЭПРОНа был проделан огромный объем работ и накоплен уникальный опыт. В силу острой необходимости ЭПРОН был привлечен к решению задач судоподъема. В 1924 г. силами ЭПРОНа была поднята ПЛ «Пеликан», в 1925 г. – миноносец №266 и тральщик «Перванш». В 1926 г. эпроновцами уже было поднято 59 объектов, в том числе две ПЛ и четыре эсминца.

В ноябре 1926 г. Совет Труда и Обороны (СТО) утверждает первую шестилетнюю программу военного кораблестроения, а в декабре утверждает первый устав ЭПРОНа. В 1927 г. Экспедиция становится государственным хозрасчетным предприятием. Постановлением СТО от 1 января 1931 г. «Госсудоподъем» был упразднен, и ЭПРОН окончательно выводен из прямого подчинения ОГПУ, а затем передан в ведение Наркомата путей сообщения (НКПС). Через год ЭПРОН из НКПС переводят в Наркомат водного транспорта (НКВ).

ЭПРОН активно участвует и в решении народнохозяйственных задач. Силами эпроновцев на Каспии возводится первая нефтяная вышка в море, строится пирс в Баку, ремонтируется эллинг судоремонтного завода. На Дальнем Востоке прокладываются трубопроводы и электрокабели в бухте Золотой рог. На Балтике строится Беломорско-Балтийский канал, осуществляются ремонт мола и стенки Кронштадтского военного порта. Выполняя значительный объем судоподъемных и подводных работ и по праву занимая ведущую позиции в своей области, ЭПРОН, который к этому времени стал всесоюзной организацией, испытывает острую потребность в спасательных и специализированных судах.

В связи с этим в 1937 г. было разработано и утверждено новое «Положение об аварийно-спасательной службе на морях и реках СССР», в соответствии с которым все организации и наркоматы, имеющие суда, были обязаны выделять и передавать их ЭПРОНу для оказания помощи терпящим бедствие. В целях срочного пополнения судового состава и в соответствии со специальным постановлением СНК СССР в 1935 г. для Черноморской экспедиции приобретается спасательный буксир «Э-1», позже переименованный в «Меркурий». На буксире имелись водолазное оборудование, рекомпрессионная камера, водоотливной насос производительностью 900 м³. В 1939 г. в состав Балтийской экспедиции поступает построенное в Голландии спасательное судно «Сигнал» (водоизмешение – 1378 т. мошность гл.машины – 1300 л.с.). По заказу ЭПРОНа в 1939 г. начато строительство водолазных ботов водоизмещением 88 т и 18 т, а также быстроходных катеров водоизмещением по 18 т. Помимо этого силами ЭПРОНа ведется восстановление и переоборудование поднятых или списанных судов. Так, на Балтике поднят и переоборудован в спасатель затонувший минный заградитель «Колывань». На судне установлены шахта для спуска водолазов, рекомпрессионная камера, компрессоры, средства подводной связи, устройства для подводной резки и сварки. Затем бывшее учебное судно «Трефолев» переоборудуется под плавбазу спасателей. На Черноморском флоте бывший плавучий маяк переоборудуется в спасательный буксир «Шахтер».

В предвоенные годы в части ЭПРОНа дополнительно поступают специализированные суда, снаряжение и имущество. Уже к лету 1941 г. ЭПРОН представлял развитую и мощную организацию, имеющую в своем составе 28 спасательных судов и спасательных буксиров, 50 водолазных ботов, плавбазы, килекторы и другие специализированные суда. Первое боевое крещение ЭПРОН получил в ходе Советско-Финляндской войны. В феврале 1940 г. на Балтике было сформировано пять аварийно-спасательных групп (АСГ), которые в сложных зимних условиях снимали суда с мели, подняли и передали Красной Армии 34 танка и 6 автомашин, подняли 14 погибших кораблей и судов. С первого дня Великой Отечественной войны ЭПРОН (с сохранением своего наименования) был включен в состав ВМФ (приказ НК ВМФ СССР и НК МФ СССР от 22 июня 1941 г. № 0525/22с «О включении в состав ВМФ всех органов и средств ЭПРОНа»). Летом 1942 г. вследствие кардинального изменения характера и условий решаемых задач, резкого наращивания работ и интенсивности их выполнения штатная численность частей ЭПРОНа была значительно увеличена (до 4707 чел.), а сама Экспедиция переименована в Аварийно-спасательную и судоподъемную службу ВМФ (АССС флота). С учетом накопленного опыта, уточнением задач и ответственности спасательных служб приказом наркома ВМФ от 3 января 1944 г. вводится новое Положение о спасательной службе ВМФ. Этим положением АСС ВМФ реформируется в Аварийно-спасательную службу ВМФ (АСС ВМФ), а судоподъемные отряды упраздняются. В такой форме организация просуществовала до Победы.

С началом боевых действий основными задачами спасателей стали: оказание помощи кораблям и судам, получившим боевые повреждения; спасание экипажей погибших кораблей и подводных лодок; снятие плавсредств с мели; буксировка; обеспечение проводки конвоев; подъем затонувших кораблей и плавсредств; расчистка фарватеров; прокладка кабелей и трубопроводов. Аварийно-спасательных групп Специалистами АСС был приобретен и накоплен уникальный опыт подготовки и проведения спасательных, судоподъемных, гидротехнических работ. За годы войны силами АСС была оказана помощь 1505 кораблям и судам общим водоизмещением 1987335 т. В сложнейших условиях военного времени было поднято 1700 кораблей и судов, проложены сотни километров подводных трубопроводов и кабелей связи.

За послевоенное десятилетие подразделениями АСС была оказана помощь 1200 аварийным кораблям и судам. Значительное место, особенно в 1950–1952 гг., занимали также работы по расчистке дна акваторий военно-морских баз, гаваней и портов от мин, торпед, артиллерийских снарядов и других боеприпасов. С мая 1945 г. по декабрь 1955 г. было поднято 2700 кораблей и судов, суммарный тоннаж которых составил 1953880 т, в том числе крупнотоннажные лайнеры «Советский Союз» и «Русь», плавбаза «Юрий Долгорукий». Однако полная оценка готовности АСС к проведению спасательных операций была дана после гибели в Севастопольской бухте в октябре 1955 г. линкора «Новороссийск». Трагедия вскрыла недостатки не только АСС, но и в целом ВМФ СССР. Уроки этой трагедии были учтены в организационном и техническом плане, командование ВМФ стало уделять серьезное внимание Аварийно-спасательной службе. Послевоенный период и середина 50-х гг. ознаменовалась для ВМФ началом создания мощного океанского ракетно-ядерного флота, основу которого планировалось создать из атомных подводных лодок. В 1951 г. в военноморских базах были сформированы отдельные дивизионы и группы аварийно-спасательных судов. К этому времени состав и состояние сил и средств АСС уже не соответствовали задачам ВМФ. Руководством страны были приняты соответствующие меры. Распоряжение Совмина СССР от 6 января 1955 г. положило начало скорейшему наращиванию судового состава АСС.

Благодаря целенаправленной программе судостроения в период 1959—1966 гг. в состав ВМФ поступают девять спасательных судов пр. 527 (рис. 2), которые по тактико-техническим характеристикам и оснащению намного опережали аналогичные зарубежные суда и сохраняли свое преимущество более 15 лет.



Рис. 2. Головное спасательное судно пр. 527м «ЭПРОН» (бывш. «СС-26»)

Строятся и передаются в состав АСС ВМФ специализированные морские спасательные буксиры пр. 733. В 1961 г. осуществляется ПЛ «С-63» пр.613 переоборудуется в экспериментальную ПЛ пр. 666.

В 1963 г. произошло слияние АСС и Вспомогательного флота ВМФ в единый орган — Вспомогательный флот и Аварийно-спасательная служба ВМФ (УВФ и АСС ВМФ), которая функционировала до 1979 г. С начала 1970 г. в состав УВФ и АСС ВМФ начинают поступать автономные спасательные аппараты пр. 1837 с рабочей глубиной до 500 м. В 1976 и 1979 г., соответственно, в состав Тихоокеанского и Северного флотов принимаются две новейшие спасательные подводные лодки пр.940, несущие каждая по два спасательных аппарата.

В целом послевоенный период характеризуется ведомственным и целевым разобщением сил и средств поисковоспасательного предназначения. Постановлением Совмина СССР от 17 марта 1956 г. №362-233 с АСС ВМФ были сняты задачи судоподъемных и гидротехнических работ. В дальнейшем подготовка УВФ и АСС ВМФ была сосредоточена на оказании помощи кораблям и подводным лодкам, получившим аварийные и боевые повреждения, на обеспечении повседневной деятельности флотов, а также на подготовке к обеспечению боевых действий в специальном отношении.

Специфическим направлением деятельности морских гражданских ведомств явилось участие в международных соглашениях по обеспечению безопасности на море. В связи с этим в 1958 г. Совет министров СССР возлагает на Минморфлота задачи по выполнению международных соглашений по сотрудничеству и спасанию человеческих жизней на море. Впоследствии особую актуальность приобрели вопросы обеспечения проведения разведывательных работ и добычи нефти и газа на шельфе, борьба с розливами нефти.

В связи с расширением космических исследований и в целях обеспечения безопасной посадки (приводнения) спускаемых аппаратов и обеспечения испытаний ракетного оружия Постановлением Совмина СССР от 27 марта 1967 г. в составе Минобороны были созданы Поисково-спасательная служба ВМФ и Поисково-спасательная служба ВВС. В последующем в связи с изменениями состава, возможностей и задач АСС в 1979 г. командованием ВМФ принимается решение о выводе АСС из состава Вспомогательного и флота и объединении ее с ПСС ВМФ. Новой объединенной структуре присваивается наименование Поисково-спасательная служба ВМФ (ПСС ВМФ).В 1971 г. в системе Минморфлота было создано Всесоюзное объединение (BO) «Совсудоподъем». Помимо задач спасания на море, в том числе выполнения обязательств СССР по международным договорам, а также традиционных судоподъемных и водолазных работ, на «Совсудоподъем» было возложено обеспечение дноуглубительных работ на бассейнах, организация морских и океанских экспедиционных буксировочных работ. В период деятельности этого объединения отрядами АСПТР проведены сложные и уникальные операции на морских бассейнах: подъем в 1972-1974 гг. т/х «Моздок» по новой уникальной технологии с применением вспененного полистирола; подводная разделка и подъем болгарского танкера «Лом» на Одесском рейде в 1975–1976 гг., а также ряд других операций. Особенно масштабной была совместная с ВМФ операция в 1972–1974 гг. Тогда «Совсудоподъем» обеспечил участие судов и специалистов дальневосточных ЭО АСПТР в объединенной экспедиции в Бангладеш. В порту Читтагонг было поднято 26 судов, в том числе с помощью отстроенных в Германии для отрядов АСПТР двух плавкранов «Судоподъем-1» и «Судоподъем-2», грузоподъемностью 800 т каждый. В 1976 г. в связи с возрастающей угрозой загрязнения морской среды в результате аварий крупных танкеров в Мировом океане на «Совсудоподъем» были возложены функции по борьбе с аварийными разливами нефти в море. В составе отрядов АСПТР начали формироваться специальные подразделения для ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН). Однако в 1982 г. в результате очередного «реформаторского зуда» «Совсудоподъем» был упразднен с распределением его функций между ВО «Мореплавание» и ВО «Морстройзагранпоставка». При этом «забыли» четко определить функциональную подчиненность ЭО АСПТР, что нарушило принцип централизованного управления морской спасательной службой Минморфлота. Восстановлению централизованного управления Морспасслужбой способствовало образование в 1984 г. в составе Минморфлота Государственной морской специализированной службы по ЛРН в море (Госморспецслужбы). В 1984–1990 гг. отрядами АСПТР проведены десятки операций по ЛАРН, в том числе по ликвидации последствий аварии танкера «Эксон Валдиз» на Аляске (США).

В 1980–1990 гг. ведется активное обновление судового состава ПСС ВМФ. На флоты поступают уникальные по своим проектным возможностям спасательные суда пр.537 «Эльбрус» и «Алагез» (рис. 3). Флотам передаются новые проекты спасательных (пр.05361), противопожарных (пр.1993), морских буксирных (пр.712, 757) судов. В это же время начинаются и активно ведутся работы по созданию и испытанию автономных глубоководных аппаратов. Силами Черноморского флота обеспечиваются испытания глубоководных

аппаратов «Поиск-2» и «Поиск-6», подводных аппаратов пр.1832. К проведению испытаний привлекается старейшее (из всех действующих), но оснащенное самым современным на то время оборудованием спасательное судно «Коммуна».



Рис. 3. Спасательное судно «Алагез» (пр. 537)

Несколькими годами позже успешно проводятся испытания новейших спасательных глубоководных аппаратов (СГА) пр.1855 (рис. 4). К этому времени в составе ПСС появляется поисково-обследовательское судно, имеющее на вооружении технические новинки того времени - искатели «Дельфин-ТМ» и «Трепанг-2».



Рис. 4. Спасательный подводный аппарат «Приз» пр. 1855

Мощный импульс по развитию аварийно-спасательных служб министерств и ведомств дала Первая Всероссийская конференция «Проблемы спасения людей на море и оказания помощи аварийным кораблям и судам». В ее работе приняло участие 126 организаций, представленных ведущими специалистами в области поиска и спасания. Впервые проблемы спасания на море были рассмотрены столь компетентно и комплексно на общегосударственном уровне. Материалы конференции и научные разработки легли в основу Постановления Правительства РФ «О совершенствовании деятельности ведомственных аварийно-спасательных служб по предотвраще-

нию и ликвидации чрезвычайных ситуаций на море и водных бассейнах России» от 1 марта 1993 г. №174. На основании этого постановления были разработаны документы, изложившие основы комплексного использования имеющихся в стране сил и средств поисково-спасательного обеспечения (ПСО).

К этому времени гражданские морские ведомства в силу своих функциональных потребностей сформировали собственные специализированные аварийно-спасательные формирования. В состав Минтранса России, Минтопэнерго, Роскомрыболовства, Российской академии наук и другие ведомства поступили специализированные суда и подводные аппараты, которые по своим возможностям могли привлекаться к поисково-спасательным операциям. Так, к обследованию и подводным работам, связанными с гибелью пассажирского лайнера «Нахимов» помимо спасательных судов ВМФ и Черноморского морского пароходства были привлечены исследовательские суда «Гидробиолог» и «Импульс», а также автономный глубоководный аппарат «Аргус» Академии наук СССР. К поиску и подъему южнокорейского самолета «Боинг 747», сбитого советским истребителем 1 сентября 1983 г., успешно привлекается судно «М. Мирчинк» (Мингазпром), оснащенное телевизионной камерой и глубоководным водолазным комплексом. По составу сил и реальным возможностям в сфере оказания помощи аварийным судам и выполнения подводно-технических работ, ведущее положение заняло Министерство морского флота СССР (ММФ). Поступившие в ЭО АСПТР на бассейнах современные многоцелевые суда, специальные суда для ЛРН и крупные партии оборудования для аварийно-спасательных и ликвидации розливов нефти (ЛРН) работ послужили основой для укрепления централизованного управления морской спасательной службой, и в 1991 г. на базе Госморспецслужбы ММФ была создана Госморспасслужба СССР с подчинением ей БАСУ (УАСПТР). В целях дальнейшего совершенствования организации морской спасательной службы приказом Министра транспорта от 23 июля 1998 г. Госморспасслужба и ГМСКЦ были преобразованы в единый орган – Государственную морскую спасательно-координационную службу России. В качестве центрального органа управления в Москве создается Управление государственной специализированной службы по ликвидации розливов нефти и нефтепродуктов в море (рис. 5). Создание Госморспасслужбы явилось существенным шагом к централизации использования сил и средств поисково-спасательного предназначения в масштабе морских ведомств РФ.

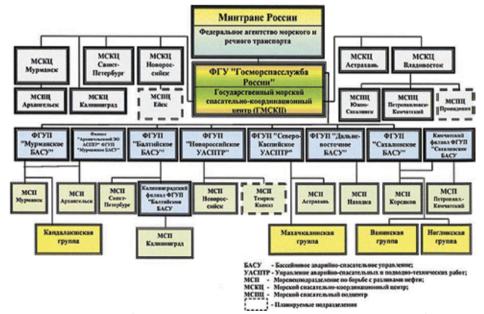


Рис. 5. Организация Государственной морской аварийно-спасательной службы

К середине 80-х гг. благодаря развитию советской экономики был создан и содержался самый многочисленный в мире состав судов поисково-спасательного предназначения. В то же время практическая реализация функционального потенциала сил и средств ПСО желала лучшего. Намеченные мероприятия по развитию и оптимизации системы отечественного спасания на море в должной степени не были проведены. С началом перестройки процессы «реформирования», а по сути развала существующих дееспособных госструктур, затронули практически все морские ведомства. Произошло существенное, зачастую необоснованное и неоправданное сокращение судового состава поисково-спасательного предназначения как ВМФ, так и гражданских ведомственных служб. Отсутствие единой федеральной технической политики сохранения и модернизации сил и средств поиска и спасания на море привело к практическому прекращению строительства подводных аппаратов, многоцелевых буксирно-спасательных и водолазных судов. К началу 1995 г. ни одно из вышеперечисленных ведомств-судовладельнев не могло осуществить весь комплекс свойственных работ по обеспечению безопасности на море. Первоначальным и логичным решением проблемы могла стать координация интегрированного использования всех сил и средств спасания, независимо от их ведомственной принадлежности. В связи с этим Постановлением Правительства РФ от 5 ноября 1995 г. №1113 было положено начало созданию Единой государственной системы предупреждения и подсистемой ликвидации чрезвычайных случаев на море. Но к моменту издания постановления федеральные возможности по поиску и спасанию на море не просто существенно снизились, а резко упали. Так, главная задача УПАСР ВМФ – спасения подводников существующим составом сил и средств – стала трудновыполнимой. Неоднократные доклады командования УПАСР о бедственном положении сил поисково-спасательного обеспечения ВМФ должной реакции со стороны руководства Министерства обороны и правительства РФ не нашли. И только гибель АПЛ «Курск» выявила бедственное состояние и неспособность сил и средств ПСС ВМФ к экстренному оказанию помощи аварийной ПЛ, которая затонула на ранее вполне отработанной водолазами глубине 108 м. Попытки спасти оставшихся в живых членов экипажа отечественными силами и средствами успехом не увенчались.

Это трагическое событие, получившее большой международный резонанс и повлекшее очень значительные затраты, заставило правительство всерьез обратить внимание на вопросы поиска и спасания на море. Была проведена реальная оценка имеющихся в РФ сил и средств поисково-спасательного предназначения и их возможностей. К этому времени в сфере гражданского мореплавания в связи с повышением интенсивности судоходства, активизацией разведки и добычи нефти на континентальном шельфе, строительством нефтяных терминалов и увеличением перевозок нефти и газа морем существенно возросли риски морских аварий и нефтяных разливов. Вопросы повышения безопасности на море приобрели для страны особую актуальность. Проведена большая работа по обоснованию Морской доктрины РФ. В соответствии с ней на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ 27 июля 2001 г., признано необходимым:

- совершенствовать существующую систему поиска и спасания людей на море, основанную на взаимодействии федеральных органов исполнительной власти, имеющих в ведении и в сфере деятельности силы и средства спасания;
- обеспечить государственную поддержку развития и функционирования системы;
- развивать международное сотрудничество по поиску и спасанию людей на море;
- обеспечить создание и функционирование единой государственной глобальной автоматизированной системы

мониторинга и контроля за местоположением российских судов и наблюдения за обстановкой в Мировом океане.

В развитие положений Морской доктрины Правительством РФ приняты два постановления: «О состоянии спасательной службы на море и водах и направлениях по ее совершенствованию» от 6 апреля 2005 г. и «О создании комплексной системы безопасности нефтегазовых комплексов на континентальном шельфе» от 25 ноября 2005 г.

В 2005 г. начато строительство головного спасательного судна пр.21300 (рис. 6) с плановым сроком сдачи в 2014 г. До настоящего времени судно в состав ВМФ так и не принято. Фактически свернуты фундаментальные и прикладные исследования в области подводной физиологии и водолазной медицины, направленные на обеспечение безопасной деятельности человека в гипербарической среде.



Рис. 6 Спасательное судно ВМФ пр. 21300

В целях развития сил и средств Госморспасслужбы в соответствии с постановлением Правительства РФ от 31 мая 2006 г. № 338 запланировано строительство аварийно-спасательного флота в количестве 17 ед. (начиная с 2008 г.). Однако финансирование вновь созданной службы осуществляется не в полной мере, и ФГУ «Госморспасслужба России» вынуждено реализовывать «собственные» пути улучшения технической оснащенности. В настоящее время в системе Госморспасслужбы России трудятся свыше 2 тыс. человек, в ее составе – около 70 ед. флота: многоцелевые суда, морские буксиры, водолазные суда и вспомогательный флот. В соответствии с утвержденной Федеральной целевой программой новые спасательные суда и специальная техника позволят повысить уровень аварийно-спасательного обеспечения на морском транспорте. Особое значение приобретает работа Госморспасслужбы России в рамках требований Международных конвенций: по поиску и спасанию на море (SAR-79), по борьбе с разливами нефти (БЗНС-90), предотвращению загрязнения моря с судов (MARPOL-73/78), а также по выполнению многосторонних и двусторонних соглашений с сопредельными с Россией странами. С 2000 г. по настоящее время координаторами Госморспасслужбы России организовано проведение свыше 800 поисково-спасательных операций, спасено более 5 тыс. человек.

В соответствии с требованиями законодательства РФ государственные задачи поисково-спасательного обеспечения (ПСО) морской деятельности распределены между соответствующими федеральными органами исполнительной власти. Поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море и внутренних водах ВФ, осуществляется на принципе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб Министерства обороны, Министерства транспорта, Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Государственного комитета по рыболовству, Федеральной пограничной службы, Министерства природных ресурсов, Российской академии наук (рис. 7). Взаимодействие аварийно-спасательных служб Российской Федерации при организации поиска и спасения людей, терпящих бедствие на море и водных бассейнах России, определяется «Положением о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств и ведомств и организаций на море и водных бассейнах России», утвержденным руководителями 11 министерств и ведомств и зарегистрированном Министерством юстиции РФ 28 июля 95 г. №917.

Controller of Engineering of Engineering October of Engineering Octo

Рис. 7. Структура системы поиска и спасания на море

В результате приятых мер в 2010 г. к обеспечению безопасности мореплавания и добычи природных ресурсов в море привлекалось свыше 270 судов. Соотношение судового состава ведомств, привлекаемых к несению аварийно-спасательной готовности, отображено на рис. 8.

К сожалению, приходится признать что, несмотря на многочисленные «обоснования», «решения» и «постановления» по развитию сил и средств ПСО и созданию единой эффективной федеральной системы спасания, значимых успехов (конечных результатов) в этом направлении не достигнуто. Отсутствие должной нормативно-правовой базы, оставшаяся ведомственная изолированность и неоправданное дублирование ведомствами функций по спасанию на море, недостатки регламентирования порядка выделения ведомствами сил и средств для поиска и оказания помощи аварийным объектам в море, а также недостаточный уровень координации и взаимодействия – все перечисленное обусловливает существующую недостаточную эффективность ПСО морской деятельности в РФ. Отсутствие единой государственной политики строительства и модернизации сил и средств спасания на море, несовершенство системы технического регулирования, отсутствие должной их стандартизации и унификации приводят к неоправданным финансовым затратам, создают предпосылки для гибели людей и судов.

Эти проблемы были детально рассмотрены в ходе проведении второй (2010 г.) и третьей (2011 г.) Всесоюзных научно-практических конференций «Проблемы спасания людей на море и оказания помощи аварийным кораблям и судам». Эти конференции, организованные «Ассоциацией развития поисково-спасательной техники и технологий» при содействии Морской коллегии при Правительстве РФ, Министерства транспорта, Министерства обороны и Госморспасслужбы РФ позволили дать объективную оценку состоянию ПСО морской деятельности РФ.

В ходе конференций были оценены современные мировые тенденции ПСО и выработаны рекомендации по неотложному принятию мер в нормативно-правовой и законодательной сферах РФ. Ведущими специалистами страны были сформулированы основные направления реформирования существующей федеральной системы поиска и спасания на море и переоснащения ее поисково-спасательной, водолазной и глубоководной техникой:

- приоритетность эффективности применения, управления и взаимодействия сил и средств поиска и спасания над массовостью их наличия;
- развитие нормативно-правового обеспечения и международного сотрудничества в области спасания на море, особенно в сфере оказания помощи аварийным подводным лодкам.
- конструирование и производство новых видов и средств спасания на основе принципов международной унифика-

ции и стандартизации, гибкости изменения «конфигурации полезной нагрузки» под решение конкретных задач.



Рис. 8. Структура и соотношение судового состава системы спасания **РФ** на море

В силу вышеуказанных причин объективно назрела неотложность кардинального реформирования существующей на сегодняшний день системы ПСО морской деятельности государства и создания Единой системы ПСО морской деятельности РФ.

Поэтому в период 1993-2010 г г. были проведены следующие мероприятия по совершенствование Федеральной системы спасения на море:

- в 1995 г. образована Межведомственная морская координационная комиссия, прекратившая свою работу в 1999 г.;
- разработано Положение о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России;
- разработан План взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасанию на море и водных бассейнах Российской Федерации;
- в 1996 г. разработан проект Федеральной целевой программы Развития сил и средств спасения на море на период до 2005 г. Проект не принят;
- 27 марта 2002 г. на совещании Морской коллегии при Правительстве РФ рассмотрен проект Плана мероприятий по совершенствованию федеральной системы спасания на море до 2010 года, включавший в том числе мероприятия по созданию спасательных судов. Данный проект плана был отклонен. По поручению Правительства РФ в ноябре 2003 г. Министром обороны РФ и Министром транспорта РФ был утвержден сокращенный план мероприятий (организационных) по совершенствованию федеральной системы спасания на море до 2010 г. Этим планом предусматривалась разработка концепции федеральной системы спасения на море в рамках ФЦП «Мировой океан», которая в связи с отсутствием финансирования не была реализована;
- в 2005 г. состоялось совещание Морской коллегии, на котором было принято решение об укреплении взаимодействия силовых и гражданских ведомств;
- функции по определению политики построения, использования и развития государственной системы оказания помощи и спасания на море и водах, а также по координации деятельности федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасанию на море и водах возлагаются на МЧС России;
- организация спасания на море кораблей, судов, летательных аппаратов Минобороны России, ФСБ России, МВД России возлагается на Минобороны России;
- организация и координация спасания на море гражданских транспортных, рыбопромысловых и других специализиро-

- ванных судов, а также гражданских летательных аппаратов возлагается на Минтранс России;
- организация и координация спасания маломерных судов в территориальном море, а также спасание во внутренних водах Российской Федерации возлагается на МЧС России. Данное решение до настоящего времени не реализовано в соответствующих нормативных и правовых документах.

В 2010 г. состоялось заседание Морской коллегии по рассмотрению вопросов ПСО морской деятельности РФ. Принятые решения по корректировке основополагающих нормативных и правовых документов до настоящего времени не выполнены. Таким образом, в настоящее время продолжают иметь место проблемные вопросы функционирования системы поиска и спасания людей на море, основанной на взаимодействии федеральных органов исполнительной власти, что подтверждается опытом проведения поисковых, аварийно-спасательных, подводно-технических, водолазных и глубоководных работ при авариях кораблей, морских и воздушных судов.

Указанные обстоятельства, а также отсутствие федерального органа исполнительной власти, осуществляющего постоянное руководство деятельностью ведомственных аварийноспасательных служб в повседневных условиях по вопросам федерального уровня (нормативное и правовое обеспечение, единая техническая политика, разработка единых стандартов подготовки специалистов, сертификация поисково-спасательной техники и т.д.), ограниченные финансовые возможности ведомственных структур, являются причиной ограничений дальнейшего развития системы АСО, дублирования направлений работ и, как следствие, нерационального расходования бюджетных средств. Главный практический недостаток существующей системы ПСО морской деятельности России заключается в отсутствии комплексного подхода к функционированию и развитию системы по причине ведомственной разобщенности (каждое ведомство решает на море свою задачу) и, как следствие, недостаточного уровня оперативного реагирования и наращивания сил и средств при ликвидации аварии, что наиболее полно может проявиться в Арктическом регионе.

Примером отсутствия системного подхода в вопросах ПСО является одобрение Морской Коллегией при Правительстве РФ 27 сентября 2013 г. «Концепции развития системы поисково-спасательного обеспечения ВМФ на период до 2025 г.» без наличия утверждённых «Концепции развития системы ПСО МД РФ до 2030 г.» и «Концепции развития системы ПСО Вооруженных сил РФ до 2030 г.». К настоящему времени «Концепции развития системы поисково-спасательного обеспечения ВМФ на период до 2025 г.» представлена на утверждение министру обороны РФ и является основополагающим документом для разработки конкретных планов повышения функционального потенциала системы ПСО ВМФ. Концепцией предусмотрено строительство и передача в состав ВМФ более 70 спасательных судов различного назначения.

Планируется, что основным средством оказания помощи экипажам ПЛ станут спасательные суда пр.21300, имеющие на вооружении самые современные технические средства обеспечивающие выполнение глубоководных и водолазных работ на глубинах до 450 м. Предполагается построить шесть таких судов. При реализации такого подхода наш ВМФ окажется единственным в мире, располагающим шестью весьма дорогостоящими 450-метровыми глубоководными водолазными комплексами, применение которых для спасания экипажей аварийных ПЛ, как правило, ограничивается 200 м, а использование таких комплексов для задач ОАО «Газпром» на континентальном шельфе практически не востребовано при наличии достаточно эффективной подводной робототехники и соответствующих технологий.

В то же время в рамках реализации подпрограммы «Морской транспорт» $\Phi \Pi$ «Развитие транспортной системы



Рис. 9. Многоцелевое спасательное судно пр. MPSV07 Госморспасслужбы России

России 2010–2020 гг.» планируется строительство около 40 спасательных судов различного назначения (рис. 9).

При этом следует отметить, что « Стратегией развития морской деятельности РФ до 2030 г.» для Минобороны, Минтранса, МЧС предусмотрено строительство только 70 спасательных судов. Проблемой является также унификация как спасательных судов, так и поисково-спасательной техники, многообразие которой и соответствующая стоимость разработок превысила все допустимые пределы.

ВЫВОДЫ

Для первоочередного решения комплекса имеющихся проблем ПСО необходимо создать (или возложить на существующий, например, Минтранс России) федеральный орган исполнительной власти с задачей управления повседневной деятельностью (корректировка существующей нормативной и правовой базы, единая техническая политика, подготовка спасателей, сертификация поисково-спасательной техники и др.) ведомственными морскими аварийно-спасательными службами.

Для системного решения проблем ПСО морской деятельности РФ необходимо поручить Морской коллегии при Правительстве РФ разработать «Концепцию развития системы ПСО до 2030 г.» и соответствующую комплексную программу (дополнения к одной из существующих ФЦП) «Спасание на море».

Исторический опыт создания и деятельности ЭПРОНа, анализ функционирования ведомственных аварийно-спасательных служб, уроки и выводы прошедших аварий на море подтверждают необходимость наличия в РФ единой государственной морской поисково-спасательной службы, в качестве которой может и должна быть определена Госморспасслужба России. Ведомственные аварийно-спасательные имеют право на существование для решения сугубо ведомственных задач (например, СПАСР ВМФ для спасания экипажей аварийных ПЛ) и использования в качестве сил наращивания при поиске и спасании людей на море.

ЛИТЕРАТУРА

- Федеральный закон от 09 февраля 2007 №16-ФЗ «О транспортной безопасности».
- 2. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. №605 «О мерах по реализации внешнеполитического курса Российской Федерации», М., 2012.
- Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ 18.09.2008 г.
- Стратегия развития морской деятельности России до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.12.2010 г. №2205-р.
- 5. Спасатели Военно-Морского Флота/ В.Н. Илюхин, А.П.Фокин, В. Г.Голубев и др. М.: Воениздат, 1996. 263 с.
- В.Карев, А. Хаустов. Продолжатели дела ЭПРОНа // Морской флот. – 2008. – №6. – С.28–31.
- Концепция развития поисково-спасательного обеспечения морской деятельности Военно-морского флота на период до 2025 г.// Морская политика России. – 2013. – № 6. – С.64–70.
- Морские спасатели на защите национальных интересов России // Морской флот. – 2007. –№1. – С.3–12.

ля неповрежденного корабля (судна), согласно требованиям Российского Морского Регистра судоходства, при заданном волнении и силе ветра, соотношение K опрокидывающего $M_{\mbox{\tiny ond}}$ и кренящего $M_{
m kp}$ моментов определяется с обязательным выполнением условий

$$K = \frac{M_{\text{onp}}}{M_{\text{KD}}} \ge 1.$$

 $K = \frac{M_{\text{onp}}}{M_{\text{кp}}} \ge 1.$ В настоящее время эта задача решена в теории качки корабля без учета начального угла крена (симметричные колебания). При этом определяется сначала угол крена корабля на качке без учета

шквального ветра, а затем –угол крена корабля от действия шквального ветра на тихой воде. Полученные величины углов крена суммируют, используя метод «суперпозиции». Что касается поврежденного корабля, который, как правило, имеет начальный (аварийный) угол крена, нелинейную диаграмму остойчивости, существенное влияние колебания влившейся воды на его гидродинамические характеристики, то принятый в настоящее время метод оценки динамической остойчивости корабля на волнении при действии шквального ветра не может быть к нему применим. Даже если при повреждении корабль не имеет начального угла крена, все равно при наличии угла дрейфа колебания будут асимметричными.

Для решения поставленной задачи рассмотрим качку поврежденного корабля, расположенного лагом к волне, на который действует поперечная, динамически приложенная горизонтальная сила шквального ветра P(t).

Рассмотрим сначала систему дифференциальных уравнений качки при действии волнения и шквального ветра для неповрежденного корабля.

Согласно работе [1], запишем уравнение бортовой качки в виде

$$(J_{\bar{\sigma}} + \lambda_{44})\ddot{\theta} + 2N_{\theta}\dot{\theta} + Dh_{0}\theta =$$

$$= (Dh_{0}x_{0} - \lambda_{44}\sigma^{2})\alpha_{0}sin\sigma t + 2N_{\theta}\alpha_{0}cos\sigma t + M(t).$$
(1)

где M(t) — момент силы P(t) относительно оси, проходящей через центр тяжести корабля;

$$M(t) = P(t)Z_{c} \tag{2}$$

 $M(t) = P(t)Z_G$ (2) Уравнение поступательных колебаний, принимая во внимание, что влияние угловых колебаний на поступательные колебания очень невелико, а колебание поступательного движения на угловые качания значительно, будет иметь вид:

ния на угловые качания значительно, оудет иметь вид.
$$\frac{D}{g} + \ddot{\eta}_{G} + N_{y}\dot{\eta}_{G} = P(t) + (\frac{D}{g} + \lambda_{22}) \varkappa_{\eta} \ddot{\eta}_{B} + N_{y}\dot{\eta}_{B}. \tag{3}$$
 Введем относительную координату $y = \eta_{G} - \varkappa_{\eta} r_{B}$, тогда
$$\left(\frac{D}{g} + \lambda_{22}\right) \ddot{y} + N_{y}\dot{y} = P(t). \tag{4}$$

$$\left(\frac{D}{g} + \lambda_{22}\right) \ddot{y} + N_{y} \dot{y} = P(t). \tag{4}$$

Уравнение (4), в конечном счете, решается как линейное уравнение первого порядка относительно у.

Для поврежденного корабля уравнение бортовых колебаний, согласно [2, 3] представим в следующем виде:

$$\begin{split} \left(J_{\mathbf{x}} + J + \lambda_{44}\right) \ddot{\theta} - 2N_{\theta}\dot{\theta} + DI(\theta) + \ddot{y}\rho\beta_{1}^{2} + \ddot{\theta}\rho\delta_{1}\beta_{1} + \rho\left(\frac{\beta_{1}}{\lambda_{1}} - \delta_{1}\right) \ddot{q}_{1} &= \\ &= \left(Dh_{0} - \lambda_{44}\sigma^{2}\right) \boldsymbol{x}_{\theta}\alpha_{0}\sin\sigma t + 2N_{0}\boldsymbol{x}_{\theta}\cos\sigma t + M(t). \end{split} \tag{5}$$

Уравнение поступательных колебаний запишем как

$$\left(\frac{D}{g} - \lambda_{22}\right) \ddot{y}_g + N_{\eta} \dot{y}_g - \rho \beta_1 \ddot{q}_1 = \left(\frac{D}{g} + \lambda_{22}\right) \alpha_{\eta} \sigma^2 r_0 \sin \sigma t - -N_{\eta} \alpha_{\eta} \sigma r_0 \cos \sigma t - r \cos \theta \beta_1 q_1 + P(t).$$
(6)

В данной системе (5), (6) учтено влияние влившейся воды как на инерционные и статические характеристики (первый, третий члены уравнения (5), так и на изменения возмущающего момента от волнового движения «внутренней» жидкости [шестой член уравнения (6)]. Аналогично влияние и на поступательные

ДИНАМИЧЕСКИЙ КРЕН ПОВРЕЖДЕННОГО КОРАБЛЯ НА ВОЛНЕНИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ШКВАЛЬНОГО ВЕТРА

П. А. Шауб, д-р техн. наук, проф., вед. научн. сотрудник, С. В. Московкина, наичн. сотридник. НИИ кораблестроения и вооружения ВУНЦ ВМФ «ВМА», контакт. тел. (812)) 405 07 06

> колебания, где третий член в уравнении (6) является дополнительным моментом от переливания жидкости в отсеке при дрейфе, увеличивая при этом угол дрейфа поврежденного корабля.

Совместное решение уравнений (5) и (6) является довольно сложным, хотя общее решение дано в работе [2]. Поэтому для инженерных расчетов предлагается более простой метод, использующий решение динамических задач на фазовой плоскости по кривым равной энергии [2, раздел 2.4], что позволяет воспользоваться при решении вышеизложенной задачи любым видом диаграммы статической и динамической остойчивости поврежденного корабля (судна). Применим для практических расчетов графический метод, описанный в работе [1].

Рассмотрим самый общий вид диаграммы статической остойчивости поврежденного корабля при наличии отрицательной начальной остойчивости (рис. 1) и построим для нее диаграмму динамической остойчивости в масштабе работ. За начало действия шквала примем положение корабля с полученным наибольшим креном на наветренный борт, равным амплитуде бортовой качки Θ_{m} , полученным из решения уравнения (5), [2]. Накренение корабля заканчивается, когда он получает динамический крен, равный Ө₁. В точке начала отклонения и в конце отклонения кинетическая энергия равна нулю (точка А и В), в связи с чем энергия корабля в этих точках определяется его потенциальной энергией, т.е. его диаграммой динамической остойчивости.

В этих условиях при потенциальной энергии $0 < h < h_{\pi}$ корабль будет колебаться относительно равновесного положения Θ_0 , равного начальному углу крена, не переваливаясь на противоположный борт (h_1, h_2) . При потенциальной энергии, равной h_{π} корабль может находиться в покое, однако его состояние будет безразличным. При $h > h_{\pi}$ корабль будет совершать колебания с борта на борт. Используя вышеизложенное, проведем на рис. 1 следующие построения. Влево от начала координат откладываем амплитуду качки θ_{∞} с фиксацией точки A при учете начального угла крена θ_0 .

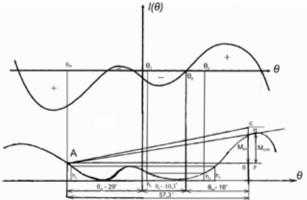


Рис. 1. Диаграмма статической и динамической остойчивости поврежденного корабля

Из точки А проведем прямую, параллельную оси абсцисс, отложив отрезок АВ равный одному радиану. От точки В от-

ВЫВОДЫ

$$K = \frac{M_{\text{onp}}}{M_{\text{kp}}} < 1.$$

1. Как показали примеры расчета [2] и условный пример данной статьи, учет начального угла крена и переливание жидкости в отсеках может существенно повлиять на опрокидывание корабля в условиях волнения и шквального ветра.

2. Решение данной задачи будет полезна и для неповрежденного корабля в случае начального угла крена от смещения, например, на волнении перевозимого груза, либо обледенения, при начальном угле крена >4-5°.

ЛИТЕРАТУРА

- Семенов-Тян-Шанский В.В., Благовещенский С.Н., Холодилин А.Н. Качка корабля. –Л.: Судостроение, 1969.
- *Шауб П.А.* Качка поврежденного корабля. Динамическая непотопляемость. – Изд. ООО НИЦ «Моринтех», 2013.
- Мальцев Н.Я., Дорогостайский Д.В., Прытков Ю.К. Теория непотопляемости судна. –Л.: Судостроение, 1973.

ВВЕДЕНИЕ

Качественное управление современными судами в реальных условиях невозможно без точной и полной информации о фазовых координатах, формирующих закон управления. Для получения такой информации используются различные алгоритмы фильтрации. Наиболее распространены Калмановские алгоритмы [1, 2], использующие текущие невязки в обратной связи. Данные алгоритмы позволяют получать требуемое качество

оценок искомых параметров лишь при наличии достоверных математических моделей движения, измерения и возмущения. Существующие технические системы, работающие в реальных условиях, данными свойствами, как правило, не обладают. Кроме того, математическая модель судна в ходе плавания изменятся. В связи с этим возникает необходимость уточнения параметров модели во время плавания. Предлагаемый в работе подход основан на использовании полного набора измерителей процесса управляемого движения судна (включая акселерометры).

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим модель движения гидрографического судна «Сибиряков» [3]

$$\dot{V}_{y} = a_{11}V_{x}V_{y} + a_{12}V_{x}\omega_{z} + b_{1}V_{x}^{2}u + \zeta_{1};$$

$$\dot{\omega}_{z} = a_{21}V_{x}V_{y} + a_{22}V_{x}\omega_{z} + b_{2}V_{x}^{2}u + \zeta_{2};$$

$$\dot{\varphi} = \omega_{z} + \zeta_{3},$$
(1)

где V_x, V_y, ω_z, ϕ — продольная и поперечная линейные и угловая скорости движения и угол курса; u – руль, $a_{11}, a_{12}, b_1, a_{21}, a_{22}, b_2$ - неизвестные, подлежащие уточнению гидродинамические коэффициенты; $\varsigma_1, \varsigma_2, \varsigma_3$ — случайные входные помехи с нулевыми средними $M[\varsigma_i(t)] = 0$ и известными ковариационными матрицами $cov(\varsigma_i(t)\varsigma_i^T(\tau)) = Q_i(t)\delta(t-\tau)$.

Управляющие органы описываются, как правило, нелинейным дифференциальным уравнением вида $\dot{u} = f(\sigma)$, где величина σ определяется выражением $\sigma = k_{\omega}(\phi - \phi_{zad}) + k_{\omega z}\omega_z - k_{\omega}u$, где $\Phi_{\rm zad}$ — заданное значение курса; $k_{_{\rm o}}, k_{_{\rm oz}}, k_{_{\it u}}$ — известные коэффициенты усиления.

Измеряемыми координатами движения судна является угол курса ϕ , угол перекладки руля u, линейная и угловая скорости V_x, V_y, ω_z . С достаточной степенью точности математическая модель измерения представляется в виде [4]

$$y_{Vx} = V_{x} + \xi_{Vx}; \ y_{Vy} = V_{y} + \xi_{Vy}; y_{u} = u + \xi_{u}; \ y_{\omega z} = \omega_{z} + \xi_{\omega z}; \ y_{\varphi} = \varphi + \xi_{\varphi}.$$
(2)

где $y_{V_X}, y_{V_Y}, y_u, y_o, y_{oz}$ — измеренные значения продольной и поперечной скоростей $V_{\scriptscriptstyle X}$ и $V_{\scriptscriptstyle Y}$, руля u , угловой скорости ω_z и угла ϕ ; ξ_{ν_x} , ξ_{ν} , ξ_{ω} , ξ_{ω_z} — помехи измерения, представляющие собой случайные процессы с нулевыми средними и известными дисперсиями.

Для идентификации неизвестных гидродинамических коэффициентов в систему измерения предложено ввести

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СУДНА В РЕЖИМЕ ПЛАВАНИЯ

Л.М. Клячко, д-р техн. наук, генеральный директор ЦНИИ «Курс»,

Н.Н. Тарасов, канд. техн наук, ст. науч. сотрудник,

Г.Э. Острецов, канд. техн наук, ст. науч. сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, контакт. тел. 8 (495) 394 7900, 163 3102

датчики линейных и угловых ускорений.

$$y_{\dot{V}_{y}} = \begin{cases} \dot{V}_{y} + \xi_{\dot{V}_{z}} & \text{if } |\dot{V}_{y}| \ge d_{V}; \\ 0 & \text{if } |\dot{V}_{y}| < d_{V}; \end{cases} y_{\dot{\omega}_{z}} = \begin{cases} \dot{\omega}_{z} + \xi_{\dot{\omega}_{z}} & \text{if } |\dot{\omega}_{z}| \ge d_{\omega}; \\ 0 & \text{if } |\dot{\omega}_{z}| < d_{\omega}, \end{cases}$$
(3)

где $y_{\dot{\nu_j}}$, $y_{\dot{\omega_z}}$ — измеренные значения ускорений $y_{\dot{\nu_j}}$, $y_{\dot{\omega_z}}$ и $\dot{\omega_z}$; $\xi_{\dot{\nu_j}}$ и $\xi_{\dot{\omega_z}}$ — помехи измерения, представляющие собой случайные процессы с нулевыми средними и известными дисперсиями; $d_{\scriptscriptstyle V},d_{\scriptscriptstyle \odot}$ – постоянные величины, характеризующие чувствительность акселерометров.

В данной работе ставится задача определения оценок гидродинамических коэффициентов математической модели объекта (1) по результатам измерения (2) – (3) с минимальной среднеквадратической ошибкой.

2. АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ

Учитывая выражения (1) – (3), получим систему алгебраических уравнений, где вместо координат движения рассматриваются измеренные их значения:

$$y_{iy} = a_{11}y_{ix}y_{iy} + a_{12}y_{ix}y_{oz} + b_1y_{ix}y_{ix}y_u + \zeta_1;$$

$$y_{oz} = a_{21}y_{ix}y_{iy} + a_{22}y_{ix}y_{oz} + b_2y_{ix}y_{ix}y_u + \zeta_2.$$

Запишем эти выражения в матричном виде

$$y_{i\dot{y}} = h_{i\dot{x}}^T a_1 + \zeta_1; \tag{4}$$

 $y_{iy} = h_{ix}^T a_1 + \zeta_1;$ (4) $y_{oz} = h_{oz}^T a_2 + \zeta_2,$ (5) где y_{iy}, y_{oz} — показания акселерометров; $h^T = h_{ix}^T = h_{oz}^T = (y_{ix}y_{iy}, y_{iy}y_{oz}, y_{ix}^2y_u)$ — векторы, составленные из показаний датчиков; $a_1 = (a_{11}, a_{12}, b_1)^T$ и $a_2 = (a_{21}, a_{22}, b_2)^T$ — векторы неизвестных гидродинамических коэффициентов.

Из выражений (4), (5) видно, что оценки параметров a_{ij} a_{2} определяются независимо друг от друга.

Если проведено n измерений, то определим следующие выражения:

$$z_{1n} = (y_{\dot{y}_{x1}}, y_{\dot{y}_{x2}}, ..., y_{\dot{y}_{xn}})^{T}; \quad z_{2n} = (y_{\dot{\omega}1}, y_{\dot{\omega}2}, ..., y_{\dot{\omega}n})^{T};$$

$$h_{j}^{T} = (y_{\dot{v}_{x,j}}, y_{\dot{v}_{y,j}}, y_{\dot{v}_{x,j}}, y_{\dot{\omega}z,j}, y_{\dot{v}_{x,j}}, y_{\dot{u}j}); \quad j = 1, 2, ..., n \text{ M}$$

$$\boldsymbol{H}_{n} = (\boldsymbol{h}_{1}^{T}, \boldsymbol{h}_{2}^{T}, ..., \boldsymbol{h}_{n}^{T})^{T} = \begin{pmatrix} y_{Vx1}y_{Vy1}, y_{Vx1}y_{oz1}, y_{Vx1}^{2}y_{u1}; \\ y_{Vx2}y_{Vy2}, y_{Vx2}y_{oz2}, y_{Vx2}y_{u2}; \\ \vdots \\ y_{Vxn}y_{Vyn}, y_{Vxn}y_{ozn}, y_{Vxn}^{2}y_{ozn}, y_{Vxn}^{2}y_{un}. \end{pmatrix}$$

В этом случае оценки неизвестных параметров \hat{a}_1,\hat{a}_2 по критерию min среднеквадратической ошибки определяется в виде [5]

$$\hat{a}_{1n} = P_n H_n^T z_{1n}, \ \hat{a}_{2n} = P_n H_n^T z_{2n}, \$$
, где $P_n = (H_n^T H_n)^{-1}.$

При поступлении новых измерений $y_{\dot{y}_{x,n+1}}, y_{\dot{\varphi}_{x,n+1}}, y_{\dot{y}_{x,n+1}}, y_{\dot{y}_{y,n+1}}, y_{\dot{y}_{x,n+1}}, y_{\dot{y}_{x,n+$

 $\hat{a}_{1,n+1} = P_{n+1}H_{n+1}^T Z_{1,n+1}; \quad \hat{a}_{2,n+1} = P_{n+1}H_{n+1}^T Z_{2,n+1}, \text{ где } P_{n+1} = (H_{n+1}^T H_{n+1})^{-1}.$ Использование таких выражений непересообразно из-за

Использование таких выражений нецелесообразно из-за большого объема памяти

Между векторами $\hat{a}_{i,n}$ и $\hat{a}_{i,n+1}$, i = 1, 2 существует следующая связь:

$$\hat{a}_{1,n+1} = \hat{a}_{1,n} + P_{n+1}h_{n+1}(y_{\hat{Y}_{x},n+1} - h_{n+1}^{T}\hat{a}_{1,n}); \hat{a}_{2,n+1} = \hat{a}_{2,n} + P_{n+1}h_{n+1}(y_{\hat{\omega}z,n+1} - h_{n+1}^{T}\hat{a}_{1,n}),$$
(6)

где матрица \mathbf{P}_{n+1} определяется в виде $\mathbf{P}_{n+1} = P_n - P_n h_n (h_n^T P_n h_n + 1)^{-1} h_n^T P_n.$

При этом в качестве начальных условий выбирают $\hat{a}_{i,0} = 0$, а $P_0 = c^2 E, \ c^2 \to \infty$.

Итерационный процесс оценивания параметров модели движения продолжают до тех пор, пока разность оценок всех коэффициентов \hat{a}_{1i} , \hat{a}_{2i} , i=1, 2, 3 на n-м и n+1-м шагах не станет менее заданной величины ϵ , т.е. пока не будут выполнены следующие условия:

$$\left| \hat{a}_{1i,n+1} - \hat{a}_{1i,n} \right| \le \varepsilon; \quad \left| \hat{a}_{2i,n+1} - \hat{a}_{2i,n} \right| \le \varepsilon.$$

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ

В качестве наблюдаемых координат использовались измерения (4) и (5). Коэффициенты модели движения определялись с помощью алгоритма идентификации (6). При этом в работе были рассмотрены различные входные воздействия: а) F_{st} — ступенчатое воздействие — переход судна по курсу на заданную величину; б) F_{mst} — многократное ступенчатое воздействие с амплитудой отклонения по курсу ± 1 grad; в) F_{st} — синусоидальное воздействие с аналогичной амплитудой.

На рис. 1-2 представлены оценки и истинные гидродинамические коэффициенты модели судна a_{11} , a_{12} , b_1 и a_{21} , a_{22} , b_2 соответственно при скорости движения $V_x = 5\,$ м/с в режиме многократных ступенчатых воздействий.

Аналогичные результаты получены и для других входных режимов, отличающиеся от результатов, представленных на рис. 1–2 лишь точностью оценок.

Точность оценивания коэффициентов модели движения определяют по формулам $pr_{1i} = \left|(\hat{a}_{1i,n+1} - a_{1i})/a_{1i}\right| \cdot 100\%$ и $pr_{2i} = \left|(\hat{a}_{2i,n+1} - a_{2i})/a_{2i}\right| \cdot 100\%$; i = 1, 2, 3, где $\hat{a}_{1i,n+1}$, $\hat{a}_{2i,n+1} - a_{2i}$ оценки гидродинамических коэффициентов получаемых по окончанию итерационного процесса идентификации; а a_{1i} , a_{2i} — истинные значения коэффициентов.

В таблице приведены точности оценок коэффициентов модели движения pr_{1i} и pr_{2i} в зависимости от видов внешних воздействий и от чувствительности датчиков ускорений.

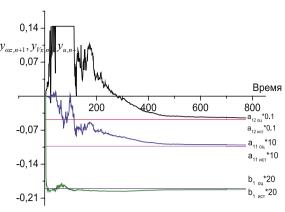
Из таблицы видно, что наилучшим внешним возмущением при получении оценок параметров модели является многократное ступенчатое возмущение $F_{\it mst}$ при различных чувствительностях акселерометров, так как при таких переходах судна информативность измерителей выше, чем при других. По данным таблицы можно определить предельные значения чувствительностей датчиков ускорений в зависимости от требуемой точности оценок параметров модели.

Режимы с малыми амплитудами колебаний могут быть использованы практически в любое время в рабочем режиме плавания и позволяют уточнять оценки коэффициентов модели движения при их изменении, практически не нарушая графика плавания. Кроме того, качество оценок зависит и от шумовых характеристик измерителей и входных возмущений, которые в работе рассматривались из расчета 10% от текущего значения измеряемой величины.

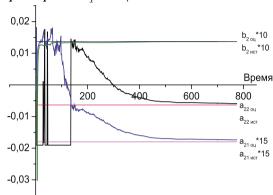
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование акселерометров дает возможность:

- уточнять меняющиеся во время плавания коэффици-



 $Puc.\ 1.\$ Коэффициенты модели судна $a_{11},\ a_{12},\ b_1$ и их оценки при скорости $V_{_{\rm Y}}=5\,$ м/с



Puc.~2. Коэффициенты модели судна $a_{21},~a_{22},~b_2$ и их оценки при скорости $V_{\rm x}=5\,$ M/c

Таблица

Точность оценок коэффициентов модели движения, достигаемая акселерометром

Точность акселерометров	Виды воздействий	a ₁₁	a ₁₂	b ₁	a ₂₁	a ₂₂	b ₁
$V_{v} - 10^{-4} \text{ M/c}$	F_{st}	4,7	2,3	1,4	4,2	2,7	0,5
,	F _{mst}	4,2	2,0	1,0	3,0	1,7	0,08
ω _z − 10 ⁻⁴ рад/с	F_{s}	29,9	17,2	14,0	23,7	16,9	10,1
$V_v - 10^{-3} \text{ M/c}$	F _{st}	16,5	4,4	1,5	18,4	6,2	0,8
,	F _{mst}	6,8	2,6	1,3	7,1	3,5	0,6
ω _₂ – 10 ⁻³ рад/с	F,	45,0	21,2	9,8	46,2	27,5	9,1
$V_{v} - 10^{-2} \text{ M/c}$	F _{st}	42,0	7,2	9,1	34,8	11,0	1,5
,	F _{mst}	13,4	5,6	6,9	36,7	11,8	1,5
ω_z – 10 ⁻² рад/с	F_{s}	-	-	-	-	-	-

енты математической модели судна;

 использовать предложенные алгоритмы идентификации в процессе плавания, не нарушая график движения судна.

Кроме того, в работе рассмотрены типовые входные воздействия, применяемые на практике, и показано, что многократное ступенчатое воздействие является наилучшем из них. Получены точностные характеристики параметров модели в зависимости от чувствительности датчиков ускорений и вида входных воздействий.

Проведенное моделирование с использованием математической модели движения гидрографического судна «Сибиряков» подтверждает работоспособность данного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Квакернаак X., Сиван Р.* Линейные оптимальные системы управления. М.: Мир, 1977.
- 2. Атанс М., Фалб П. Оптимальное управление. М.: Машиностроение. 1968
- Дмитриев С.П., Пелевин А.Е. Задачи навигации и управления при стабилизации судна на траектории. – СПб., ГНЦ РФ–ЦНИИ «Элетроприбор», 2002.
- 4. Евланов Л.Г. Контроль динамических систем. М.: Наука, 1979.
- . Спиди К., Браун Р., Гудвин Дж. Теория управления. М.: Мир, 1973. ■

ктуальность работ по ледовой ходкости судов остается достаточно острой для России в связи с увеличением добычи углеводородного сырья на Арктическом шельфе, работой промыслового флота в районах Крайнего Севера, транспортировкой редкоземельных металлов с п-ова Таймыр, охраной наших арктических территориальных водных границ. Для решения этих задач исследования ледопроходимости транспортных судов в условиях битых льдов остаются актуальными и сегодня.

В настоящее время не существует научно обоснованного подхода к проектированию транспортных несамоходных речных судов, приспособленных для работаты в условиях ледовой навигации. Методы расчета ледового сопротивления, разработанные для транспортных судов многими авторами [1-4, 9-11], не всегда применимы к данному типу судов ввиду особенностей форм носовых оконечностей и соотношений главных размерений B/T=(6~8) и значительных величин коэффициента общей полноты $\delta = (0.75 \sim 0.95)$. Необходимо также учесть, что несамоходные баржи имеют продолжительную цилиндрическую вставку в составе корпуса, равную примерно 90% длины конструктивной ватерлинии. Применять ранее разработанные методики расчета сил ледового сопротивления при движении судов в битых льдах невозможно прежде всего из-за того, что во многие расчетные формулы очень часто входит тангенсальная зависимость от угла притыкания действующей ватерлинии к диаметральной плоскости корпуса судна [4,9]. Рассматриваемые в исследовании суда имеют значение вышеупомянутого угла, близким к 90°, что соответствует близким к бесконечным величинам тангенса. Данное обстоятельство дает в расчетах сил ледового сопротивления бесконечные или сильно завышенные значения, что не соответствует природе наблюдаемого явлению движения судна с большим коэффициентом общей полноты в битом льду. Реальные суда обладают низкими качествами ледовой ходкости, но имеют установившееся движение в слое мелкобитого льда.

Рассмотрим картину взаимодействия ледяного покрова и судна с полными обводами на примере эксплуатации толкаемой баржи пр. Р-167 [5]. Наблюдаемое нами судно движется в мелкобитом речном льду сплоченностью 9—10 баллов. Толщина слоя битого льда 0,5—0,7 м.

Баржа пр. Р-167 имеет следующие размеры: L=111 м, B=21 м при осадке T=3,5 м. Судно имеет полные обводы с коэффициентом общей полноты $\delta=0,911$ и коэффициентом полноты конструктивной ватерлинии, равным

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУДОВ С БОЛЬШИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ОБЩЕЙ ПОЛНОТЫ И БИТОГО ЛЬДА

М. Ю. Сандаков, доцент НГТУ им. Р. Е. Алексеева, Н. Новгород, **Б. П. Ионов**, д-р техн. наук, проф., начальник отдела ОАО «ОСК», контакт. тел. (812) 494 17 55

α = 0,982. Это весьма характерно для многих несамоходных судов и некоторых иных объектов (плавучие доки, плавкраны, суперблоки, брандвахты, дебаркадеры, различные понтоны), которые в значительном количестве эксплуатируются в ледовых условиях на внутренних водных путях во время весенних и осенних кампанияй.

Наблюдения за работой судна в битых льдах позволяют разбить картину взаимодействия судна со льдом на некоторые этапы.

К корпусу толкаемого судна прикладывается сила от упора винтов толкача, и наш объект начинает ускоренное прямолинейное движение. С увеличением скорости движения баржи под носовой оконечностью уплотняется слой битого льда, образуя ледяной вал, который толкается корпусом по направлению движения судна. Следует отметить, что подводная часть ледяного вала намного больше надводной. Это следует из небольшой разности плотностей льда и воды, поэтому ледяной вал будет уместно назвать объемом уплотненого льда. По мере продвижения баржи в мелкобитом льду происходит увеличение уплотненного объема льда, который продолжает двигаться впереди судна. Из натурных наблюдений видно, что размеры этого объема в длину составляют до 2B (ширина судна), а при малых скоростях и более, в ширину не превышают B (ширина судна). Интересно отметить, что масса уплотненного слоя льда «достраивает» носовую оконечность исследуемой баржи Р-167, придавая ей (оконечности) более удобные формы для продвижения в битых льдах. Данная конструкция становится очень похожа на корпус судна с более острыми образованиями носовой оконечности, но большей длины. Подобное образование уместно назвать «ледяной наделкой». При скорости движения судна около 2-3 м/с и при осадке около 3 м обтекание корпуса обломками льда происходит по действующей ватерлинии. В этих условиях ледяная наделка работает как ледяной клин, раздвигая битый лед по нормали к каждой точке действующей ватерлинии. При движении массива уплотненного льда перед носовой оконечностью происходит отрыв крайних льдин и замещение их другими льдинами в целом с сохранением формы ледяной наделки. Льдины, находящиеся на границе ледяной наделки носовой оконечности корпуса, обтекают образованные «судовые» обводы. Если прикладываемой мощности достаточно для движения судна с толкаемой перед корпусом массы уплотненного льда, то наблюдается устойчивая фаза движения непрерывным ходом. Можно сказать, что процесс движения судна в мелкобитом слое льда, представленный на рис. 1, стационарен.

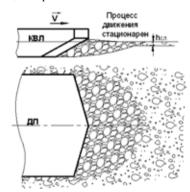


Рис. 1. **Образование ледовой наделки** в носовой оконечности судна

В данном процессе можно выделить еще одну картину взаимодействия судна с ледяным покровом при движении в слое битого льда. При меньших отношениях осадки к толщине слоя битого льда 1 < T/h < 4 наблюдается следующая картина, часть массы уплотненного льда копится перед носовым образованием корпуса и срывается, от набегающего потока воды под днище судна, обтекая корпус по батоксам. Ледяная наделка впереди носовой оконечности судна сохраняют свои очертания, благодаря новым льдинам, заместившим лед, ушедший под днище баржи, как это видно на рис 2.

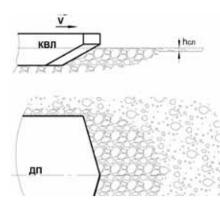


Рис. 2. Физическая картина срыва льда под днище

Масса льда движется под днищем, создавая дополнительное сопротивление движению судна. При достижении равенства силы ледового сопротивления и силы упора гребного винта толкача скорость движения становится постоянной. На явление срыва массы льда под днище могут влиять следующие факторы: величина угла притыкания действующей ватерлинии к ДП, величина угла наклона форштевня к ватерлинии ВЛ, скорость движения судна, толщина слоя битого льда, а также осадка судна.

В наших дальнейших исследованиях будем рассматривать только взаимодействие корпуса судна с битым льдом в режиме движения при стационарном процессе.

На основе натурных наблюдений была выдвинута рабочая гипотеза о форме поверхности ледяной наделки. Сверху ледовая наделка выглядит симметричной относительно продольной оси и ее ширина равна ширине судна В, траектория движения льдин огибает ледовую наделку по кривым линиям положительной кривизны. При виде с боку наделка имеет величину в вертикальном направлении, изменяющуюся от нуля до величины осадки судна T (толщина слоя битого льда входит в размер ледовой наделки). Гипотеза достраивания частицами льда носовой оконечности наблюдаемого судна до четверти эллипсоида не противоречит картине взаимодействия корпуса судна с большим коэффициентом общей полноты и битым многослойным льдом (рис. 3).

Рассмотрим расположение эллипсоида. Центр поверхности (точка, в которой все хорды, проходящие через нее, делятся пополам) помещен в начале носового заострения данного типа судов. Оси координат соответствуют осям симметрии поверхности. Большая ось эллипсоида расположена в ДП корпуса судна, на одном уровне с действующей ватерлинией, две другие расположены в плоскости, перпендикулярной к ДП.

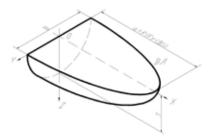


Рис. 3. Геометрия ледовой наделки из мелкобитого льда в виде эллип-

Данный эллипсоид имеет все три главные оси различной величины и поэтому не может являться эллипсоидом вращения. Этот факт позволяет применить математический аппарат для дальнейших исследований аналитически описанной поверхности.

Каноническое уравнение эллипса

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1,$$
 (1)

где $a \neq b \neq c$ — полуоси эллипсоида.

Так как для описания ледовой наделки необходима лишь часть эллипсоида, а именно его четверть, создадим граничные условия

$$0 \le x \le a; -B/2 \le y \le B/2; 0 \le z \le T.$$
 (2)

При бесконечно малой скорости модели длина ледовой наделки стремится к бесконечности (гипотеза имеет практическое подтверждение: когда при очень малых скоростях движения модель двигала весь лед в канале перед собой), а при больших скоростях — весь лед уходил в сторону от направления движения модели. Логично предположить, что величина а является экспоненциальной функцией. По результатам экспериментальных данных [7] была получена зависимость отношения величины а (продольная полуось эллипсоида) к ширине корпуса судна в виде графика. (рис. 4). Аппроксимируя полученный график, определяем выражение для нахождения длины ледовой наделки:

$$a=B \cdot 2.61 \cdot e^{-7.85\text{Fr}}, \tag{3}$$

где B — ширина судна; Fr — число Фруда от ширины судна B.

Число Фруда выразим через ширину судна *B*, потому что основным параметром в геометрических размерах корпуса судна при расчете ледового сопротивления судна ширина является характерным линейным размером.

В результате получим уравнение формы поверхности эллипсоида при принятых граничных условиях (2):

$$\frac{x^2}{(2,61 \cdot e^{-7.85 \text{Fr}} \cdot B)^2} + \frac{y^2}{\left\lceil \frac{B}{2} \right\rceil^2} + \frac{z^2}{T^2} = 1. \quad (4)$$

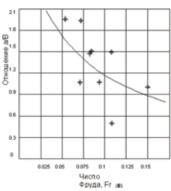


Рис. 4. Зависимость отношения длины ледовой наделки к ширине судна от числа Фруда

Уравнение (4) позволяет в дальнейшем провести аналитическое исследование в определении сил ледового сопротивления движению судна, имеющего большой коэффициент общей полноты корпуса, используя методику расчета. [3]. Данная методика расчета сил ледового сопротивления судна в битых льдах позволяет определять ледовую ходкость для плавающих сооружений с нестандартными обводами корпуса и предоставляет возможность рассчитывать буксировочные кривые для ледовых составов и караванов судов, движущихся в битом льду.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Грамузов Е.М., Калинина Н.В.* Исследование параметров движения ледоколов набегами. Теория, прочность и проектирование судов, плавающих во льдах: –Межвуз. сб. науч. тр./НГТУ.– Н. Новгород, 1995. С. 43—51.
- 2. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. Л.: Судостроение, 1986. 207 с.
- 3. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов: Монография. – СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с.
- 4. *Каштелян В. И., Позняк И. И., Рыв*лин А.Я. Сопротивление льда движению судна. — Л.: Судостроение, 1968. — 238 с.
- Сандаков М.Ю. Проведение натурных испытаний нефтеналивной баржи пр. 167 в ледовых условиях совместно с разными толкачами и ледоколами. – Мат-лы конфер. «Современные технологии в кораблестроительном образовании, науке и производстве». – Н. Новгород, 2006, с. 151–152.
- Сандаков М.Ю. Гущин Е.А. Модельные исследования ледовой ходкости судов с большим коэффициентом полноты в битом льду. – Мат-лы конфер. «Будущее тех. науки». НГТУ, 2010, с. 237—238.
- Сандаков Ю.А. Об определении полного ледового сопротивления речных судов в битых льдах//Тр. ГИИВТа «Судовождение на внутренних водных путях» — Горький, 1971. — Вып. 116. — Ч. 2. — С. 85—89.
- Солдаткин О. Б. «Влияние ширины ледового канала на сопротивление движению транспортного судна». Сб. науч. тр. ГИИВТ, Горький, 1988, вып. 234, с. 108—114.
- Тронин В.А., Поляков А.С. Расчет ледового сопротивления судна при прямолинейном движении в битом льду. Сб. науч. тр. ГИИВТ, Горький, 1988, вып. 234, с. 92—107

своение нефтяных месторождений российской Арктики привело к созданию крупнотоннажных челночных арктических танкеров (типа «Василий Динков» и «Михаил Ульянов»), дедвейт которых (70 тыс.т) более чем в три раза превышает дедвейт традиционно эксплуатировавшихся в этом регионе нефтеналивных судов ледового плавания. В последние годы, характеризующиеся легкими ледовыми условиями, произошло также резкое увеличение количества транзитных рейсов по Северному морскому пути (СМП), осуществляемых в летний период крупнотоннажными судами соответствующих сезону ледовых классов под проводкой атомных ледоколов. Наиболее крупным судном, прошедшим по Севморпути, стал танкер «Владимир Тихонов» класса «суэцмакс» дедвейтом около 160 тыс.т и шириной 50 м.

Очевидно, что дальнейшее освоение Арктики приведет к необходимости создания крупнотоннажных судов новых типов для круглогодичной эксплуатации в этом регионе (балкеров, танкеров и газовозов). Основными проблемными вопросами, возникающими при рассмотрении особенностей эксплуатации эдесь крупнотоннажных транспортных судов, являются обеспечение их маневренности во льдах и возможность движения в условиях ледовых сжатий. В настоящей статье анализируются пути решения данных вопросов.

ВОЗМОЖНЫЕ СЦЕНАРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Выбор концептуального подхода к проектированию крупнотоннажного транспортного судна для Арктики определяется в зависимости от предполагаемого варианта его плавания во льдах: под проводкой ледокола или самостоятельно. Самостоятельное плавание может осуществляться как традиционным способом — носом вперед, так и по принципу двойного действия — кормой вперед.

Первый вариант, как правило, считается предпочтительным с точки зрения обеспечения безопасности и надежности эксплуатации во льдах. В этом случае судно будет иметь ледовый класс и мощность пропульсивной установки ниже, чем при его самостоятельной эксплуатации, поскольку потребуются меньшие энергозатраты. При этом следует принимать во внимание, что ширина существующих ледоколов не превышает 28 м, что существенно меньше характерной для крупнотоннажных судов ширины в 40-50 м. Следовательно, придется либо использовать два ледокола, совместно прокладывающих канал требуемой ширины, либо судно будет двигаться в узком канале за одним ледоколом, доламывая кромки канала. Ледокольная проводка судов осуществляется дву-

ПРОЕКТНЫЕ ВОПРОСЫ МАНЕВРЕННОСТИ И ХОДКОСТИ ПРИ ЛЕДОВЫХ СЖАТИЯХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ АРКТИЧЕСКОГО ПЛАВАНИЯ

А. А. Штрек, ст. науч. сотрудник ЗАО «ЦНИИМФ», контакт. тел. (812) 271 81 72

мя основными способами: лидированием и на буксире вплотную. Для крупнотоннажных судов единственным вариантом проводки является первый способ, второй способ практически неосуществим как изза высокого надводного борта, так и невозможности обеспечения управляемости состава вследствие чрезмерно большой по сравнению с ледоколом массы буксируемого судна.

Варианты, предусматривающие самостоятельное плавание, позволяют отказаться от ледокольного сопровождения. При этом само судно должно обладать высокими ледовыми качествами и ледовым классом, обеспечивающими ему необходимую безопасность автономного плавания во льдах. В качестве примера можно привести челночные танкеры типа «Василий Динков». Эти суда, построенные на ледовый класс Arc6 и оборудованные двумя полноповоротными винторулевыми колонками (BPK) Azipod суммарной мощностью 20 МВт осуществляют челночные перевозки сырой нефти с терминала Варандей в юго-восточной части Баренцева моря до плавучего нефтехранилища Белокаменка в Кольском заливе, не прибегая к ледокольному сопровождению на маршруте движения. Ледокольное обеспечение этим танкерам требуется только при операциях швартовки и погрузки у точечного терминала.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ ВО ЛЬДАХ

К основным показателям, характеризующим маневренность транспортного судна во льдах, относятся: радиус циркуляции, при котором судно вписывается в канал за ледоколом, и дистанция выбега при экстренном торможении (для сценария эксплуатации под ледокольной проводкой), либо радиус самостоятельной циркуляции в ровном сплошном льду, а также возможность разворота судна на 180° способом «звездочка» в предельных льдах (для сценария автономного плавания во льдах).

Опыт круглогодичной эксплуатации во льдах замерзающих морей и летнего плавания в Арктике крупнотоннажных

танкеров дедвейтом более 100 тыс. т, имеющих ледовые усиления на балтийские классы 1A–1A Super (эквивалентные категориям ледовых усилений Российского Морского Регистра судоходства Arc4–Arc5), но оборудованных при этом традиционным пропульсивным комплексом и имеющих бульбообразные носовые оконечности, указывает на наличие определенных затруднений при работе во льдах, связанных как с их размерениями и формой обводов корпуса, так и с ограничениями мощности энергетической установки на режимах, близких к швартовным.

В качестве примера можно привести результаты испытаний в экспериментальном рейсе танкера «Приморье» ледового класса 1С в Татарском проливе под проводкой ледоколов «Красин» и «Магадан» в феврале-марте 2002 г. Радиус циркуляции танкера в канале, при котором танкер мог плавно поворачивать без соприкосновения с кромкой канала, составлял 2100-2900 м (9-12 длин корпуса). Ширина канала в сплошных льдах за двумя ледоколами составляла при этом 70-80 м. Скорость танкера во время поворотов была в среднем 6-8 уз, а толщина льда варьировалась от 10-20 до 40-50 см. Согласно испытаниям, инерционный выбег танкера «Приморье» после остановки двигателя при начальной скорости 8-10 уз составляет от 2 миль в канале, проложенном в сплошном льду, до 3 миль в битом льду сплоченностью 5-6 баллов. При экстренном торможении с реверсированием двигателя тормозной путь в канале составляет от 1500 до 2000 м при той же начальной скорости 8-10 уз.

В отличие от танкера «Приморье», являющего типичным представителем крупнотоннажных танкеров, в минимальной степени приспособленных для эксплуатации в замерзающих неарктических морях и требующих обязательной ледокольной проводки, танкеры двойного действия (DAT) «Темпера» и «Мастера» ледового класса 1A Super, оборудованные ВРК Azipod мощностью 16 МВт, рассчитаны на самостоятельную эксплуатацию в указанных ледовых условиях.

В рамках ледовых испытаний танкера двойного действия «Мастера» в Финском заливе в марте 2003 г. исследовались его маневренные качества во льдах. Радиус циркуляции задним ходом во льду толщиной 0,5 м составил порядка 5-6 длин корпуса судна (1200-1500 м). Средняя скорость при выполнении маневра достигала 4 уз. Как следует из рис. 1, на котором приведены данные финской фирмы «Aker Arctic» по радиусам циркуляции во льдах различных ледокольно-транспортных судов и ледоколов [1], маневренные характеристики танкера «Мастера» значительно лучше маневренных характеристик традиционных ледокольнотранспортных судов и приближаются к маневренным характеристикам ледоколов с традиционной пропульсивной установкой. В то же время в ходе испытаний было отмечено, что наличие носового бульба у этого танкера практически полностью исключает возможность его движения в сплошном льду носом вперед [2].

Таким образом, накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации в ледовых условиях судов, оборудованных ВРК, позволяет рекомендовать применение таких пропульсивных комплексов для повышения маневренных качеств перспективных крупнотоннажных ледокольно-транспортных судов, предназначенных для круглогодичной эксплуатации в арктических морях. В качестве примера на рис. 1 показаны относительные радиусы циркуляции на заднем ходу по результатам модельных испытаний в ледовых бассейнах Aker Arctic в Хельсинки и HSVA в Гамбурге крупнотоннажного судна класса Arc7 шириной 50 м с различными вариантами пропульсивного комплекса суммарной мощностью на валах 40-45 МВт: гибридным - с двумя бортовыми ВРК и центральной линией вала (модель hybrid), из трех BPK (модель 3pod), и из четырех ВРК (модель 4pod). Как показали результаты модельных испытаний, для рассматриваемого судна оптимальным вариантом, обеспечивающим наилучшие показатели маневренности во льдах, оказался пропульсивный комплекс, состоящий из З ВРК. Худшие показатели маневренности варианта с 4 ВРК объясняются применением на данной модели неудачной понтонообразной формы обводов кормовой оконечности. Из рис. 1 также видно, что уровень маневренности модели 3pod на заднем ходу находится на уровне маневренности во льдах ледоколов, оборудованных двумя ВРК. Модельные испытания показали также, что на ограниченной акватории, например в порту, при толщине набитого льда до 6 м возможно

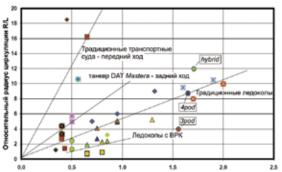


Рис. 1. Сравнение относительных радиусов циркуляции ледоколов и судов ледового плавания в зависимости от толщины льда по данным [1] и результаты испытаний в ледовых бассейнах моделей крупнотоннажного ледокольно-транспортного судна

выполнение разворота «звездочкой» с использованием интенсивного размыва льда по бортам. Очевидно, что для достижения наилучших показателей маневренности во льдах перспективные крупнотоннажные ледокольно-транспортные суда должны иметь ледокольные обводы носовой оконечности.

ВЛИЯНИЕ СЖАТИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СКОРОСТИ ВО ЛЬДАХ

Для расчетной оценки величины дополнительного ледового сопротивления при воздействии ледового сжатия в настоящем исследовании использовалась следующая формула, основанная на подходах, изложенных А. Ассуром и Г. Линдквистом в [3, 4]:

 $R_{_{\mathrm{лед, cx}}} = 2 \cdot f_d \cdot \sigma_{_{\mathrm{cx}}} \cdot h \cdot L_{_{\mathrm{ЭЦВ}}}$, кН, (1) где f_d — коэффициент динамического трения корпуса о лед; $\sigma_{_{\mathrm{cx}}}$ — нормальные напряжения в ледяном покрове при действии ледовых сжатий, кПа; h — толщина льда, м; $L_{_{\mathrm{ЭЦВ}}}$ — длина эквивалентной цилиндрической вставки судна (протяженность воздействия ледового сжатия на корпус судна), м.

Вопрос соответствия условных баллов, в которых принято выражать интенсивность ледового сжатия, конкретным физическим величинам остается в настоящее время дискуссионным. В табл. 1 приведены использованные в данном исследовании зависимости скорости смыкания кромок канала за ледоколом и среднего нормального напряжения во льдах от интенсивности сжатий по данным публикаций [5] и [6] соответственно.

Протяженность эквивалентной цилиндрической вставки $L_{\scriptscriptstyle \mathrm{BHB}}$, подверженной влиянию ледового сжатия, Г. Линдквист рекомендует определять как длину, на которой угол наклона ватерлинии к диаметральной плоскости (угол α) не превышает 4°. Таким образом, длина эквивалентной (расчетной) цилиндрической вставки оказывается больше длины собственно цилиндрической вставки L_{IIB} на $10{-}20\%$ и позволяет более корректно учитывать влияние ле-

довых сжатий на корпус судна.

Приведенная выше формула относится к самостоятельному движению судна на переднем ходу. При движении судна под проводкой ледокола данный сценарий применим для случая, когда кромки канала смыкаются настолько, что борта судна начинают взаимодействовать со сплошным льдом.

В статье [5] приводится условие, при котором для случая движения судна в канале шириной, превышающей ширину судна (для крупнотоннажных судов обеспечивается при проводке двумя ледоколами), возможно полное исключение действия ледового сжатия на борта проводимого судна. Для оценки скорости смыкания стенок канала, при которой это условие выполняется, оно выражается в следующем виде:

$$v_{_{p}}(s)\!\leq\!\frac{v_{_{S}}(B_{_{\rm K}}\!-\!B_{_{S}})}{2\cdot(l+L_{_{S}})}\,,\tag{2}$$
 где $B_{_{\rm K}}\!-\!$ ширина канала за ледоколом (ле-

где $B_{\rm K}$ — ширина канала за ледоколом (ледоколами); B_s — ширина судна; l — расстояние между кормой ледокола и носом проводимого судна (безопасная дистанция проводки); L_s — длина судна по КВЛ; $v_p(s)$ — скорость закрытия ледового канала в зависимости от степени сжатия льда s (см. табл. 1); v_s — скорость судна.

Безопасная дистанция проводки судна *I* рассчитывается как расстояние, которое судно проходит при его экстренном торможении с реверсированием гребного винта в канале за ледоколом, когда внезапно возникшее ледовое препятствие приводит к резкому торможению и остановке лидирующего ледокола.

Таблица 1 Зависимость скорости закрытия канала за ледоколом и напряжений в ледовом покрове от интенсивности сжатий в баллах

<u> </u>						
Степень сжатия, баллы	Скорость закрытия канала, м/с	Среднее нормальное напряжение, кПа				
0-1	0,01-0,02	2,5-5				
1	0,04-0,05	5-20				
1-2	0,07-0,08	20-40				
2	0,15-0,20	40-60				
2-3	0,23-0,27	60-80				
3	> 0,3	> 80				

В табл. 2 приведены результаты расчетов безопасных дистанций проводки судна типа CA-15 ледоколом типа «Арктика» и крупнотоннажного судна водоизмещением около 140 тыс.т и шириной 50 м, оборудованного традиционной двухвальной пропульсивной установкой мощностью на валах около 30 МВт, двумя ледоколами типа «Арктика» в зависимости от толщины льда, а также соответствующих скоростей схлопывания $v_n(s)$ по формуле (2), при которых возможно движение судна без влияния ледового сжатия на его скорость движения во льдах.

Как следует из представленных результатов расчетов, полное исключение действия ледового сжатия на борта и традиционного судна за одним ледоколом, и крупнотоннажного судна, проводимого двумя ледоколами, возможно только при слабых сжатиях - силой менее 1 балла. При этом снижение достижимой скорости движения с увеличением толщины льда компенсируется возможностью уменьшения безопасной дистанции проводки. На практике при возникновении сильных сжатий на пути движения во льдах небольшого судна за ледоколом судоводители предпочитают переходить на буксировку судна ледоколом вплотную, что позволяет минимизировать влияние сжатия.

Для крупнотоннажного же судна, как отмечалось выше, буксировка вплотную неприемлема. Возможно применение способа толкания ледоколом, для чего судно должно быть оборудовано специальной выемкой в корме. Желательно также, чтобы крупнотоннажное судно имело запас мощности, позволяющий компенсировать дополнительное ледовое сопротивление при сжатиях. Так, согласно расчетам по формуле (1), при движении крупнотоннажного судна с $L_{\rm 2HB}$ = 200 м во льду толщиной 1 м воздействие ледового сжатия силой 1 балл может быть компенсировано увеличением пропульсивной мощности на 15%, сжатие силой 2 балла компенсируется увеличением мощности на 65%.

Эффективным способом снижения степени воздействия ледового сжатия на ледовую ходкость крупнотоннажных судов является движение судна задним ходом с использованием возможностей

пропульсивного комплекса, состоящего из ВРК. Как было отмечено по опыту эксплуатации в Арктике ледокольнотранспортных судов типа «Норильский никель», при движении этих судов задним ходом в условиях ледовых сжатий имеют место меньшие потери скорости за счет работы ВРК, омывающей борта судна и снижающей таким образом воздействие ледового сжатия на судно. Кроме того, еще со времени сдаточных ледовых испытаний первых ледоколов, оборудованных ВРК («Фенника» и «Нордика»), известен эффект расширения канала при развороте колонок в стороны [7]. При этом, естественно, происходит снижение скорости движения во льду из-за потери тяги в продольном направлении (рис. 2).

Таким образом, для случая самостоятельного движения транспортного судна задним ходом во льдах с расширением

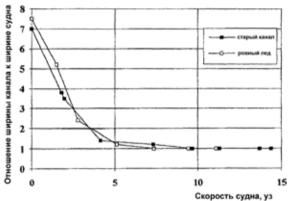


Рис. 2. **Расширение канала ледоколом «Фенника» в ров**ном льду и старом канале в зависимости от скорости движения (толщина льда – 55 см) [7]

канала при помощи ВРК условие (2) исключения воздействия на судно слабых сжатий можно выразить в следующем виде:

$$v_{_p}(s)\!\leq\!\frac{v_s(B_{\rm K}-B_s)}{2l_{\rm IIB}}\,,\eqno(3)$$
где $B_{_{\rm K}}-$ ширина канала за судном при

отсутствии сжатия.

Оценочные расчеты по формуле (3) показывают, что испытываемое судном влияние ледового сжатия при самостоятельном движении задним ходом аналогично его воздействию при движении судна передним ходом под проводкой двумя ледоколами.

Таблица 2 Результаты расчета безопасных дистанций проводки судна типа СА-15 и перспективного крупнотоннажного судна и скоростей схлопывания кромок канала

Характеристика		СА-15 за 1 л/к			Крупнотоннажное судно за 2 л/к		
Толщина льда, м	0,6	1,0	1,4	0,6	1,0	1,4	
Ширина канала за ледоколом (ледоколами), м	32	32	32	70	70	70	
Достижимая скорость судна в канале, уз	14	11	9	15	12	8	
Безопасная дистанция проводки, м	750	500	350	2200	1450	850	
Скорость схлопывания кромок канала из условия (2), м/с	0,025	0,026	0,027	0,030	0,035	0,035	

Использование в формуле (1) условной величины эквивалентной цилиндрической вставки судна (протяженности воздействия ледового сжатия на корпус судна) $L_{\scriptscriptstyle
m BHB}$, укороченной для режима заднего хода позволяет учесть эффект снижения воздействия ледовых сжатий при работе ВРК на обмыв. Для этого случая может быть предложено следующее выражение:

$$L_{\text{ЭЦВ}} = L_{\text{ЦВ}} - \frac{v_s(B_{\text{K}} - B_s)}{2 \cdot v_p(s)}$$
 (4)

На рис. З приведена схема определения длины $L_{\scriptscriptstyle ext{\tiny DIB}}$ для режимов переднего a и заднего δ хода.

Наличие указанного эффекта было подтверждено по результатам испытаний в Гамбургском опытовом ледовом бассейне HSVA при моделировании ледовых сжатий. Испытывались две модели крупнотоннажного ледокольно-транспортного судна с тремя

ВРК (обозначенные далее 3pod-1 и 3pod-2), отличавшиеся, в частности, длиной цилиндрической вставки (170 и 165 м соответственно). Коэффициент динамического трения корпуса о лед для модели 3pod-1 составлял $f_d = 0.09$, для модели 3pod-2 f_d = 0,1. Сравнение экспериментальных данных с расчетными по формуле (1)

для переднего хода и формулам (1) и (4) для режима заднего хода приведено на рис. 4.

По результатам модельных испытаний на переднем ходу, в которых известными величинами являются f_d , σ_{cx} и h, воспользовавшись формулой (1), можно определить величину $L_{\scriptscriptstyle ext{\tiny 2HB}}$ для двух вариантов судна. Полученная для режима переднего хода зависимость $L_{\text{эшв}}$ = 1,2 L_{IIB} (или длина, на которой угол α не превышает 5-6°) позволила несколько уточнить упомянутую выше рекомендацию Г. Линдквиста по определению протяженности эквивалентной цилиндрической вставки. Расчетные оценки эффекта снижения воздействия ледового сжатия за счет расширения канала работой ВРК при движении судна задним ходом, как следует из рис. 4, в целом согласуются с экспериментальными данными.

Степень влияния ледовых сжатий различной интенсивности на эксплуатационные скорости транспортных судов во льдах может быть оценена при помощи предложенного А.Я. Бузуевым [8] коэффициента K_{c*} , характеризующего изменение скорости движения судов

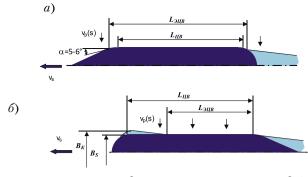


Рис. 3. Схема определения протяженности воздействия ледового сжатия (длины эквивалентной цилиндрической вставки) на корпус судна на режимах переднего (а) и заднего (б) хода

в заданных ледовых условиях при сжатиях различной интенсивности:

$$K_{\text{cw}} = \frac{v_{\text{лсж}}}{v}$$

где $v_{_{\!\scriptscriptstyle {
m ЛCЖ}}}-$ ледовая скорость при сжатиях; v_{π} – ледовая скорость при отсутствии сжатий.

В табл. 3 приведены результаты расчетов коэффициента K_{c*} для следующих различных вариантов судов и соответствующих им сценариев плавания во льдах:

- вариант 1 существующее судно типа СА-15 под проводкой ледокола типа «Арктика» с использованием буксировки вплотную при эквивалентной толщине льда 1 м и более в ледовых сжатиях силой 2 балла;
- вариант 2 крупнотоннажное транспортное судно (длиной по КВЛ около 280 м и шириной 50 м) с традиционным двухвальным пропульсивным комплексом мощностью около 30 МВт под проводкой двух атомных ледоколов типа «Арктика»;
- вариант 3 крупнотоннажное ледокольно-транспортное судно с теми же размерениями, но оборудованное пропульсивным комплексом из 3 ВРК суммарной мощностью 45 МВт в режиме самостоятельного плавания, с использованием заднего хода при эквивалентной толщине льда 1 м и более.

Как следует из представленных в табл. 3 результатов расчетов, ледовые сжатия будут оказывать большее влияние на скорости проводки крупнотоннажных судов с традиционным пропульсивным комплексом по сравнению с существующими среднетоннажными судами. В то же время для перспективных крупнотоннажных ледокольнотранспортных судов, оборудованных ВРК, влияние ледовых сжатий будет сравнимым, а при использовании заднего хода в тяжелых льдах – даже существенно меньшим по сравнению с плаванием под проводкой ледоколов.

ВЫВОДЫ

При использовании в Арктике крупнотоннажных транспортных судов с традиционным движительным комплексом их маневренность во льдах и ходкость

в условиях сжатий будут хуже по сравнению с существующими арктическими среднетоннажными судами, что обусловлено значительным увеличением их размерений. Лля обеспечения необхолимой безопасности эксплуатации этих судов в арктических условиях требуется их проводка мощными линейными ледоколами.

Применение на перспективных арктичес-

ких крупнотоннажных судах винторулевых колонок (ВРК) в составе пропульсивного комплекса позволяет им эффективно использовать задний ход в тяжелых ледовых условиях, расширяя возможности самостоятельного плавания в арктических морях, а также обеспечить повышенную маневренность во льдах, сравнимую с маневренностью ледоколов, имеющих традиционные пропульсивные комплексы. Режим движения задним ходом, обеспечивающий обмыв корпуса и управляемость

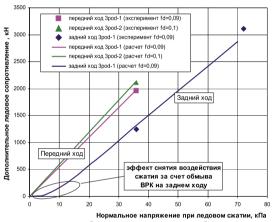


Рис. 4. Значения дополнительного ледового сопротивления от сжатия во льду толщиной 1,5 м при скорости 2 уз по результатам модельных испытаний в HSVA и расчетные значения по эмпирическим формулам (1) и (4)

судна за счет работы ВРК, позволяет снизить степень воздействия сжатий на ледовое сопротивление, обеспечивая тем самым уменьшение вероятности застревания крупнотоннажного судна во льдах и приемлемые эксплуатационные скорости даже в тяжелых ледовых условиях. Очевидно, что при этом должны быть обеспечены необходимые прочностные характеристики как винторулевого комплекса, так и кормовой оконечности крупнотоннажных судов, предназначенных для работы во льдах залним холом.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что неблагоприятное для судоходства явление ледовых сжатий не может рассматриваться как непреодолимое препятствие на пути дальнейшего увеличения размерений арктических транспортных судов при соответствующем повышении их мошности и использовании на них перспективных пропульсивных комплексов с винто-рулевыми колонками.

ΠИΤΕΡΔΤΥΡΔ

- Wilkman G., Juurmaa K., Mattsson T., Laapio J., Fagerström B. Full-Scale Experience of Double Acting Tankers (DAT) MASTERA and TEMPERA. - 17th International Symposium on Ice (IAHR-2004). Saint Petersburg, Russia, 21–25 June 2004.
- Глебко Ю.В., Штрек А.А. Ледовые испытания танкера двойного действия в Финском заливе. - Проблемы развития морского флота: Сб. науч. трудов ЦНИИМФ. – СПб., 2004.
- Assur A. Problems in Ice Engineering. -3-rd International Symposium on Ice

Problems, Hanover, NH, USA,

August 1975. 4. Lindqvist G. Special

- Problems in Icebreaking. -Presented to CNIIMF 10/11989.
- 5. Сазонов К. Е. Проводка крупнотоннажных судов ледоколами в условиях сжатия льда.//Морской Вестник. – 2006. – № 4 (20).
- Клячкин С. В., Гу∂кович З. М., Май Р. И., Фролов С. В. Сжатия льдов. - В кн.: Опасные ледовые явления для судоходства в Арктике. - СПб.: Изд. ААНИЙ, 2010.
- SavikurkiKoskinen P. Propulsion system based on Azimuth thrusters a n d its possibilities in icebreaking technology.//Proceedings of the 12th International

Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC'93), Hamburg. - 17-20 August 1993. - Vol. 1.

Бузуев А.Я. Влияние природных условий на судоходство в замерзающих морях. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981.

Рецензент:

Б.А. Царев, д-р техн. наук, проф.

Таблица 3

Относительное влияние сжатий на эксплуатационные скорости движения во льдах традиционных и перспективных крупнотоннажных арктических транспортных судов (коэффициент К__)

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —									
Расчетные судно и сценарий пла- вания		Эквивалентная толщина льда, м							
		0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5		
		$K_{_{\text{сж}}}$ при сжатии 1 балл			$K_{_{{\sf CM}}}$ при сжатии 2 балла				
Вариант 1	59	0,97	0,92	0,73	0,93	0,69	0,06		
Вариант 2	58	0,94	0,87	0,73	0,74	0,48	0,00		
Вариант 3	98	0,95	0,90	0,86	0,88	0,80	0,54		

ри расчете общей прочности корабля напряжения в его палубах согласно элементарной теории изгиба принимаются равномерно распределенными по ширине корабля, который рассматривается как плоская балка.

Выполненные расчеты изгиба коробчатой балки (рис. 1) показывают, что распределение растягивающих напряжений по ширине верхнего листа АВСО балки не постоянное. Напряжения по краям выше, чем посередине. Такое отклонение от принятого в элементарной теории распределения называется сдвиговой задержкой (shear lag) [1, с. 277].

Метод последовательного нагружения пластин тонкостенных коробчатых балок с использованием волнового метода. В изложенном ниже методе пока-

зано, как используются двумерные задачи для расчета прочности пространственных тонкостенных конструкций (коробчатых балок, балок таврового и швеллерного профиля, а также корпусных конструкций корабля).

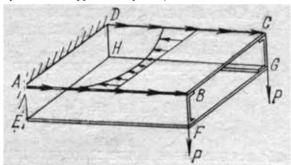


Рис. 1. Изгиб коробчатой консоли

Все эти пространственные конструкции можно мысленно рассечь на отдельные тонкие пластинки, нагруженные внешними усилиями, приложенными на границе параллельно плоскости пластинки и равномерно распределенными по толщине. Мы имеем плоское напряженное состояние. Каждая пластинка рассчитывается по зависимостям для пластинки единичной толщины (двумерная задача) [2, 3]. Поэтому полученные расчетные нормальные и касательные напряжения в пластинке единичной толщины σ_R и τ_R больше действующих напряжений $\sigma = \sigma_R/t$ и $\tau = \tau_R/t$, где t — фактическая толщина пластинки.

Определяются касательные напряжения в узлах соединения пластинок. Эти касательные силы перераспределяются между всеми пластинками узла пропорционально относительной сдвиговой жесткости каждой пластинки (трехмерная задача). Метод разработан с использованием метода последовательного уравновешивания узлов сложных рам (с неподвижными узлами) [4, стр. 571, 583].

1. О коэффициенте жесткости при сдвиге. Приизгибе балок коэффициент жесткости от изгибающего момента M_{\perp} будет K_{σ} = $E\!J_y/l$ [4 ,c. 571 и 295], так как угол поворота поперечного сечения $\frac{\partial v}{\partial z}$ = $\alpha \cdot \frac{M_y \cdot l}{EJ_y}$, где α — постоянный коэффициент.

Уравнение упругой кривой призматической балки с прямоугольным поперечным сечением от перерезывающих сил (стрелки прогиба от сдвигов) определяется одним из следу-

ющих выражений [4 ,c. 284, 280, 277] и [5, с. 154]
$$v_1 = \frac{S_0 \cdot M_y}{G \cdot J_y \cdot b} + Cz + C_1 \quad \text{или} \quad v_1 = \frac{k \cdot M_y}{G \cdot F} + Cz + C_1 \,.$$
 В этих формулах $F = b \cdot h$ – площадь профиля; h – высота

профиля; b — толщина профиля; G — модуль сдвига; $S_0 = \frac{b \cdot h^2}{8}$ - статический момент относительно нейтральной оси части се-

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ ПЛАСТИН ТОНКОСТЕННЫХ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК И КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОРАБЛЯ ПРИ ОБЩЕМ ИЗГИБЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ΒΟΛΗΟΒΟΓΟ ΜΕΤΟΔΑ

А. В. Напитухин, инженер-кораблестроитель, контакт. тел. (812) 726 7693

> чения профиля выше нейтральной оси (при x=0); J_x – момент инерции всей площади сечения профиля относительно нейтральной оси Y; k – коэффициент, зависящий от формы поперечного сечения профиля (для прямоугольного сечения k = 1,5).

> Так как нас интересует кривизна оси балки, то при вычислении сдвигов нужно брать касательные напряжения по площадкам, выделенным из поперечных сечений у их центров тяжести. Тогда согласно гипотезе Журавского касательное напряжение при изгибе балки $au_{\text{max}} = \frac{Q \cdot S_0}{J_y \cdot b} = k \cdot \frac{Q}{F}$ [5, с.154, и 227] и [6, с.325 и 330]. Относительный сдвиг $beta_{\text{max}} = \frac{\partial v_1}{\partial z}$ по этим площадкам может быть представлен формулой

$$\beta_{\text{max}} = \frac{k \cdot Q}{G \cdot F} = \frac{k}{G \cdot F} \cdot \frac{dM}{dz}$$
.

 $\beta_{\max} = \frac{k \cdot Q}{G \cdot F} = \frac{k}{G \cdot F} \cdot \frac{dM}{dz} \ .$ Следовательно, при сдвиге коэффициент жесткости от перерезывающей (сдвигающей) силы Q балки прямоугольного сечения или пластинки будет $K_{\tau} = \frac{\widetilde{G} \cdot F}{k}$. 2. Изгиб коробчатой консоли. В качестве примера

рассмотрим изгиб коробчатой консоли, нагруженной двумя сосредоточенными силами P = 1,0 (см. рис. 1). Сосредоточенные силы P приложены в срединных плоскостях правой и левой стенок коробчатой балки. Мысленно рассечем коробчатую балку на четыре части (правая и левая стенки и верхний и нижний листы). Толщины правой и левой стенок $t_{\rm c}$ в два раза больше толщин верхнего и нижнего листов $t_{x} = 0.5 t_{s}$. Высота балки H=AE=BF=DH=CG, ширина -B=AD=BC=EH=FG=2H, а длина – L=AB=CD=EF=HG.

Все элементы коробчатой балки рассчитываем изолированно как пластинки единичной толщины, используя квазидинамический волновой метод [2, 3], пока напряжения в волнах не станут бесконечно малыми величинами (приблизительно около 3000 циклов отражения от кромок каждой пластинки коробчатой балки).

Расчет коробчатой балки выполняется в следующем порядке:

1. Вначале рассматриваем действие одной силы P, приложенной к торцу BF левой стенки ABFE (первое приближение).

Левый торец стенки AE жестко заделан, поэтому нормальные и касательные силы на левом торце не компенсируются (т. е. не прикладываются равные и противоположно направленные силы), а только суммируются. Нормальные и касательные напряжения компенсируем на правом торце BF (свободная кромка).

Так как левая стенка ABFE стыкуется с верхним листом ABCD и с нижним листом EHGF, компенсируем на верхней кромки AB и на нижней кромке EF стенки ABFE только нормальные силы, а касательные силы суммируем во всех циклах.

В каждом источнике волновых возмущений на верхней кромке AB стенки ABFE будет действовать касательная сила

 $(\delta \cdot \tau)_v$, а на нижней кромке *EF* – касательная сила $(\delta \cdot \tau)_t$, где δ – расстояние между элементарными источниками волновых возмущений.

Касательная сила $(\delta \cdot \tau)_n$ и перерезывающая сила $Q_1 = \sum (\tau \cdot \delta)_n$ действуют вдоль верхней кромки AB. Следовательно, высотой двух пластин (левой стенки АВFЕ и верхнего листа ABCD) будет длина L=AB.

У стенок и листов коробчатой балки прямоугольные поперечные сечения в узлах AB, EF, CD и HG. Поэтому относи тельная жесткость стенки ABEF будет $k_c=\frac{K_{\tau}^c}{K_{\tau}^0}=\frac{L\cdot t_c}{L\cdot t_0}$. Площадь поперечного сечения стенки F=L t_c , а площадь попе речного сечения верхнего листа ABCD $F_{x} = Lt_{x}$.

Принимаем, что некоторое произвольное значение толщины t_0 равно толщине поперечного сечения верхнего листа коробчатой балки. $t_0 = t_\pi$. Тогда относительная жесткость стенки ABEF $k_c = t_c / t_n^0 = 2$, а относительная жесткость верхнего листа ABCD $k_n = t_n / t_n = 1$.

Рассмотрим изолированное действие на узел АВ одной касательной силы $(\delta \cdot \tau)_n$. В свою очередь узел AB будет воздействовать на левую стенку ABFE и верхний лист ABCD. Условие равновесия узла АВ будет [7, с. 330]

$$(\tau \cdot \delta) = -\tau_c^n \cdot \delta - \tau_d^n \cdot \delta = 0. \tag{1}$$

Эта касательная сила $(\delta \cdot \tau)$, распределяется между левой стенкой ABFE и верхним листом ABCD в зависимости от коэффициентов распределения [4, с. 583, 571]

$$\lambda_{cn} = \frac{k_c}{k_c + k_{_A}} = \frac{2}{2+1} = 0,666$$
 и $\lambda_{_{AM}} = \frac{k_{_A}}{k_c + k_{_A}} = \frac{1}{2+1} = 0,333$. (2) На верхний лист $ABCD$ будет действовать перераспреде-

ленная касательная сила

$$\tau_{a}^{n} \cdot \delta = -(\tau \cdot \delta)_{n} \cdot \lambda_{an} = -(\tau \cdot \delta)_{n} \cdot 0{,}333, \tag{3}$$

а на левую стенку *АВFE* – перераспределенная касательная сила

$$\tau_c^n \cdot \delta = -(\tau \cdot \delta)_n \cdot \lambda_{cn} = -(\tau \cdot \delta)_n \cdot 0,666. \tag{4}$$

В первом приближении узловая реакция в узле AB

$$|R| = \sum_{n} \{ (\tau \cdot \delta)_{n} - (\tau_{c}^{n} \cdot \delta) \} = \sum_{n} (\tau_{a}^{n} \cdot \delta).$$
 (5)

Узловые реакции R на верхней кромке стенки ABFE и на стороне АВ верхнего листа АВСО направлены в противоположные стороны.

Аналогичным образом определяем касательные силы во всех элементарных источниках волновых возмущений в узле АВ. Использование волнового метода позволяет проследить распространение местных напряжений в пространственных конструкциях в районе приложения сосредоточенных сил.

Далее перераспределяем касательные силы в узле EF (аналогично узлу AB), в котором соединены стенка ABFE и нижний лист *EFGH*. На левую стенку *ABFE* будет действовать перераспределенная касательная сила

$$\tau_c^k \cdot \delta = -(\tau \cdot \delta)_{\iota} \cdot \lambda_{ck} \,, \tag{6}$$

а на нижний лист *EFGH* – перераспределенная касательная сила

$$\tau_{A}^{k} \cdot \delta = -(\tau \cdot \delta)_{k} \cdot \lambda_{Ak} , \qquad (7)$$

где вследствие симметрии конструкции узлов EF и AB

$$\lambda_{ck} = \lambda_{cn} = 0,666$$
 и $\lambda_{nk} = \lambda_{nn} = 0,333$.

- 2. Рассчитаем во втором приближении левую стенку АВFE на действие перераспределенных касательных сил $(\tau_a^n \cdot \delta)$ и $(\tau_c^k \cdot \delta)$, действующих в узлах соответственно AB и EF. Находим касательные силы в узлах AB и EF, перераспределяем их между левой стенкой и верхним и нижнем листами и суммируем касательные силы в первом и втором приближениях.
- 3. Аналогично расчету левой стенки *АВFE* выполняем расчет правой стенки DCGH на действие второй силы P, приложенной к торцу CG. Вследствие симметрии конструкции правой и левой стенок и нагрузок на них величины напряжений в них будут совпадать.
- 4. Рассчитываем растяжение верхнего листа ABCD от перераспределенных касательных сил в узлах AB и CD и сжатие нижнего листа *EFGH* от перераспределенных касательных

сил в узлах EF и GH. В этих узлах будут действовать сдвигающие силы $Q_2 = \sum \tau_{_{A}}^{_{B}} \cdot \delta$ в узлах AB и CD и $Q_3 = \sum \tau_{_{A}}^{_{A}} \cdot \delta$ в vзлах EF и GH.

Так как верхний лист АВСО стыкуется с левой стенкой *ABFE* и с правой стенкой *CDHG*, компенсируем на верхних кромках AB и CD только нормальные силы, а касательные силы суммируем во всех циклах. Аналогично верхнему листу *ABCD* рассчитываем нижний лист *EFGH*.

5. Рассматриваем распространение волн напряжений по кругу от узла AB к узлу EF, к узлу GH, к узлу CD, к узлу ABи так далее, а также от узла AB к узлу CD, к узлу GH, к узлу EF, к узлу AB и так далее.

Суммируем напряжения в стенках и листах коробчатой балки во всех приближениях. Расчет выполняем пока напряжения в волнах не станут бесконечно малыми величинами.

Метод последовательного нагружения корпусных конструкций при общем изгибе корабля с использованием волнового метода. В 1923 г. П.Ф. Папкович доложил на научнотехнической конференции расчет прочности однопалубного корпуса корабля без второго дна как тонкостенной трубчатой (коробчатой) балки, находящейся в условиях плоского напряженного состояния. Эта работа была опубликована в 1939 г. [6, с. 420].

П.Ф. Папкович рассматривал изгиб тонкого многосвязного трубчатого профиля и предложил мысленно отделять палубу и днище от бортов в местах их соприкосновения. Коробчатая балка заменялась системой пластин, работающих плашмя и на ребро во взаимодействии. Касательные усилия взаимодействия между горизонтальными и вертикальными пластинами определялись из условия приравнивания друг другу удлинений соприкасающихся кромок этих пластин [6, с. 336].

Он рекомендовал распределять внешнюю нагрузку (изгибающие моменты и перерезывающие силы) между отдельными продольными вертикальными связями корпуса корабля (бортовые перекрытия и продольные переборки) пропорционально относительной жесткости этих связей; палубы рассчитывать на действие касательных усилий, передаваемых им от бортовых перекрытий.

Схему расчета прочности корпуса корабля, предложенную П. Ф. Папковичем, можно усовершенствовать, если использовать метод последовательного нагружения пластин коробчатых балок и волновой метод. При этом в корпус (в трубчатую балку) корабля можно включить нижнюю палубу и поперечные переборки. Остальные палубы и платформы корабля будут рассчитываться аналогично расчету нижней палубы.

Рассчитываем прочность корпуса всего корабля (от носа до кормы), рассматривая по одному водонепроницаемому отсеку.

Для определения элементов поперечного сечения корпуса в первом приближении следует составить расчетную схему (рис.2), на которой указать высоту H и ширину B корпуса, а также расстояния между элементами сложного профиля [16, c. 299].

В расчетной схеме приняты следующие обозначения: S. – приведенная площадь верхней палубы; S_2 – приведенная площадь второй палубы; *S*I – приведенная площадь днища; S^{\parallel} — приведенная площадь второго дна; ω — приведенная площадь бортов (продольных переборок); ω, – приведенная площадь стрингеров; αH – расстояние, характеризующее подъем днища; α, H – расстояние между обшивкой днища и вторым дном; $\alpha_{2}H$ – расстояние между палубами.

Под приведенной площадью S_i , S_i^l и ω_h будем понимать площадь сечений соответствующих настилов и наружной обшивки, а также подкрепляющего продольного набора. Тогда $S_i = \delta_i B_i$ и $\omega_i = \delta_i H_i$, где δ_i — приведенная толщина настила или наружной обшивки; B_i и H_i – ширина и высота части

Пренебрегая расстоянием между днищем и вторым дном, рассмотрим днищевое перекрытие как пластину суммарной

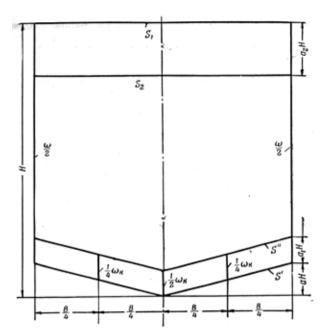


Рис. 2. **Расчетная схема поперечного сечения корпуса** корабля

приведенной толщины, включая стрингера и продольные ребра жесткости [13, с. 260].

Сначала определяем внешние силы, вызывающие общий изгиб корабля, и строим эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил. Прикладываем изгибающие моменты M_i и M_{i+1} , а также перерезывающие силы Q_i и Q_{i+1} к правому и левому торцу бортовых перекрытий и главных продольных переборок одного водонепроницаемого отсека. Учитывая малую жесткость на изгиб настилов палуб, изгибающие моменты и перерезывающие силы будут воспринимать связи борта и главных продольных переборок пропорционально относительной жесткости этих связей.

В первом приближении каждый отсек рассматриваем как коробчатую балку, состоящую из системы пластин единичной толщины, работающих плашмя и на ребро во взаимодействии. Мысленно разделяем эту систему пластин на отдельные тонкостенные пластины. Тогда в узлах, соединяющих две пластины единичной толщины, коэффициенты распределения касательных усилий в горизонтальных и вертикальных пластинах $\lambda_{\text{гориз}} = \lambda_{\text{верт}} = \frac{1}{1+1} = 0,5$. В узлах, соединяющих три пластины единичной толщины, коэффициенты распределения $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \frac{1}{1+1+1} = 0,333$.

Определив напряжения во всех элементах сложного профиля и сравнив их с допускающими напряжениями, можно найти отдельные связи корпуса, которые перенапряжены. Необходимо внести изменения в размеры этих связей [16, с. 308]. Находим новые величины коэффициентов распределения и повторяем расчет с новыми коэффициентами распределения (второе приближение), рассматривая плоское напряженное состояние пластин сложного профиля. После, имея величины напряжений в пластинах единичной толщины, определяем фактические толщины пластин сложного профиля.

В случае необходимости выполняем расчет в третьем приближении.

Об определении размеров расчетной сетки и количества циклов. В волновом методе волны напряжений могут распространяться от носа до кормы корабля. Следует иметь ввиду, что скорость распространения волн напряжения в стальных телах равна скорости звука $c_1 = 5940 \text{ м/c}$.

Так как внешние силы в двумерном волновом методе всегда располагаются на свободных кромках пластин или балок единичной толщины, вместо сетки следует выбрать расстояние между элементарными источниками волновых возмущений б на свободных кромках. Величину напряжения в точках, расположенных близко друг от друга, или в одной любой точке можно определять, не производя расчета всей балки или пластины (перекрытия корабля). Напряжения определяются только в интересуемых районах, что сокращает машинное время расчета.

При расчете бортового перекрытия от носа до кормы корабля вначале следует выполнять расчет волновым методом балки единичной толщины длиной, равной длине корабля L, изгибаемой силой P в середине пролета и опертой по концам. Волновым методом рассчитываем нормальные и касательные напряжения в четырех продольных сечений при $y=\pm 1c$ и $y=\pm 0.5c$. Результаты сравниваем с элементарной теорией изгиба в сечениях балки, где отсутствуют местные напряжения.

Если длина корабля L=150 м, высота корпуса H=2c=10 м, а расстояние между элементарными источниками $\delta=0.1c=500$ мм, то на торцах корабля будет 20 элементарных источников и на продольной кромке бортового перекрытия корабля -300 элементарных источников.

Если расхождение величин напряжений, определенных двумя методами, будет превышать допустимые значения, то следует увеличить количество элементарных источников волновых возмущений, приняв расстояние между источниками $\delta=0.05c=250$ мм.

Палубные и бортовые перекрытия корабля по форме близки к квадрату или прямоугольнику. Их следует рассчитывать, выбирая расстояние между источниками на продольных и поперечных кромках $\delta = 0.05c \div 0.025c$, где меньшая кромка имеет длину 2c.

Количество циклов определяется, сравнивая эпюры касательных напряжений, построенные по результатам расчетов двумя методами (волновым методом и методом сопромата). Такой пример приведен в статье [2a, c. 99, рис. 15]. При этом в программе следует предусмотреть вывод на экран монитора величины напряжения в характерных точках. Когда приращение величины напряжения в выбранном сечении будет малой величиной, программа расчета должна автоматически остановиться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданы итерационные алгоритмы на базе волнового метода для коробчатых балок и для корпуса корабля — алгоритмы повторного применения циклов отражения волн напряжений от свободных кромок с перераспределением касательных сил в узлах соединения пластин (перекрытий) пропорционально относительной сдвиговой жесткости этих пластин.

Данный метод последовательного нагружения позволяет правильно определять распределение напряжений в горизонтальных пластинах (по их ширине) коробчатых балок и в палубах корпуса корабля {сдвиговые задержки (shear lag) напряжений}.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Тимошенко С. П., Дж. Гудъер. Теория упругости. М.: Наука, 1979.
- Напитухии А.В. Волны напряжений в балках и пластинках // Морской вестник. – 2004. – №3. – С. 95–100; б)Изв. РГПУ им. А.И. Герцена. Естеств. и точные науки. – 2004. – № 4(8). – С. 178–195.
- Он же. Волны напряжений в балках и пластинках. Тр. Науч.технич. конфер. «Бубновские чтения», посвященной 100-летию кафедры строительной механики корабля СПбГМТУ. СПб, 18–19 ноября 2004 г., с. 93–94.
- Справочник по строительной механике корабля. Т.1/ Под ред. Ю. А. Шиманского. – Л.: Судпромгиз, 1958.
- Тимошенко С. П. Курс сопротивления материалов. М. Л.: Гос. науч.-техн. изд. 1932.
- 6. Папкович П. Ф. Теория упругости. М. Л.: Оборонгиз, 1939.
- 7. *Суслов В. П., Кочанов Ю. П.,Спихтаренко В. Н.* Строительная механика корабля и основы теории упругости. Л.: Судостроение, 1972.
- Справ. по строительной механике корабля. Т.3/ Под ред. Ю. А. Шиманского. – Л.:Судпромгиз, 1960.
- Шлемов Ф. С. Масягии А.В. Строительная механика надводного корабля. – М.: Воениздат, 1956.

статье представлены некоторые результаты работы, проводившейся в СПбГМТУ по расширению области применения тензорного исчисления и придания ему формы, ориентированной на специалистов с обычной для технических вузов математической подготовкой.

Хорошо известно, что наиболее просто решение той или иной задачи удается получить тогда, когда используются методы, адекватные этой задаче. Если, например, для определения ускорения точки, равномерно движущейся по окружности, использовать скалярный подход, то трудно будет объяснить, почему в таких условиях, т.е. при равномерном движении, появляется ускорение. Если же принять во внимание, что ускорение – это вектор, равный производной от вектора скорости по времени, то сразу станет ясно, что, поскольку линия действия вектора скорости в процессе движения точки по кривой изменяется, следовательно, изменяется и сам вектор скорости, а это означает, что ускорение не равно нулю.

В рассмотренном примере векторный подход оказался эффективным именно потому, что он адекватен задаче: понятие вектора скорости включает в селя оба фактора, которыми определяется скорость, — численное значение и направление, так что изменение хотя бы одного из них приводит к изменению вектора в целом.

На практике встречаются и такие ситуации, когда для описания исследуемого явления одних лишь векторных, а тем более скалярных подходов, уже недостаточно. Примером может служить задача о напряженном состоянии твердого, жидкого или газообразного тела. В этом случае в одной и той же точке тела может быть определено бесчисленное множество векторов напряжений (подробнее см. ниже) и, для того чтобы охарактеризовать напряженное состояние в целом, нужно вводить в рассмотрение новый класс величин, которые и называются тензорами. К этой же группе задач относится задача об инертных свойствах вращающегося тела, задачи из области гидромеханики и теории упругости, а также теории теплопроводности и электромагнетизма.

Несмотря на то, что тензорное исчисление получило широкое распространение в теоретической физике и близких к ней областях, оно почти не применяется для решения инженерных задач. Объясняется это рядом причин, но прежде всего, по-видимому, тем, что основные понятия тензорного исчисления вводятся в рассмотрение чисто формально и поэтому в отличие от скаляров и векторов воспринимаются как некоторые абстракции, лишенные физического содержания.

ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ТРАКТОВКИ И ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

М.Е. Подольский, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой СПбГМТУ, контакт. тел. (812) 293 9761

Например, согласно классическому определению, тензор – это совокупность величин, которые при переходе от одной системы координат к другой изменяются по некоторому (указываемому в определении) закону. Построенная на базе этого определения так называемая компонентная форма тензорного исчисления весьма специфична и плохо вписывается в привычную систему обозначений и методов решения инженерных задач.

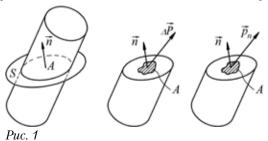
Существенным шагом вперед в направлении придания тензорному исчислению формы, удобной для инженерных приложений, стала разработка прямого тензорного исчисления, в котором тензоры и операции над ними записываются в безындексном виде, без привязки к той или иной системе координат, а обозначения очень близки, а иногда и просто совпадают с обозначениями в векторной алгебре и анализе. Вместе с тем понятие тензора по-прежнему остается абстрактным: под тензором понимается формальная сумма формальных произведений. Однако именно это формальноматематическое определение допускает достаточно простую и физически понятную трактовку.

Рассмотрим основы теории напряженного состояния. Очевидно, что напряжение в точке тела A (рис. 1), определяемое формулой

$$\vec{p}_n = \lim \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta S},$$

$$\Delta S \to (\bullet)A$$
(1)

зависит от того, как расположена в пространстве плоскость S, на элементе ΔS которой действует сила $\Delta \vec{P}$. А так как через одну и ту же точку тела можно провести бесчисленное множество плос-



костей, то, соответственно, и векторов напряжений в этой точке можно определить бесчисленное множество.

Таким образом, определение напряжения сводится не только к определению численного значения и линии действия вектора напряжения. Нужно знать всю совокупность векторов напряжений в точке. Достаточно вспомнить, что расчет статической прочности валов начинается с определения напряжений в поперечном сечении вала, после чего по тем или иным теориям прочности определяют эквивалентные напряжения. Если, например, используется теория максимальных касательных напряжений, то это означает, что из всей совокупности сечений, проходящих через рассматриваемую точку, выбирается то, на котором касательное напряжение будет максимальным, причем, как правило, это сечение не совпадает с поперечным.

Рассмотрим элементарный параллелепипед, мысленно вырезанный из некоторого находящегося в напряженном состоянии тела. На параллелепипед со стороны отброшенной части тела действуют силы. Отвечающие этим силам напряжения на гранях, для которых орты координатных осей \vec{e}_1, \vec{e}_2 и \vec{e}_3 (далее они называются базисными) являются внешними нормалями, будем обозначать так, как показано на рис.2. Поэтому, например, \vec{p}_{12} — это касательное напряжение, которое направлено вдоль оси $0x_2$ и действует на площадке, перпендикулярной оси $0x_1$. Вектором \vec{p}_{11} определяется нормальное напряжение на той же площадке.

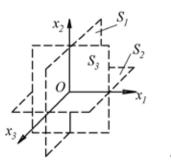
Остановимся более подробно на напряжении p_{12} . Его численное значение равно p_{12} , а рассматриваемое как вектор, оно находится по формуле $\vec{P}_{12} = p_{12}\vec{e}_2$. Для получения полной информации нужно еще знать площадку, на которой определяется напряжение. Ее положение в пространстве определяется ортом

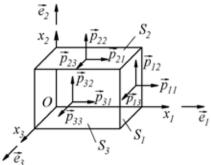
нормали к ней. Применительно к p_{12} это вектор \vec{e}_2 . В результате получим трехвариантное

 p_{12} : p_{12} , $\vec{p}_{12} = p_{12}\vec{e}_2$, $\{\vec{e}_1, \vec{p}_{12}\}$, (2) где с учетом того, что $\vec{p}_{12} = p_{12}\vec{e}_2$, $\{\vec{e}_1, \vec{p}_{12}\} = p_{12}\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\}$. (3)

Формула (3) означает, что записи $\{\vec{e}_1,\vec{p}_{12}\}$ и $p_{12}\{\vec{e}_1,\vec{e}_2\}$ имеют один и тот же смысл, а именно, что вектор напряже-

ния \vec{p}_{12} на площадке, перпендикулярной к \vec{e}_1 , направлен вдоль \vec{e}_2 и его численное значение равно p_{12} . При этом существенно, что фигурирующие в правой части (3) векторы \vec{e}_1 и \vec{e}_2 должны быть ука-





Puc. 2 заны в определенном порядке. Например, запись

$$p_{12}\{\vec{e}_2, \vec{e}_1\} \tag{4}$$

означает, что речь идет о напряжении, которое определяется тем же численным значением, что в (2) и (3), но, во-первых, оно действует на другой площадке, а, во-вторых, имеет другое направление (вдоль оси $0x_1$).

Объекты, определяемые численным значением и двумя направлениями, называются $\partial ua\partial amu$. Таким образом, $\{\vec{e}_1,\vec{e}_2\}$ — это диада, но точно так же диадой будет и $p_{12}\{\vec{e}_1,\vec{e}_2\}$, а значит [см. (3)], и $\{\vec{e}_1,\vec{p}_{12}\}$. Отсюда приходим еще к одному определению диады: диада — это упорядоченная совокупность двух векторов, т.е. такая их совокупность, в которой векторы, образующие диаду, указаны в определенном порядке.

Кроме фигурных скобок для обозначения операции объединения векторов в диаду может быть использован знак \otimes , так что $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2\}$ — это то же самое, что и $\vec{e}_1 \otimes \vec{e}_2$. Иногда диаду удобно обозначать одной буквой. В этом случае используется знак «тильда». Например, запись

$$\tilde{A} = \vec{a} \otimes \vec{b} \tag{5}$$

означает, что \tilde{A} — это диада, являющаяся упорядоченной совокупностью векторов \vec{a} и \vec{b} .

Используя эту систему обозначений, помимо диад

 $ilde{p}_{12}=p_{12}ec{e}_{1}\otimesec{e}_{2}\;,\;\; ilde{p}_{11}=p_{11}ec{e}_{1}\otimesec{e}_{1}\;\;$ и т.д., (6) можно еще рассматривать диады

 $\tilde{p}_1 = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_1 \;,\;\; \tilde{p}_2 = \vec{e}_2 \otimes \vec{p}_2 \;,\;\; \tilde{p}_3 = \vec{e}_3 \otimes \vec{p}_3 \;$ (7) и вообще для любой площадки с нормалью \vec{n} диаду

$$\tilde{p}_n = \vec{n} \otimes \vec{p}_n \,, \tag{8}$$

где \vec{p}_n — вектор напряжения на этой

Анализ условий равновесия элементарного тетраэдра приводит к выводу, что вектор напряжения в точке на любой произвольно ориентированной площадке однозначно определяется напряжениями p_{ij} на трех указанных выше (см. рис. 2) гранях элементарного параллелепипеда, причем последовательность, в которой при выводе соответствующих формул используются напряжения p_{ij} , а следовательно, и отвечающие им диады, роли не играет. Отсюда, в частности, следует, что, например, диада

$$\tilde{p}_1 = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_1 \tag{9}$$

имеет тот же смысл, что и совокупность диад

$$\tilde{p}_{11} = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_{11}, \ \tilde{p}_{12} = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_{12}, \ \tilde{p}_{13} = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_{13}.$$
 (10)

Рассматривая эту совокупность как сумму

$$\sum_{i} \tilde{p}_{1i} = \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{11} + \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{12} + \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{13} \quad (11)$$
и приравнивая поэтому (9) и (11) друг к другу, имея также в виду, что

 $\vec{p}_1 = \vec{p}_{11} + \vec{p}_{12} + \vec{p}_{13} ,$

получим

$$\vec{e}_{1} \otimes (\vec{p}_{11} + \vec{p}_{12} + \vec{p}_{13}) = = \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{11} + \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{12} + \vec{e}_{1} \otimes \vec{p}_{13}.$$
(13)

Из (13) следует, что обозначаемая знаком \otimes операция упорядоченного объединения векторов может рассматриваться как операция умножения. Это умножение называется тензорным. Тензорное умножение обладает свойствами обычного умножения, но отличается от него одним единственным обстоятельством — оно некоммутативно, так что сомножители в тензорном произведении векторов нельзя менять местами (произведения $\vec{e}_2 \otimes \vec{e}_1$ и $\vec{e}_1 \otimes \vec{e}_2$ имеют разный смысл):

$$\vec{b} \otimes \vec{a} \neq \vec{a} \otimes \vec{b}$$
 (14)

В соответствии с соображениями, изложенными при анализе формул (9) – (13), сумма диад представляет собой их неупорядоченную совокупность. Это свойство распространяется на сумму любых диад. Таким образом, операция суммирования диад так же, как и операция тензорного умножения векторов, – это объединительная операция, но, в отличие от тензорного умножения, суммирование диад имеет своим результатом образование неупорядоченной совокупности.

На основе понятия о диадах строится и понятие о тензорах. Тензором (точнее тензором второго ранга) называется сумма диад. Так как каждую диаду можно представить в виде произведения скалярного множителя на тензорное произведение базисных векторов, тензор можно представить в виде суммы

$$\sum_{j=1}^{3}\sum_{i=1}^{3}\alpha_{ij}\vec{e}_{i}\otimes\vec{e}_{j}\;. \tag{15}$$
 Произведения $\vec{e}_{i}\otimes\vec{e}_{j}$ называют-

Произведения $\vec{e}_i \otimes \vec{e}_j$ называются базисными диадами, коэффициенты α_{ij} – компонентами (иногда координатами) тензора.

Сам тензор обозначается подчеркнутой два раза снизу той же буквой, что и его компоненты, причем в целях упрощения записи знак суммы отбрасывается, а суммирование производится по дважды повторяющемуся буквенному индексу. Например, для тензора $\underline{\alpha}$ имеем

 $\underline{\alpha} = \alpha_{ij} \vec{e}_i \otimes \vec{e}_j$, (16) а тензор напряжений с компонентами p_{ii} будет

 $p = p_{ii}\vec{e}_i \otimes \vec{e}_i \,. \tag{17}$

Алгебраические операции над тензорами строятся по аналогии с векторной алгеброй. Рассмотрим вектор

$$\vec{A} = \vec{e}_1 A \tag{18}$$

и попытаемся с помощью алгебраических операций выделить из \vec{A} его численное значение. Сделать это, очевидно, можно, умножив обе части (18) скалярно на \vec{e}_1 . Так как $\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1 = 1$ (· – знак скалярного умножения),

$$\vec{e}_1 \cdot A = \vec{e}_1 \cdot (\vec{e}_1 A) = (\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1) A = A$$
.

Точно так же можно при необходимости выделить из диады $\tilde{p}_{12} = \vec{e}_1 \otimes \vec{p}_{12}$ вектор \vec{p}_{12} . Имеем

$$\vec{e}_1 \cdot \tilde{p}_{12} = \vec{e}_1 \cdot (\vec{e}_1 \otimes \vec{p}_{12}) = (\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1) \vec{p}_{12} = \vec{p}_{12}$$
.

В результате приходим к следующему правилу определения скалярного произведения вектора на тензор:

$$\vec{a} \cdot \underline{\underline{\alpha}} = \vec{a} \cdot (\alpha_{ij} \vec{e}_i \otimes \vec{e}_j) = (\vec{a} \cdot \vec{e}_i) \alpha_{ij} \vec{e}_j \quad (19)$$

Как видно из (19), вектор \vec{a} скалярно умножается на ближайшие к нему векторы всех диад тензора.

Аналогичным образом определяется скалярное произведение тензора на вектор справа:

$$\underline{\underline{\alpha}} \cdot \vec{a} = (\alpha_{ij} \vec{e}_i \otimes \vec{e}_j) \cdot \vec{a} = \alpha_{ij} \vec{e}_i (\vec{e}_j \cdot \vec{a}) = (\vec{a} \cdot \vec{e}_j) \alpha_{ij} \vec{e}_i. \tag{20}$$

Из (19) и (20) видно, что скалярное произведение вектора и тензора некоммутативно: в общем случае $\vec{a} \cdot \underline{\alpha} \neq \underline{\alpha} \cdot \vec{a}$.

Из формул (19) и (20) вытекают два важных результата (приводятся без вывода). Во-первых, это так называемое основное тождество тензорной алгебры

$$(\vec{a} \cdot \vec{b})\vec{c} = \vec{a} \cdot (\vec{b} \otimes \vec{c}) \tag{21}$$

и, во-вторых, понятие о единичном тензоре $\,E:$

$$\vec{a} \cdot E = E \cdot \vec{a} = \vec{a} \,, \tag{22}$$

где
$$E = \vec{e}_1 \otimes \vec{e}_1 + \vec{e}_2 \otimes \vec{e}_2 + \vec{e}_3 \otimes \vec{e}_3$$
. (23)

Формулы (22) и (23) станут очевидными, если учесть, что любой вектор \vec{a} может быть представлен в виде разложения по ортам координатных осей:

$$\vec{a} = a_i \vec{e}_i = a_1 \vec{e}_1 + a_2 \vec{e}_2 + a_3 \vec{e}_3$$
, (24) так что, например,

$$\vec{a} \cdot \vec{e}_1 = a_1(\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1) + a_2(\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2) + a_3(\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_3) = a_1$$
 и вообще $\vec{a} \cdot \vec{e}_i = a_i$ (25) Поэтому $\vec{a} \cdot \underline{E} = \vec{a} \cdot (\vec{e}_i \otimes \vec{e}_i) = a_i \vec{e}_i = \vec{a}$, а это и есть формула (22).

В дальнейшем понадобится еще понятие об *операторе приравнивания индексов* δ_{ij} (символ Кронекера). Он выра-

и определяется по правилу

 $\delta_{ii} = 1$, если i = j,и $\delta_{ii} = 0$ если $i \neq j$. (27)

Из (26) и (27), например, следует, что сумма $a_i b_i$ может быть с учетом (25) записана в виде

 $a_i b_i = a_i \delta_{ii} b_i = a_i (\vec{e}_i \cdot \vec{e}_i) b_i = \vec{a} \cdot \vec{b}$, (28) откуда, в частности, вытекает известная формула для скалярного произведения векторов.

Воспользуемся формулами (21), (22) и (27) для решения некоторых задач. Из условия равновесия элементарного тетраэдра следует, что напряжение на площадке с внешней нормалью \vec{n} определяется формулой

$$\vec{p}_n = n_1 \vec{p}_1 + n_2 \vec{p}_2 + n_3 \vec{p}_3 = n_i \vec{p}_i$$
. (29) В этой формуле n_1, n_2, n_3 — направ-

ляющие косинусы орта \vec{n} , так что, например,

$$n_1 = \vec{n} \cdot \vec{e}_1 = \cos \alpha_1 \,. \tag{30}$$

С помощью оператора приравнивания индексов (27), основного тождества (21) и формулы (24), из (29) получим

$$\vec{p}_n = n_i \delta_{ij} \vec{p}_j = n_i (\vec{e}_i \cdot \vec{e}_j) \vec{p}_j = (n_i \vec{e}_i \cdot \vec{e}_j) \vec{p}_j = (\vec{n} \cdot \vec{e}_i) \vec{p}_j = (\vec{n} \cdot \vec{e}_i) \vec{p}_i = \vec{n} \cdot (\vec{e}_i \otimes \vec{p}_i).$$
(31)

Так как, например, $\vec{e}_1 \otimes \vec{p}_1 = \tilde{p}_1$ [см. (9)], TO

$$ec{e}_{j} \otimes ec{p}_{j} = \sum_{j=1}^{3} \tilde{p}_{j}$$
 . (32) В формуле (32) по примеру формул

(16) и (17) использовано соглашение о суммировании. Так как диады \tilde{p}_i отвечают напряжениям \vec{p}_i на гранях S_1, S_2 и S₃ (см. рис. 2),

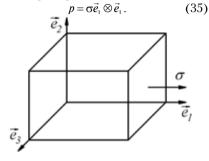
$$\vec{e}_i \otimes \vec{p}_i = p \tag{33}$$

и из (31) следует, что $\vec{p}_n = \vec{n} \cdot \underline{p}$.

$$\vec{p}_n = \vec{n} \cdot p \ . \tag{34}$$

С помощью формулы (34) можно найти вектор напряжения на любой площадке, проходящей через данную точку (нужно только задать орт нормали к площадке). Это означает, что тензором напряжений определяется вся совокупность векторов напряжений в точке. С другой стороны, тензор p фигурирует в формуле (34) в качестве самостоятельного объекта вне какой-либо связи с конкретной системой координат и, таким образом, представляет собой инвариантную к выбору системы координат совокупность векторов. Отсюда вытекает и геометрический смысл скалярного произведения $\vec{n} \cdot p$: посредством операции скалярного умножения из всей совокупности векторов, составляющих тензор, выбирается один – тот, который действует на площадке, перпендикулярной к \vec{n} . А поскольку таких площадок бесчисленное множество, столько же будет и векторов, составляющих тензор. Поэтому с геометрической точки зрения тензор может быть уподоблен ежику, иголками которого являются векторы напряжений, но, в отличие от настоящего ежика, поверхность, образуемая концами этих иголок – гладкая.

Применение формулы (34) проиллюстрируем на примере определения напряжений при растяжении стержня. Используя обозначения, показанные на рис. 3, тензор напряжений запишем в виде



Puc. 3

Поэтому

$$\vec{p}_n = \sigma \cos \alpha \, \vec{e}_1 \,, \, \cos \alpha = \vec{n} \cdot \vec{e}_1 \,.$$
 (36)

Из (36) видно, что в сечении стержня любой плоскостью вектор напряжения на площадке, лежащей в этой плоскости, направлен вдоль оси стержня. Кроме того, в дополнение к известному результату о напряжениях на наклонных площадках, формула (36) остается справедливой при любом расположении плоскости сечения относительно плоскости чертежа. Значение имеет только угол, который нормаль к площадке составляет с осью стержня.

Еще один пример дает задача об определении момента сил инерции твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной точки.

Для решения этой задачи потребуется использовать известное тождество (× знак векторного умножения)

$$\vec{a} \times (b \times \vec{c}) = b(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot b)$$
 (37) и вытекающее из него тождество

 $\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = (\vec{a} \times \vec{b}) \times \vec{c} + \vec{b} \times (\vec{a} \times \vec{c})$, (38) а также правило определения векторного произведения тензора на вектор, построенное по той же схеме, что и правило (20):

$$\overset{\alpha \times \vec{a} = (\alpha_{ij}\vec{e}_i \otimes \vec{e}_j) \times \vec{a} = (\alpha_{ij}\vec{e}_i) \otimes \vec{e}_j \times \vec{a} . (39)}{\overset{\bullet}{=} \overset{\bullet}{\sim} \overset{\bullet}{=} \overset{\bullet}{\sim} \overset{\bullet}{\sim}$$

Искомый момент определяется формулой

$$\vec{M}_{\text{\tiny M}} = -\int \vec{r} \times \vec{a} dm \ . \tag{40}$$

Здесь \vec{r} – радиус-вектор точки с массой dm; \vec{a} – ускорение этой точки. Начало радиуса-вектора находится в той неподвижной точке, вокруг которой вращается тело.

По известной формуле кинематики

 $\vec{a} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{u}$,

где $\vec{\omega}$ и $\vec{\epsilon}$ – угловые скорость и ускорение тела, \vec{u} – скорость точки,

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\omega}{dt}, \qquad \vec{u} = \vec{\omega} \times \vec{r} .$$
 (42)

Поэтому

$$\vec{r} \times \vec{a} = \vec{r} \times (\vec{\varepsilon} \times \vec{r}) + \vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{u}) \tag{43}$$

и, так как

$$\vec{r} \cdot \vec{r} = r^2 \,, \tag{44}$$

то, в силу (37),

$$\vec{r} \times (\vec{\varepsilon} \times \vec{r}) = \vec{\varepsilon} (\vec{r} \cdot \vec{r}) - \vec{r} (\vec{r} \cdot \vec{\varepsilon}) = \vec{\varepsilon} r^2 - (\vec{\varepsilon} \cdot \vec{r}) \vec{r}.$$
(45)

Отсюда, с учетом (22) и (21), полу-

$$\vec{r} \times (\vec{\varepsilon} \times \vec{r}) = r^2 \vec{\varepsilon} \cdot \underline{\underline{E}} - \vec{\varepsilon} \cdot (\vec{r} \otimes \vec{r}) = \\
= \vec{\varepsilon} \cdot (r^2 E - \vec{r} \otimes \vec{r}). \tag{46}$$

Имеем далее [см.(38)]

$$\vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{u}) = (\vec{r} \times \vec{\omega}) \times \vec{u} + \vec{\omega} \times (\vec{r} \times \vec{u}) =$$

$$= -\vec{u} \times \vec{u} + \vec{\omega} \times (\vec{r} \times \vec{u}),$$

и, так как $\vec{u} \times \vec{u} = \vec{0}$, а $\vec{b} \times \vec{a} = -\vec{a} \times \vec{b}$, то $\vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{u}) = -(\vec{r} \times \vec{u}) \times \vec{\omega}$, (47)

где произведение $\vec{r} \times \vec{u} = \vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$ по аналогии с (45), определяется формулой

$$\vec{r} \times \vec{u} = \vec{\omega} \cdot (r^2 \underline{\underline{E}} - \vec{r} \otimes \vec{r}). \tag{48}$$

Из (47) и (48) находим $\vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{u}) = -\vec{\omega} \cdot (r^2 E - \vec{r} \otimes \vec{r}) \times \vec{\omega} . \tag{49}$

Подстановка (46) и (49) в (43) дает

$$\vec{r} \times \vec{a} = \vec{\epsilon} \cdot (r^2 \underline{\underline{E}} - \vec{r} \otimes \vec{r}) - - \vec{\omega} \cdot (r^2 \underline{\underline{E}} - \vec{r} \otimes \vec{r}) \times \vec{\omega},$$
(50)

и из формулы (40) следует, что $\bar{M}_{_{\rm H}}=-\vec{\epsilon}\cdot \underline{J}+\vec{\omega}\cdot \underline{J}\times \vec{\omega}\,,$

$$\vec{M}_{_{\text{H}}} = -\vec{\epsilon} \cdot \vec{\underline{J}} + \vec{\omega} \cdot \vec{\underline{J}} \times \vec{\omega}, \qquad (51)$$

где тензор

$$\underline{\underline{J}} = \int (r^2 \underline{\underline{E}} - \vec{r} \otimes \vec{r}) dm \tag{52}$$

называется m *тензором инерции тела.*

Как и всякий тензор 2-го ранга, тензор инерции может быть разложен по базисным диадам $\vec{e}_i \otimes \vec{e}_j$ [см. (16)]

$$J = J_{ij}\vec{e}_i \otimes \vec{e}_j. \tag{53}$$

Компоненты J_{11},J_{22},J_{33} тензора Jназываются осевыми моментами инерции, величины

$$J_{_{\sim ij}} = -J_{ij} \text{ при } i \neq j \tag{54}$$

носят название центробежных моментов инерции.

Если тело вращается вокруг неподвижной оси и орт этой оси есть $\vec{e}_{_1}$, то

$$\vec{\omega} = \omega \vec{e}_1, \quad \vec{\epsilon} = \epsilon \vec{e}_1, \quad \epsilon = \frac{d\omega}{dt}.$$
 (55)
Момент сил инерции, вычисленный

относительно той же оси, равен скалярному произведению $M_{_{\mathrm{H}}}$ на $\vec{e}_{_{1}}$:

$$\vec{M}_{\mu} = \vec{M}_{\mu} \cdot \vec{e}_{1} = -\varepsilon (\vec{e}_{1} \cdot \underline{J}) \cdot \vec{e}_{1} + \\
+\omega^{2} (\vec{e}_{1} \cdot J \times \vec{e}_{1}) \cdot \vec{e}_{1}.$$
(56)

Так как [см. (39),(16) и (27)]
$$\vec{e}_{1} \cdot \vec{J} \times \vec{e}_{1} = \vec{e}_{1} \cdot J_{ij} \vec{e}_{i} \otimes \vec{e}_{j} \times \vec{e}_{1} =$$

$$= \delta_{1i} J_{ij} \vec{e}_{j} \times \vec{e}_{1} = \vec{B} \times \vec{e}_{1},$$
(57)

 $\vec{B} = J_{\perp i} \vec{e}_{\perp i}$ (58)то, в силу свойств смешанного произведения векторов,

$$(\vec{e}_1 \cdot J \times \vec{e}_1) \cdot \vec{e}_1 = (\vec{B} \times \vec{e}_1) \cdot \vec{e}_1 = 0$$
.

Таким образом, второе слагаемое в формуле (56) обращается в нуль, а пос-

$$(\vec{e}_1 \cdot \underline{J}) \cdot \vec{e}_1 = (\vec{e}_1 \cdot J_{ij} \vec{e}_i \otimes \vec{e}_j) \cdot \vec{e}_1 = \\ = \delta_{li} J_{ij} \delta_{j1} = J_{11},$$

$$(59)$$

то из (56) следует, что, как и должно быть,

$$M_{\rm wl} = -J_{11}\varepsilon \,, \tag{60}$$

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

где J_{11} – осевой момент инерции, вычисленный относительно оси врашения тела.

Другой частный случай получим, полагая $\vec{\epsilon} = 0$, $\vec{\omega} = \omega \vec{e}_1$. Тогда в формуле (51) исчезает первое слагаемое, а второе принимает вид

$$\vec{M}_{e} = \omega^{2} \vec{e}_{1} \cdot \underline{J} \times \vec{e}_{1}. \tag{61}$$

$$M_{\dot{e}} = \omega^{2} e_{1} \cdot \underline{J} \times e_{1}$$
. (6)
Так как
 $\vec{e}_{1} \cdot \underline{J} \times \vec{e}_{1} = \vec{e}_{1} \cdot (J_{ij} \vec{e}_{i} \otimes \vec{e}_{j}) \times \vec{e}_{1} = \delta_{1i} J_{ij} =$

$$= J_{1j}\vec{e}_{j} \times \vec{e}_{1} = J_{11}\vec{e}_{1} \times \vec{e}_{1} + J_{12}\vec{e}_{2} \times \vec{e}_{1} + + J_{13}\vec{e}_{3} \times \vec{e}_{1} = -J_{12}\vec{e}_{1} \times \vec{e}_{2} + J_{13}\vec{e}_{3} \times \vec{e}_{1} =$$
(62)

$$= -J_{12}\vec{e}_3 + J_{13}\vec{e}_2,$$
 to $\vec{M}_{\delta} = \omega^2(-J_{12}\vec{e}_3 + J_{13}\vec{e}_2),$ (63)

(63)

редположим, что объект состоит из *m* элементов с известными распределениями времени безотказной работы и времени восстановления, а функционирует она в соответствии с заданной надежностно-функциональной схемой. Все элементы системы условно разделим на рабочие и резервные. К первому классу отнесем также все элементы нагруженного и облегченного резерва, а ко второму классу - только элементы, находящиеся

При отказе рабочего элемента и при наличии резервной группы он заменяется резервным, причем эта замена происходит мгновенно и абсолютно надежным устройством. Порядок замены

в ненагруженном состоянии [1].

отказавшего рабочего элемента резервным будем считать известным. При этом резервный элемент становится рабочим и выполняет его функции. Контроль состояния элементов непрерывный, и отказ любого элемента обнаруживается немедленно после его возникновения.

Предполагается известным число ремонтных бригад и порядок восстановления отказавших элементов, т.е. указание о том, какие элементы и в какой последовательности будут приняты на обслуживание. Разумеется, этот порядок необходимо знать только в том случае, когда речь идет об ограниченном восстановлении и может появиться очередь на восстановление. В процессе ремонта элементов происходит полное восстановление их надежностных свойств.

На функционирование и ремонт каждого элемента могут оказывать влияние остальные элементы объекта. В связи с этим любой элемент объекта может пребывать в нескольких состояниях: работоспособности, восстановления или простоя. При этом состояние простоя элемента может быть обусловлено следующими причинами:

- 1) произошло прерывание работы элемента; это может быть в том случае, если данный элемент находится в составе узла, соединенного последовательно с некоторым отказавшим ранее элементом или узлом;
- 2) произошло прерывание восстановления элемента; это возможно, когда ремонтные органы, восстанавливающие данный элемент, прекращают свою работу и приступают к ремонту другого элемента;
- 3) элемент исправен, но по условиям функционирования он не включен в работу и находится в очереди на работу; это может произойти, например, в случае ненагруженного резервирования;
- элемент находится в отказавшем состоянии, но по условиям обслуживания не ремонтируется и находится в очереди на восстановление с необратимым приоритетом.

или [см. (54)]

Отсюда видно, что $\vec{M}_{u} = \vec{0}$, если центробежные моменты инерции J и Jравны нулю. Это известное условие $\tilde{\chi}^{12}$ инамической уравновешенности роторов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Вильчевская Е. Н. Тензорная алгебра и тензорный анализ. - СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2013. –42 с.
- Кочин Н. Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. – М.: Наука, 1965 - 436 c
- Лурье А.И. Нелинейная теория упругости.

- М.: Havкa, 1980. 512 с.
- Пальмов В.А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. –108 с.
- Подольский М.Е. Элементы тензорного исчисления в гидромеханике. - СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2007. - 176 с.
- Подольский М.Е. Прикладная тензорная алгебра. – СПб: Изд-во СПбГМТУ, 2007. – 246 с.
- Podolsky M.E. Axiomatics of direct tensor calculus // Tensor. - New series. - 2008. -V.70. -No1. - Published by Tensor Society. Chigasaki, Japan. - 46-51 p.
- Подольский М.Е. Физико-механические основы и некоторые инженерные приложения прямого тензорного исчисления. - СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2011. – 466 c.

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТА **ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ** ПРИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

М. А. Александров, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник, **Д. А. Скороходов,** д-р техн. наук, профессор, ЗАО «ЦНИИ СМ», конткт. тел. (812) 6401 51, e-mail: sudmssh@sudmash.ru

> Указание возможных состояний каждого элемента объекта существенно при описании его функционирования в целом. Будем считать, что переход каждого элемента из одного своего состояния в другое происходит мгновенно вследствие отказа или восстановления данного элемента или какого-либо другого элемента объекта. Дополнительно предположим, что отказ или восстановление любого элемента не влияет на законы распределения остальных элементов, и время простоя элемента сказывается на его надежностных характеристиках, т.е., находясь в состоянии простоя, элемент сохраняет свои характеристики надежности такими же, как и в момент прерывания работы или восстановления.

> Множество всех состояний объекта обозначим через E . Для каждого состояния $k \in E$ определим вектор $A_{1k} = (a_{1k}, ..., a_{mk})$, характеризующий состояния элементов системы: $a_{ik} = s_i$, если i-й элемент работает, $a_{ik} = \tau_i$, если i-й элемент восстанавливается. Аргументы S_i и τ_i будем помечать штрихом, если і-й элемент пребывает в состоянии простоя по первой или второй причинам. Аргумент $a_{i\nu}$ положим равным нулю, если i-й элемент находится в очереди на работу или на восстановление (причины третья и четвертая соответственно), в этом случае аргумент будем условно называть нулевым.

> Множество всех векторов $S = \{A_k\}_{k \in \mathbb{R}}$ назовем матрицей состояния объекта. Функционирование объекта удобно представлять графом, узлы которого поставлены в соответствие с состоянием объекта. Возможным переходам объекта из одного состояния в другое соответствует множество всех ветвей графа. Будем считать, что все переходы за один шаг вызваны или отказом, или восстановлением некоторого одного элемента. Тем самым исключается возможность одновременного отказа или восстановления более чем одного элемента объекта. Информация о всевозможных переходах объектов за один шаг содержится в матрице переходов P, элементы p_{ki} которой представляют собой номер состояния, в которое имеется переход из состояния k вследствие изменения состояния (от-



Россия, 192029

Санкт-Петербург, ул.Дудко, д.3 Телетайп: 122214 NASOS RU

Тел. (812) 640-11-69 Факс (812) 640-11-72 info@proletarsky.ru www.proletarsky.ru

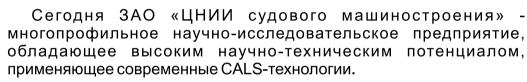


Россия, 192029 Санкт-Петербург, ул. Дудко, 3 Тел. (812) 640-1051 Факс (812) 640-1052 sudmash@ sudmash.ru www.sudmash.ru



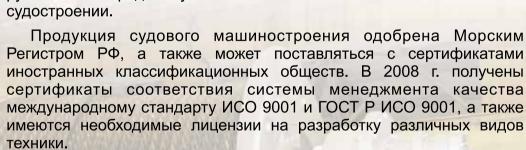
ОАО «Пролетарский завод» и ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» в настоящее время представляют собой современный научно-производственный комплекс судового машиностроения, ведущий разработку и поставку широкой номенклатуры конкурентоспособного судового оборудования для строительства отечественного флота.

ЦНИИ судового машиностроения было образовано в 1970 г. для обеспечения научно-обоснованных разработок эффективного оборудования судового машиностроения. В этом же году было создано Научно-производственное объединение в составе ЦНИИ СМ как головного предприятия и «Пролетарского завода».





ОАО «Пролетарский завод» совместно с ЗАО «ЦНИИ СМ» создают уникальную продукцию судового машиностроения, успешно используя мировой опыт ведущих зарубежных фирм. Создаваемые изделия обладают высокой конкурентоспособностью в России и за рубежом и в ряде случаев не имеют аналогов в отечественном судостроении.





Ряд работ по созданию судового оборудования и устройств, например: устройства передачи грузов в море на ходу и манипуляторные устройства., удостоены Государственной премии СССР и РФ.



ОАО «Пролетарский завод» и ЗАО «ЦНИИ СМ» всегда готовы к взаимовыгодному сотрудничеству с отечественными и зарубежными партнерами.

каза или восстановления) i-го элемента. Если из состояния k отсутствует переход, вызванный изменением состояния i-го элемента, то соответствующий элемент матрицы P полагается равным нулю.

Обозначим через $Y_k(A_k,t)$ вероятность пребывания объекта в момент времени t в состоянии k в предположении, что после момента t i-й элемент объекта сохранит свое состояние (работоспособности, восстановления или одного из четырех состояний простоя) в течение времени a_k (i=1, 2,...,m).

Пусть функция Y_k дифференцируема по всем ненулевым переменным, и y_k есть смешанная производная по этим переменным, причем по каждой из них производная берется с противоположным знаком. Функции y_k в определенном смысле представляют собой плотности распределения вероятностей и являются неизвестными в системе интегральных уравнений.

Для каждого состояния $k \in E$ составляется интегральное уравнение по следующему формальному правилу. Определяются все состояния, из которых имеется одношаговый переход в состояние k. Пусть j — одно из таких состояний, и переход из j в k вызван отказом или восстановлением элемента с номером $i_0 = i_0(j,k)$.

Положим

$$A_j^{(i_0)} = (\underbrace{a_{1j},...,0}_{i_0},...,a_{mj}).$$

Обозначим $X_{jk}=(x_1,\dots,x_m)$, где $x_i=x$, если $a_{ik}=s_i$ и $a_y=s_i$ или s_i , а также $a_{ik}=\tau_i$ и $a_{ij}=\tau_i$ или τ_i ; в остальных случаях $x_i=0$. Пусть h_i — плотность распределения времени безотказной работы f_i i-го элемента, если $a_{ik}=s_i$, или плотность распределения времени восстановления g_i i-го элемента, если $a_{ik}=\tau_i$. Тогда справедливо уравнение

$$y_k(A_k,t) = \sum_{j \to k} \int\limits_0^t \prod_i h_i(x+a_{ik}) y_j \Big(X_{jk} + A_j^{ig(i_0)}, t-x\Big) dx$$
. (1) Суммирование в правой части уравнения выполняет-

Суммирование в правой части уравнения выполняется по всем состояниям j, из которых имеется непосредственный переход в состояние k. Произведение под знаком интеграла распространяется на все индексы i, для которых $a_{ik} \in A_k / A_j^{(i_0)}$, $a_{ik} \neq 0$. Для начального состояния k_0 к правой части соответствующего интегрального уравнения добавляется слагаемое $\prod h_i(t+a_{ik0})$, где $a_{ik_0} \in A_{ik_0}$, $a_{ik_0} \neq 0$, обусловленное началом функционирования объекта.

Уравнение (1) содержит всю вероятностную информацию о работе и восстановлении технической системы, а их решение позволяет определить вероятности пребывания системы в состоянии k и параметры перехода из состояния k в состояние l:

$$p_{k}(t) = \int_{0}^{\infty} y_{k}(A_{k}, t) dA_{k};$$

$$\omega_{kl}(t) = \int_{0}^{\infty} y_{k}(A_{k}^{(i_{0})}, t) dA_{k}^{(i_{0})}, \quad i_{0} = i_{0}(k, l),$$
(7)

где интегрирование проводится по всем ненулевым аргументам. Далее по известным формулам рассчитываются требуемые по-

Далее по известным формулам рассчитываются требуемые показатели надежности, такие как вероятность безотказной работы, наработка до первого отказа, наработка на отказ, среднее время восстановления, коэффициент и функция готовности, вероятность безотказной работы в течение заданного интервала времени и др.

Система интегральных уравнений может быть записана также в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных, каждое из которых является уравнением первого порядка. Эти системы позволяют математически описывать функционирование технического устройства с произвольными законами распределения элементов и имеющимися плотностями. Они являются обобщениями системы обыкновенных дифференциальных уравнений Эрланга, справедливой для экспоненциальных распределений отказов и восстановлений.

Описание с помощью системы интегральных уравнений является универсальным и при сделанных ранее допущениях может служить математической моделью функционирования любого сложного устройства с конечным или счетным множеством состояний. В частности эти системы пригодны

для описания невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств, устройств, имеющих любой вид резерва (ненагруженный, облегченный, нагруженный), могут быть использованы для описания стационарного и нестационарного режима.

Для стационарного режима $y_k(A_k) = \lim_{t \to +\infty} y_k(A_k, t)$, и система интегральных уравнений принимает вид

$$y_k(A_k) = \sum_{j o k} \int\limits_0^\infty \prod_i h_i(x + a_{ik}) y_j \left(X_{jk} + A_j^{(\hat{l_0})} \right) dx$$
, $k \in E$ (2) Таким образом, задача анализа надежности для стационар-

Таким образом, задача анализа надежности для стационарного режима сводится к математическому решению системы интегральных уравнений (2). Точное решение системы (2), пригодное для инженерных расчетов, можно получить лишь для узкого класса технических устройств, таких как основное соединение элементов, некоторые виды ненагруженного резервирования, устройств, содержащих только нагруженный резерв, обслуживаемых одной ремонтной бригадой с обратным приоритетом и некоторых других.

Точное решение может быть получено также, если некоторые законы распределения экспоненциальные.

В общем случае рассмотрим следующий приближенный метод решения системы интегральный уравнений (2) при условии, что элементы имеют быстро восстанавливаются, т.е. среднее время восстановления T_{Bi} i-го элемента значительно меньше среднего времени безотказной работы T_i (i=1,2,...,m). Пусть $F_i(t)$ — вероятность безотказной работы i-го элемента в течение времени t. Будем считать, что начальное состояние «0» есть состояние исправной работы всех элементов системы. Положим $y_0(A_0) = \prod_i F_i(S_i)$, где $a_{ij} \neq 0$ Все остальные функции y_k последовательно выражаются через функцию y_0 из системы (2), если в последней опустить слагаемые, соответствующие восстановлению элементов. Можно доказать, что так определенные функции являются приближенным решением системы (2) и оценить погрешность, возникающую при замене точного решения приближенным.

С этой целью рассмотрим множество всех вектор-функций $y = \{y_k(A_k)\}_{k \in E} \ m$ переменных, интегрируемых по ненулевым аргументам на положительном гипероктанте соответствующей размерности. Определим в этом линейном пространстве две нормы: p-норму

$$||y|| = \sum_{k \in E} ||y_k|| = \sum_{k \in E} \int_{0}^{\infty} |y_k(A_k)| dA_k$$

и ω -норму

$$\|y\| = \sum_{k \in E} \|y_k\| = \sum_{k \in E} \sum_{k \to l} \int_0^\infty |y_k(A_k^{(i_0)})| dA_k^{(i_0)}, \ i_0 = i_0(k, l),$$

где интегрирование осуществляется по всем ненулевым аргументам. Будем оценивать по указанным нормам относительные погрешности δ и δ приближенного решения y системы интегральных уравнений (2). Поскольку наработка на отказ и среднее время восстановления равны отношениям суммы вероятностей состояний к сумме параметров перехода, то их относительные погрешности не превосходят $\delta+\delta$.

Анализ, проведенный для целого ряда систем разнообразной структуры и произвольной дисциплины обслуживания, выявил, что относительная погрешность стационарных показателей надежности, полученных в результате приближенного решения системы интегральных уравнений, не превышает

 $2\sum_{i=1}^{\infty}/T$. Для высоконадежных типовых схем, содержащих небольшое количество элементов (порядка 10), приведенная методика позволяет полностью решить задачу оценки их надежности, так как с ее помощью можно не только найти приближенные значения показателей надежности, но и привести достаточно хорошую для инженерных расчетов оценку их точности.

ЛИТЕРАТУРА

 В. М. Амбросовский, О. В. Белый, Д. А. Скороходов, С. Н. Турусов. Интегрированные системы управления технических средств транспорта: Учеб. изд. – СПб.: Элмор. 2001.

в связи с принятием ряда новых кониептуальных документов в области морской деятельности РФ в период 2001-2010 гг. (прежде всего: «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» и «Военной доктрины Российской Федерации на период до 2020 года») и во исполнение решения Совета Безопасности РФ от 9 июня 2010 г., утверждённого Президентом РФ 21 июня 2010 г. № Пр-1791, Правительством РФ, было поручено Министерству обороны подготовить предложения о внесении изменений в Морскую доктрину Российской Федерации на период до 2020 г. [1].

В 2012 г. Министерством обороны была открыта и выставлена на конкурс НИР «Системные исследования морской деятельности Российской Федерации и разработка проектов Морской доктрины Российской Федерации на период до 2030 г. и нормативного правового акта о государственном управлении морской деятельностью Российской Федерации», которой был присвоен шифр «Мореход—2030». По результатам конкурса исполнителем НИР «Мореход—2030» было определено ОАО «Государственный научно-исследовательский навигационно-гидро-графический институт» (ГНИНГИ).

В процессе работы над законом о государственном управлении отечественной морской деятельностью одной из основных трудностей было определение понятия «государственного управления», так как его теоретические положения не имеют однозначного толкования. Это связано с тем, что данной проблематикой занимаются ученые самых различных отраслей знаний (военные, экономисты, кибернетики, философы, историки, юристы, политологи, социологи и пр.). При этом каждая наука исследует проблемы государственного управления в своей области. Приведем примеры различного толкования термина «государственного управления»:

- осуществляемая на основе законов и других нормативных актов организующая, исполнительная и распорядительная деятельность государственных органов, органов местного самоуправления, общественных и иных негосударственных формирований, наделенных соответствующими государственно-властными полномочиями [2];
- совокупность способов, средств и механизмов, при помощи которых государственные органы осуществляют организованное обеспечение упорядоченности, стабильности политической жизни общества и государства [3];
- особый вид социального управления, в котором задействованы такие автономные управленческие структуры, как законодательная и исполнительная власть разных уровней, суды, бан-

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТА ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА «О ГОСУДАРСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ»

А. Ф. Зеньков, генеральный директор,

А. И. Исмаилов, д-р воен. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, начальник подразделения, ОАО «ГНИНГИ» контакт. тел. (812) 322 66 49, 322 21 13

ковская система, прокуратура и др. [4]; процесс регулирования и упорядочения жизнедеятельности и отношений личности, коллектива, государства и общества, установления рациональных взаимосвязей между ними путем применения государственной власти [5].

Государственное управление правомерно рассматривать и как систему со своими организационно-правовыми основами [6,7].

Анализируя семантику вышеприведенных определений исследуемого термина, можно обобщить: государственное управление в широком понимании – это целенаправленное, организующее и регулирующее воздействие государства (через систему государственных органов, организаций и соответствующих должностных лиц) на общественные процессы, сознание, поведение и деятельность людей. Отсюда применительно к предметной области исследований «НИР «Мореход-2030» было принято, что государственное управление морской деятельностью есть совокупность мер, осуществляемых для реализации национальной морской политики государственными органами, органами местного самоуправления, общественными и иными негосударственными формированиями, наделенными соответствующими государственно-властными полномочиями.

Следует указать, что, несмотря на развитие глобализационных процессов, в основе закономерностей развития национальной морской деятельности лежит парадигма суверенитета как основа для постановки проблем и разработки методологии их решения. Для столь обширного приморского государства, как РФ, необходимость неуклонного поступательного развития национальной морской деятельности является насущной, не имеет альтернатив и требует постоянного внимания. Сосредоточение органов государственной власти, общественных организаций, научного и предпринимательского сообществ на проблемах Мирового океана, связанных с комплексным освоением его пространств и ресурсов, предполагает осознание отечественным истэблишментом ответственности перед будущими поколениями и наличие исторического оптимизма у народа в целом. И то и другое невозможно без определения и закрепления законодательно разделяемых всем обществом исходных мировоззренческих позиций по отношению к тем основным сферам жизнедеятельности государства, которые проецируются на Мировой океан, прежде всего к таким, как технологическая, военная, международная, экономическая и социальная. Соответственно этим сферам указанные позиции могут быть сформулированы следующим об-

- для любого государства досягаемость пространств и ресурсов Мирового океана определяется в первую очередь уровнем технологической вооружённости отраслей его промышленности и морского хозяйства;
- каждое приморское государство, независимо от того, позиционирует ли оно себя в качестве морской державы или нет, использует в хозяйственных и военных целях свои морские пространства и ресурсы. В противном случае это делают другие страны;
- с дезорганизацией или упадком морской деятельности в приморских государствах происходит отток квалифицированных кадров из портовых городов и других береговых поселений. При этом резко снижаются возможности восстановления такой деятельности в будущем;
- в глобализирующемся мире на лидерство могут претендовать только ведущие морские державы;
- реальный суверенитет любого государства, претендующего на самостоятельную внутреннюю и внешнюю политику, но не способного противопоставить адекватную силу угрозе с моря, ограничивается более развитыми морскими державами.

В современных условиях система уп-

равления отечественной морской деятельностью нуждается в законодательном определении и закреплении функций всех участвующих в таком управлении структур, исходя из национальных интересов РФ в Мировом океане.

Последовательное проведение эффективной национальной морской политики, как показывает мировой опыт, возможно только на фундаментальной законодательной основе. Так, например, государственное управление морской деятельностью США является одной из важнейших задач президента, совета национальной безопасности, федеральных и региональных органов власти. Оно опирается на обширную, постоянно актуализируемую законодательную базу.

В Великобритании морская деятельность является одним из основных элементов работы британских государственных органов. При этом юридической основой регулирования морской деятельности государства являются законы и законодательные акты в этой области.

Система управления морской деятельностью Канады представляет собой совокупность государственных органов, структур и служб федерального, провинциального (территориального) и муниципального уровней, а также частных компаний и неправительственных организаций (с делегированием им соответствующих полномочий), осуществляющих в рамках национального и международного законодательства мероприятия по полному и эффективному использованию морского потенциала страны.

Аналогичная ситуация и в развивающихся странах. В Индии общее руководство морской деятельностью осуществляет премьер-министр, который определяет федеральным органам власти приоритетные задачи и содержание национальной политики на каждом направлении на ближайшую и долгосрочную перспективу. Действующая в настоящее время в Китае система управления морской деятельностью включает председателя КНР (главу государства), Всекитайское собрание народных представителей (высший законодательный орган страны), а также центральные и местные органы исполнительной власти. Председатель КНР в части, касающейся морской деятельности, определяет приоритетные задачи и содержание национальной морской политики на ближайшую и долгосрочную перспективы, принимает меры по обеспечению суверенитета Китая в Мировом океане и осуществляет руководство национальной морской политикой [8].

Что касается России, то здесь сложилась такая ситуация, когда главный документ, определяющий национальную морскую политику — Морская доктрина РФ — фактически не является нормативным правовым актом, так как не ут-

верждён ни указом Президента РФ, ни законодательным актом. В результате система государственного управления морской деятельностью остаётся не вполне определённой, понятийный аппарат не закреплён, что является проблемой, например, в связи с частой сменой руководящего состава федеральных органов исполнительной власти, как правило, не имеющего морского образования.

В этой связи в НИР «Мореход—2030» было принято условие, что разработка закона о государственном управлении морской деятельностью должна быть направлена на исполнение в современных условиях Конституции РФ, на реализацию прав и выполнение международных обязательств России, на обеспечение целостности государственного управления морской деятельностью. При этом представлялось, что в таком законе целесообразно предусмотреть:

- определение юридического содержания терминов, имеющих ключевое значение для целей государственного управления морской деятельностью;
- юридическое закрепление национальных интересов России в Мировом океане, исходя из действующей Морской доктрины РФ на период до 2020 г., а также целей и принципов национальной морской политики;
 - изложение стратегического подхода к управлению морской деятельностью для целей обеспечения национальных интересов России в Мировом океане, создания механизма государственного управления морской деятельности (при этом речь идет не об отмене или подмене действующих законов РФ, устанавливающих статус морских пространств и правовой режим их использования, а о регулировании только тех отношений, которые возникают в связи с государственным управлением отечественной морской деятельностью).

Кроме того, было установлено, что в данном законе должны быть определены:

- система институтов государственной власти, которые согласно Конституции РФ осуществляют государственное управление в данной сфере;
- субъектный состав государственного управления морской деятельностью РФ и координации действий субъектов национальной морской политики, с учётом опыта функционирования Морской коллегии при Правительстве России и Комиссии Совета Федерации по национальной морской политике;
- иерархия государственных органов управления морской деятельностью;
- разграничение прав, обязанностей и ответственности в сфере управления морской деятельностью между

федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления.

К настоящему времени работы по рассматриваемой НИР завершены и разработан проект Федерального закона «О государственном управлении морской деятельностью РФ», который содержит следующие главы: 1) общие положения; 2) национальная морская политика РФ; 3) полномочия субъектов национальной морской политики; 4) международное сотрудничество в области морской деятельности; 5) заключительные положения.

В первой главе раскрыты: предмет регулирования настоящего Федерального закона; нормативное правовое регулирование государственного управления морской деятельностью РФ; основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе.

В данной главе зафиксировано, что закон регулирует отношения, возникающие между органами государственной власти РФ, органами государственной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления, субъектами морской деятельности и некоммерческими организациями, выражающими интересы субъектов морской деятельности, населением и гражданами при государственном управлении морской деятельностью в интересах реализации национальной морской политики. Также отмечено, что нормативное правовое регулирование государственного управления морской деятельностью РФ, во-первых, основывается на Конституции РФ и осуществляется настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами РФ, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов РФ; а, во-вторых, учитывает, что Мировой океан, занимая значительную часть поверхности Земли, является неотъемлемым фактором поддержания жизни на планете.

В этой главе определено, что РФ, окруженная морями трех океанов, при осуществлении устойчивого изучения, освоения и использования пространств и ресурсов Мирового океана проводит национальную морскую политику на основе Конвенции ООН по морскому праву и других международных соглашений в условиях международного сотрудничества и в гармонии с сохранением морской среды.

Показано, что крайне необходимо законодательно закрепить такой понятийный аппарат:

- государственное управление морской деятельностью РФ;
- морская деятельность;
- национальная морская политика;
- военно-морская деятельность РФ;
- субъекты морской деятельности др.



Вторая глава Закона раскрывает основы национальной морской политики государства. Прежде всего, это — национальные интересы РФ в Мировом океане, к которым следует отнести:

- незыблемость суверенитета РФ, распространяющегося на внутренние морские воды, территориальное море, а также на воздушное пространство над ними, на дно и недра;
- обеспечение суверенных прав и юрисдикции России, осуществляемых в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе РФ в целях разведки, разработки и сохранения природных ресурсов, как живых, так и неживых, находящихся на дне, в его недрах и в покрывающих водах, управления этими ресурсами, производства энергии путем использования воды, течений и ветра, создания и использования и искусственных островов, установок и сооружений, морских научных исследований, защиты и сохранения морской среды;
- свободу открытого моря, включающую свободу судоходства, полетов, рыболовства, научных исследований, свободу прокладывать подводные кабели и трубопроводы;
- охрану человеческой жизни на море, предотвращение загрязнения морской среды, обеспечение контроля за функционированием жизненноважных морских коммуникаций, создание условий, способствующих извлечению выгоды из морской хозяйственной деятельности населением РФ, особенно ее приморских регионов, а также государством в целом.

Кроме того, в главе зафиксированы цели национальной морской политики, состоящие в реализации и защите интересов РФ в Мировом океане и укреплении позиции России среди ведущих морских держав, а также принципы национальной морской политики, к которым отнесены:

- соблюдение общепринятых норм международного права и международных договоров РФ при осуществлении морской деятельности;
- приоритет политико-дипломатических, экономических, информационных и других невоенных средств при разрешении противоречий в Мировом океане и устранении угроз национальной безопасности РФ с океанских и морских направлений;
- обладание необходимым военно-морским потенциалом и его эффективное использование в случае необходимости для силовой поддержки морской деятельности государства;
- поддержание составляющих морского потенциала РФ на уровнях, соответствующих национальным интересам России, в том числе обеспече-

- ние присутствия российского флота в удаленных районах Мирового океана и российских исследователей на Антарктическом континенте;
- государственный контроль над судами, плавающими под Государственным флагом России, государственный портовый контроль, контроль за состоянием и использованием природных ресурсов внутренних морских вод, территориального моря, исключительной экономической зоны и континентального шельфа РФ;
- концентрация усилий по строительству и развитию инфраструктуры российского флота на территориях субъектов РФ, традиционно связанных с мореплаванием, унификация этой инфраструктуры для военных и хозяйственных нужд и др.

Третья глава определяет полномочия субъектов национальной морской политики, прежде всего, обязанности органов государственной власти, которые:

- принимают и осуществляют комплексные и плановые решения о мерах по реализации национальной морской политики;
- создают условия для сохранения и привлечения квалифицированных кадров в плавсостав и сферу управления морской деятельностью, принимают необходимые меры по развитию междисциплинарной образовательной и научной работы;
- создают системы подготовки руководящих кадров органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ в области морской деятельности и др. В этой же главе изложены прерогати-

вы высших должностных лиц и органов государственной власти РФ.

В частности, показано, что именно Президент России определяет содержание и задачи национальной морской политики на долгосрочную перспективу. Он осуществляет руководство национальной морской политикой и в соответствии с конституционными полномочиями принимает меры по обеспечению суверенитета РФ, защите и реализации национальных интересов в Мировом океане.

Совет Безопасности РФ как конституционный орган осуществляет подготовку решений Президента РФ по вопросам формирования и проведения единой государственной политики в области морской деятельности, определяет жизненно важные интересы личности, общества и государства в этой сфере, разрабатывает основные направления стратегии обеспечения безопасности России в Мировом океане, а также осуществляет контроль за реализацией основных положений национальной морской политики.

Полномочные представители Президента РФ в федеральных округах организуют работу по реализации органами государственной власти национальной морской политики, определяемой Президентом РФ, и обеспечивают координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти, участвующих в государственном управлении морской деятельностью.

При полномочных представителях Президента РФ в федеральных округах создаются постоянно действующие консультативные органы — морские советы, способствующие обеспечению согласованных действий федеральных органов исполнительной власти и администраций морских портов на соответствующих региональных направлениях национальной морской политики.

Также в третьей главе раскрыты полномочия Федерального Собрания РФ, которое в рамках своих конституционных полномочий участвует в формировании национальной морской политики и осуществляет законодательную деятельность по обеспечению реализации:

- государственной политики в области изучения, освоения и использования Мирового океана в интересах безопасности, устойчивого экономического и социального развития РФ;
- функционирования и мобилизационной подготовки морского и внутреннего водного транспорта, морских и речных портов;
- осуществления военно-морской деятельности;
- кораблестроения, судостроения и судоремонта;
- межгосударственных отношений в сфере морской деятельности, ратификации и денонсации международных договоров РФ и др.

Здесь выделена роль Государственной Думы Федерального Собрания РФ, которая ежегодно заслушивает отчёты Правительства РФ о результатах его деятельности, в том числе по вопросам, поставленным Государственной Думой, включая вопросы, касающиеся национальной морской политики и морской деятельности.

Особо подчеркнута значимость Правительства РФ, которое в пределах своих полномочий:

- организует реализацию национальной морской политики РФ;
- направляет и контролирует деятельность системы исполнительной власти в РФ ее органов по развитию морских отраслей;
- формирует федеральные целевые программы, имеющие цели развития отечественной морской деятельности, и обеспечивает их реализацию;
- реализует предоставленное ему право законодательной инициативы в области морской деятельности;
- организует оснащение вооружением и военной техникой, обеспечение

материальными средствами, ресурсами и услугами Военно-морской флот России, других сил, войск и воинских формирований РФ, участвующих в осуществлении военно-морской деятельности и др.

В главе определены полномочия федеральных органов исполнительной власти России, которые, взаимодействуя между собой, в пределах своей компетенции управляют морской деятельностью РФ на функциональных и региональных направлениях национальной морской политики. При этом федеральный орган исполнительной власти, проводящий государственную политику и осуществляющий государственное управление в области обороны и военно-морской деятельности, а также координирующий деятельность федеральных министерств, иных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов России по вопросам обороны осуществляет: руководство военноморской деятельностью РФ в интересах решения оборонных задач; руководство созданием и организацией функционирования единой государственной системы освещения подводной и надводной обстановки; координацию проведения мероприятий по развитию и использованию прибрежно-береговой инфраструктуры военного и двойного (военного и гражданского) назначения; координацию проведения системных исследований морской деятельности РФ; обеспечивает защиту государственной границы РФ в подводной среде, осуществляет навигационно-гидрографическое обеспечение мореплавания.

Значительный интерес в Законе представляет перечень головных координирующих органов в системе федеральных органов исполнительной власти в области транспорта, рыболовства, недропользования и охраны окружающей среды, оборонно-промышленного комплекса, социально-экономического развития, международных отношений, обеспечения безопасности РФ.

Весьма важным элементом системы государственного управления морской деятельностью является Морская коллегия при Правительстве РФ, которая представляет собой постоянно действующий координационный орган, обеспечивающий согласованные действия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ и организаций в области морской деятельности, судостроения и создания морской техники, а также в области изучения и освоения, Арктики и Антарктики.

Целью деятельности Морской коллегии является обеспечение решения задач по реализации действующей Морской доктрины РФ, комплексное рассмотрение вопросов реализации национальной морской политики на всех функциональ-

ных и региональных её направлениях, и оперативная подготовка рекомендаций по их решению.

В законе закреплена норма о том, Председателем Морской коллегии является Председатель Правительства РФ или один из его заместителей. Членами Морской коллегии назначаются руководители федеральных органов государственной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, научных и других организаций, непосредственно связанных с изучением, освоением и использованием Мирового океана, Арктики и Антарктики, а также ответственный секретарь Морской коллегии. Состав Морской коллегии при Правительстве РФ утверждается Правительством РФ.

Необходимо подчеркнуть значимость государственного управления и на региональных направлениях национальной морской политики. В законе изложены полномочия органов государственной власти субъектов РФ и задачи участия органов местного самоуправления, территория которых имеет морское побережье. При этом подчёркнуто, что органы государственной власти субъектов РФ, руководствуясь основами национальной морской политики, должны быть уполномочены принимать и выполнять решения о мерах по реализации национальной морской политики на находящихся в их подчинении территориях, содействовать в рамках своих полномочий выполнению долгосрочных задач, установленных Морской доктриной РФ, и краткосрочных задач, определённых Правительством России и Морской коллегией.

К полномочиям органов государственной власти субъектов РФ по предметам совместного ведения с федеральными органами государственной власти России по реализации национальной морской политики, осуществляемым данными органами самостоятельно за счет средств бюджетов субъектов РФ (за исключением субвенций из федерального бюджета) предложено отнести:

- утверждение по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области рыболовства перечень рыбопромысловых участков, включающих в себя акватории внутренних вод РФ, в том числе внутренних морских вод РФ, и территориального моря РФ;
- осуществление ведения реестра рыбопромысловых участков для прибрежного рыболовства;
- разработку, утверждение и реализацию государственных программ субъектов РФ по использованию, восстановлению и охране водных объектов прилегающей акватории субъекта РФ, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области управления использованием и охраной водного фонда;

 утверждение правил пользования водными объектами прилегающей акватории субъекта РФ для плавания на маломерных плавательных средствах и др.

Четвёртая глава закона посвящена международное сотрудничество в области морской деятельности. В частности, показано, что при осуществлении международного сотрудничества режимом наибольшего благоприятствования должны пользоваться государства, побережьем горых являются смежными с побережьем РФ и имеющие соответствующие договоры с Российской Федерацией, а также компетентные международные морские организации, предусмотренные Конвенцией ООН 1982 г. по морскому праву, членом которых является РФ.

В пятой главе кратко изложены заключительные положения, где определены организация научного и информационно-аналитического обеспечения, место закона в российском морском законодательстве и порядок его вступления в силу.

В заключение необходимо отметить, что принятие нового Федерального закона «О государственном управлении морской деятельностью Российской Федерации» будет способствовать гармонизации большого числа российских документов стратегического планирования, в различной степени касающихся морской деятельности. Разработанный документ учитывает положительный и негативный опыт развития морской деятельности России и, одновременно, выделяет основные векторы, направленные на достижение национальных интересов страны в Мировом океане на обозримую перспективу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года: доктрина (утверждена Президентом РФ 27 июля 2001 г.)//Гарант: информационно-правовой портал. URL: http://base.garant.ru/2160909/ (дата обр. 24 апреля 2013 г.).
- Государственное управление // Ведомости: словарь бизнеса. URL: http://www.vedomosti.ru/glossary/letter/%D0%93/7 (дата обр. 24 апреля 2013 г.).
- 3. Коновалов В. Н. Политология. Словарь. М: Изд. РГУ, $2010. 245 \, \mathrm{c}.$
- Б.В. Россинский. Административное право: словарь-справочник: учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-Дана: Закон и право, 2000. 270 с.
- 5. *Шахмалов Ф.И.* Теория государственного управления. М.: Экономика, 2002. 638 с.
- Орешин В.П. Система государственного и муниципального управления: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 320 с.
- Кузин В.И., С.Э. Зуев. Организационно-правовые основы системы государственного и муниципального управления: учеб. пособие. М.: Дело –РАНХиГС, 2011. 120 с.
- Попов М. М. Управление морской деятельностью в основных зарубежных странах: учеб. пособие. М: Генштаб ВС РФ, 2013. 252 с.

ланом военного кораблестроения на 1971–1980 гг. было предусмотрено создание большого противолодочного корабля (БПК) пр. 1155 для усиления противолодочного потенциала ВМФ. Дело в том, что строящиеся в это время большой серией корабли противолодочной обороны (ПЛО) пр. 1135 нуждались в усилении режима ПЛО и противоздушной обороны (ПВО) за счет размещения гидроакустического вооружения нового поколения вертолетов ПЛО, многоканальных зенитно-ракетных комплексов (ЗРК) малой дальности, средств боевого управления и др. При этом требовалось удержать водоизмещение и размерения корабля в пределах, допускающих его строительство на заводах «Северная верфь (тогда – завод им. А.А. Жданова») и «Янтарь» за счет некоторого снижения требований к скорости полного хода и дальности плавания.

Разработка пр. 1155 (рис. 1), оснащенного впервые созданным в нашей стране для надводных кораблей гидроакустическим комплексом «Полином» большой дальности действия с крупногабаритными подкильной и буксируемой антеннами, потребовала проведения ряда специальных научно-исследовательских и экспериментальных работ в ЦНИИ им.акад. А. Н. Крылова. Это прежде всего работы в области снижения подводной шумности и помех работе ГАС, а также уменьшения сопротивления движению корабля на поисковой, экономической и полной скоростях хода, обеспечения мореходности и управляемости.

При этом приемлемые для проекта технические решения нужно было найти при ограничениях на главные размерения корабли, обусловленных жесткими ограничениями построечных (стапельных) мест. На корабле было установлено следующее основное вооружение:

- гидроакустический комплекс «Полином» с подкильными антеннами для обнаружения ПЛ и торпед с буксируемым АП переменной глубины;
- противолодочный ракетный комп-

БОЛЬШИЕ ПРОТИВОЛОДОЧНЫЕ КОРАБЛИ ПР. 1155 И 11551 «ФРЕГАТ»

В.Е. Юхнин, д-р техн. наук, проф., академик Российской инженерной академии, генеральный конструктор Северного ПКБ (1979 – 2012 гг.), контакт. тел. (812) 936 71 32, 784 76 74

лекс «Раструб» с двумя счетверенными пусковыми установками;

- два четырехтрубных торпедных аппарата и две двенадцатиствольные РБУ-6000:
- два зенитных ракетных комплекса малой дальности «Клинок» с восемью восьмиствольными ПУПУ вертикального пуска ЗУР 9 МЗ30;
- два артиллерийских зенитных комплекса АК-630 с системой управления MP-123;
- две универсальные одноорудийные автоматические артиллерийские установки 100-мм калибра АК-100 с системой управления MP-114;
- два вертолета «Ка-27» в ангарах;
- радиолокационные системы общего обнаружения и обнаружения низколетящих целей, навигационные РЛС;
- средства РЭБ, навигации, связи, комплексного боевого управления, обмена информацией.

Оружие корабля может управляться единой боевой информационно-управляющей системой (БИУС), использующей информацию от внешних источников или автономно. При этом большинство размещенного на корабле оружия представляют собой комплексы, т.е. спроектированные как единое целое для решения какой-либо боевой функции корабля.

Основные вооружения корабля является противолодочное с ГАК «Полином», энергетический потенциал которого с комплексом мероприятий по снижению подводного шума и уровня помех его работе позволяют кораблю обнаруживать подводную лодку во вторичной

зоне дальней акустической освещенности на высоких скоростях хода. Достижение таких дальностей обнаружения ПЛ в сочетании с вертолетами «Ка-27» позволяет использовать на полную дальность стрельбы ПЛРК «Раструб», ракеты которого, управляемые в процессе полета к цели с помощью двух малогабаритных РЛС, могут с высокой вероятностью поражать ПЛ. Кроме того, эти ракеты могут с успехом использоваться и против надводных кораблей, но на ограниченной дальности. Зенитное вооружение корабля включает два многоканальных РЛК «Клинок», каждый из которых имеет стрельбовую РЛС, оснащенную собственным обнаружителем целей, а также погреб боезапаса на 32 ЗУР с вертикальными подпалубными барабанами.

ЗРК «Клинок» — четырехканальный по целям и восьмиканальный по ЗУР и может отражать массированные налеты низколетящих высокоскоростных ПКР с дистанции до 12 км, что не способен был делать ни один серийно строящийся в мире ЗРК подобного типоразмера.

В дополнение к ЗРК «Клинок» на корабле размещены высокоскорострельные 30-мм автоматы АК-630 в двух батареях по два автомата и одной РЛС. На БПК пр. 1155 предусмотрена работа ЗРК как от собственной, так и от корабельной РЛС. Для получения информации о радиотехнической обстановке и снижения вероятности наведения на корабле ПКР на корабле размещен комплекс средств радиоэлектронной борьбы, включающий станцию обнаружения, комплекс активных помех и пусковые установки для постановки пассивных помех.

Корабль имеет длиннополубачный корпус с большой высотой борта в носовой части, с резко наклоненным форштевнем для снижения вероятности повреждения якорями бульбового обтекателя.

Для всемерного снижения дополнительного сопротивления движению корабля на поисковом и экономическом ходах, вызванного наличием большой антенны ГАК, была применена оригинальная форма носовой подводной части с выдвинутым за носовой перпенди-



Рис. 1. Большой противолодочный корабль пр. 1155



Рис. 2. **Носовой бульбовый обтекатель ГАК «Полином» на БПК «Маршал Шапошников» пр. 1155**

куляр и опущенным ниже основной линии длинным бульбовым обтекателем диаметром ок. 5 м, плавно сопряженным с корпусом корабля. Крупногабаритный носовой обтекатель антенного поста ГАК «Полином», форма которого близка к форме капли большого удлинения, стал отличительной особенностью корпуса БПК пр. 1155 (рис. 2). Установка в этом обтекателе еще нескольких антенн различного назначения привела к увеличению длины «капли» до 30 м, а ее диаметр составил 5 м. Такая конфигурация корпуса отрицательно сказалась на мореходности корабля. На волнении появились слемминг и, кроме того, сильное забрызгивание вооружения, размещенного в носовой части корабля.

Главная энергетическая установка была принята газотурбинной, по схеме и составу аналогичная ГЭУ пр. 1135, в виде одного агрегата, работающего на два гребных вала. Агрегат включает в себя два маршевых газотурбинных двигателя мощностью 6000 л.с. и два форсажных ГТД мощностью по 25 000 л.с. каждый. Так же как и на пр. 1135, маршевые двигатели установлены на единой амортизированной раме.

Электроэнергетическая система корабля состоит из двух электростанций, в каждой расположено по два газотурбогенератора (ГТГ) мощностью по 1250 кВт. Два ГТГ оснащены теплоутилизационными контурами, позволяющими использовать тепло отходящих газов для системы отопления жилых помещений.

С целью улучшения мореходности и условий использования оружия и комфортности экипажа корабль оборудован успокоителем бортовой качки с одной парой выдвижных рулей, уменьшающих амплитуду бортовой качки более чем в три раза, а также скуловыми килями.

Корабль может использовать свое вооружение на волнении до 6 баллов, а по безопасности плавания ограничений не имеет.

Стандартное водоизмещение корабля составляет 6800 т, полное — ок.8200 т, скорость полного хода — 29,5 уз, технико-экономическая — 14,0 уз, дальность плавания технико-экономическим ходом — ок. 6800 миль.

Эскизный и технический проекты

корабля были выполнены и утверждены в 1975 и 1976 гг. под руководством главного конструктора Н. П. Соболева. Николай Павлович Соболев (1913–2000 гг.) одновременно исполненял обязанности главного инженера СПКБ (1958–1965 гг.). Наиболее ярко его талант конструктора-новатора проявился при разработке СКР пр. 1135 и его модификаций.

Рабочие чертежи были разработаны в 1977—1979 гг. Строительство головного корабля «Удалой» велось с 1977 по 1980 г. Общая продолжительность постройки корабля от закладки до сдачи составила 41 месяц.

Строительство кораблей пр. 1155 велось на двух заводах. Всего было построено 12 кораблей: 8 кораблей на заводе «Янтарь» и 4 корабля на «Северной верфи».

В 1976 г. главным конструктором был назначен Е. И. Третников взамен ушедшего на пенсию Н. П. Соболева. Евгений Иванович Третников (1919—1992 гг.) — талантливый конструктор, обладавший глубокими знаниями теории корабля и строительной механики, а также незаурядными организаторскими способностями. Участник Великой Отечественной войны, мастер спорта по академической гребле.

В июле 1979 г. главным конструктором был назначен В. П. Мишин, работавший заместителем главного конструктора И. И. Рубиса на пр. 956.

Валентин Петрович Мишин (1937—2006 гг.) с 1960 г. работал в «Северном ПКБ», где прошел путь от рядового конструктора до главного конструктора. Принимал участие в проектировании, строительстве и испытаниях корабля пр. 956. Был главным конструктором экспортных кораблей пр. 956Э и 956ЭМ для ВМС Китая.

Заместителями главного конструктора в разное время были: В.С. Максимович, Б.В. Бочков, М.С. Натус и В.И. Голяк.

Создание корабля пр. 1155 было в какой-то степени ответом СССР на создание и интенсивное строительство в США в 1975—1980 гг. эсминцев типа «Спрюэнс» (всего 31 ед.). Эти корабли были универсальными, так как могли решать задачи УРО и ПЛО. Таким об-

разом, в СССР головной корабль ПЛО пр. 1155 был заложен, когда в США строительство серии уже окончилось.

Попытки создать альтернативный проект для ВМФ СССР не увенчались успехом, поскольку габариты отечественных комплексов ПЛРК «Раструб» и УРО «Москит» были слишком велики, чтобы разместить их на одном корабле ограниченного водоизмещения. Было принято решение строить корабли по двум проектам – 1155 и 956, первый корабль – для ПЛО, а второй – УРО, вместе они могли успешно решать задачи ПЛО и УРО против двух кораблей типа «Спрюэнс». Такое решение было принято еще и потому, что корабли пр. 1155, газотурбинные, главная энергетическая установка (ГЭУ) изготавливалась на Южнотурбинном заводе (ЮТЗ) в Николаеве (Украина), а корабли пр. 956 – паротурбинные, и ГЭУ для них изготовлялись в Ленинграде. ГТЗА изготавливались на Кировском заводе, котлы - на Балтийском заводе. Это позволяло строить корабли пр. 956 и 1155 с приемлемым для ВМФ темпом со сдачей, по две-три единицы в год. Тем не менее руководство ВМФ и Минсудпрома посчитали, что одновременное строительство кораблей близкого водоизмещения по двух различным проектам нерационально.

В 1982 г. в «Северном ПКБ» под руководством главного инженера А. А. Терентьева и главного конструктора пр. 1155 В. П. Мишина была выполнена инициативная проработка по увеличению ударной мощи корабля пр. 1155. Это стало возможным в результате создания комплекса ПЛО «Водопад», ракето-торпеды которого могли стартовать из торпедных аппаратов корабля.

Две счетверенные пусковые установки противолодочного комплекса «Раструб» с корабля снимались и на их место устанавливались две счетверенные установки «Москит» аналогично схеме корабля пр. 956.

Задача уничтожения ПЛ решалась за счет принятия на корабль комплекса «Водопад», пусковые установки которого разместили на месте торпедных аппаратов корабля пр.1155, при этом удлинялся полубак, поскольку ракето-торпеды должны были храниться по-походному в закрытых помещениях. Одновременно удлинялся полубак, и в нем устанавливались бортовые крышки.

За счет изменения носовой оконечности появилась возможность установить вместо двух 100-мм артустановок АК-100 одну спаренную артиллерийскую установку АК-130.

Кроме того, на пр. 11551 было существенно усилено зенитное ракетное оружие. Зенитные 30-мм установки



Рис. 3. Большой противолодочный корабль «Адмирал Чабаненко» пр. 11551

АК-630 были заменены на более совершенный зенитный ракетный комплекс ближнего рубежа ЗКБР «Каштан», по одному боевому модулю на каждом борту.

Сравнительная оценка решаемых задач (противолодочных, про-

тивоторпедных, ПРО-ПВО и УРО) пр. 1155 и корабля пр. 11551 показывает, что последний пр. 11551 превосходит свой прототип в 1,3–1,5 раза и сам по существу является прообразом перспективных многоцелевых кораблей.

По пр.11551 на Калининградском судостроительном заводе «Янтарь» был построен и сдан флоту в 1996 г. головной корабль «Адмирал Чабаненко» (рис. 3), который по всем показателям превосходил эсминец США «Спрюэнс».

К сожалению, строительство серийных кораблей этого проекта прекратилось в связи с распадом СССР, когда большинство предприятий-разработчиков и поставщиков комплектующей техники и вооружения оказалось в сопредельных государствах.

ЛИТЕРАТУРА

- Белоголов В.В., Терентьев А.А. Материалы по истории Северного ПКБ.

 –Ч. 12: Создание ракетных кораблей третьего поколения, 1977.
- 2. Вместе с флотом России: К 65-летию OAO «Северное ПКБ» / Под общей ред. В.И. Спиридопуло. СПб.: ИД «Информ ВС». 2011. ■

виюне 2011 г. командование ВМС США объявило о своих планах на будущее эсминцев из состава US Navy. Перспективные эскадренные миноносцы типа «Zumwalt» оказались слишком дорогими для массового производства, поэтому было решено оставить в качестве основного эсминца проект «Arleigh Burk» («Орли Берк).

Для обеспечения преимущества по сравнению с ВМФ СССР в середине 70-х гг. решено было использовать эсминцы нового проекта. Недавно появившиеся «Spruance» («Спрюенсы»), хотя и были современными кораблями, все же не имели больших перспектив и требовали, если не замены, то, как минимум, серьезного дополнения. Вдобавок к этому Spruance class destroyers, несмотря на свое вооружение, в официальных документах значились как обычные эскадренные миноносцы, а время и обстановка требовали полноценных эсминцев УРО (с управляемым ракетным оружием). Формирование облика нового корабля и технического задания на него заняли несколько лет, и конкурс на разработку начался только в 1980 г.

Постройка USS «Arleigh Burke» (DDG-51) началась в конце 1988 г., а на День независимости 1991-го он вошел в строй. В дальнейшем двумя верфями — «Bath Iron Works» и «Ingalls Shipbuilding» — было построено еще два десятка подобных кораблей. Первые два десятка кораблей нового проекта строились в соответствии с первой версией проекта, которая получила наименование Flight I. Однако

ЭНЕРГЕТИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭСКОРТНЫХ КОРАБЛЕЙ: ЧТО НУЖНО РОССИЙСКОМУ ФЛОТУ? *

В.С. Казённов, канд. техн. наук, капитан 1 ранга, начальник группы отдела Управления кораблестроения ВМФ, контакт. тел. +7 916 635 3105, +7 921 9425010

вскоре после начала строительства головного проекта первой серии американские судостроители занялись модернизацией. В результате заказанный еще в 1992 г. эсминец USS «Маһап» достраивался как первый корабль второй серии. Строительство эсминцев версии Flight II имело более скромные масштабы: всего семь кораблей.

Утверждается, что небольшая вторая серия изначально рассматривалась в качестве переходного звена от первой к третьей. Так и случилось, однако вопреки логике новая версия проекта имела в индексе не тройку, а обозначение IIA. Эта линейка оказалась самой многочисленной. На данный момент построено 34 эсминца «Орли Берк» серии IIA, и строительство их продолжается. Общая численность кораблей по старым планам должна была составить 75 ед., пока готовы только 62. Вероятнее всего, остальные 23 эсминца, будут строиться уже по следующему варианту проекта.

Все существующие серии кораблей — I, II и IIA — имеют незначительные отличия в конструкции. Вызваны они особенностями устанавливаемой аппаратуры и эксплуатации вертолетов. В остальном конструкция аналогична. «Орли Берк» всех трех серий представляют собой однокорпусные корабли с длинным полубаком. Примечательно, что подавляющее большинство деталей корпуса корабля сделано из высокопрочных сортов стали. Дело в том, что после Второй мировой войны судостроители стали активно использовать алюминиевые детали в конструкции кораблей подобного класса. В инженерном плане это было хорошим начинанием, однако опыт боев с участием алюминиевых кораблей заставил вернуться к стали. Из алюминия на эсминцах «Орли Берк» сделаны лишь некоторые детали, например, мачты.

«Орли Берк» стали первыми американскими эскадренными миноносцами, чей корпус и надстройка выполнены с применением стелс-технологий. В итоге корабли типа «Орли Берк» имеют почти в два раза меньшую радиолокационную и тепловую

^{*} Начало см. «Морской вестник», 2013. №3 (47), с. 27

заметность, чем их предшественники типа «Спрюенс». Применение крупных деталей, способствующих снижению заметности, кроме прочего, позволило сделать конструкцию корабля модульной. Благодаря этому от закладки корабля до его спуска на воду проходит 10—15 недель.

Двухвальная энергетическая установк (ЭУ) с пятилопастными ВРШ эсминцев «Орли Берк» всех серий имеет в своем составе четыре газотурбинных двигателя LM2500 производства компании «General Electric». Каждый двигатель оснащен теплоизоляционным контуром, что позволяет снизить расход топлива почти на четверть, и установлен на амортизируюших опорах, уменьшающих шум. Вся ЭУ представляет собой единый модуль, который при необходимости можно демонтировать целиком. Максимально возможная мощность силовой установки находится в пределах 100—105 тыс. л. с. В качестве резервных двигателей на эсминцах всех серий имеются по три газотурбогенератора «Allison 2500».

Эскадренные миноносцы проекта «Орли Берк» способны развивать скорость до 32 уз, но максимальная дальность плавания достигается на экономической скорости в 20 уз (4400 миль на кораблях первых серий, а корабли последующих серий — на 500 миль больше).

В состав вооружения эсминцев «Орли Берк» входит множество систем, но его основой является система управления «Aegis» («Иджис»). Эта многофункциональная боевая информационно-управляющая система (БИУС) объединяет в себе целый набор средств обнаружения, управления и поражения. В состав «Иджис» входят многофункциональная РЛС с фазированной антенной решеткой, РЛС обнаружения воздушных и надводных целей, аппаратура радиоэлектронной борьбы, аппаратура связи и т.д. Кроме того, в «Иджис» есть ряд подсистем вывода информации, передачи данных на другие корабли и системы непосредственного управления вооружением.

Основой вооружения эсминцев «Орли Берк» являются ракеты различных типов. В носовой и кормовой частях кораблей всех серий имеются универсальные шахтные пусковые установки Мк 41. На кораблях серий I и II носовая и кормовая пусковая имеют в своем составе 30 и 60 ячеек соответственно. На серии IIA количество ячеек увеличилось до 32 и 64. В одну ячейку может быть помещен транспортно-пусковой контейнер с крылатой ракетой BGM-109 Tomahawk, зенитной

SM-2 или SM-3 или блок из четырех контейнеров с зенитными ракетами RIM-7 Sea Sparrow. Аппаратура пусковой установки позволяет одновременно подготавливать к пуску 16 ракет различных типов и пвыполнять их запуск с темпом одна ракета в секунду. Кроме пусковых установок Mk 41 имеется несколько кранов для загрузки транспортно-пускового контейнера с ракетами. Однако особенности кранового оборудования и конструкции эсминца не позволяют производить перегружать ракеты «Tomahawk» или SM-2/3 с кораблей снабжения. Загрузка таких средств поражения возможна только в условиях базы. Этот недостаток компенсируется гибкостью номенклатуры вооружений: если кораблю предстоит атаковать наземные цели, то он получает «Томагавки», если корабль будет выполнять функции противовоздушной обороны — на него загружаются Sea Sparrow или SM-2/3.

Главный калибр артиллерийского вооружения эсминцев — 127-мм установка Mk 45. Темп стрельбы Mk 45 обычными снарядами достигает 20 выстр./мин, а в случае с управляемыми боеприпасами он падает в два раза. Максимальная дальность стрельбы неуправляемым снарядом у Mk 45 mod. 4 составляет 35-38 км. При использовании управляемого активно-реактивного снаряда ERGM этот показатель увеличивается до 115 км. В артиллерийском погребе эсминцев «Орли Берк» умещается боекомплект в 680 снарядов различных типов. На загрузку всего этого количества снарядов требуется около 15-16 часов.

Зенитная артиллерия «Орли Берк» может комплектоваться различными типами оружия. На кораблях I, II серий, а также на первых нескольких эсминцах серии IIA устанавливались шестиствольные 20-мм зенитные автоматы Мк 15 Phalanx CIWS с темпом стрельбы до 3000 выстр./мин. Меньшее количество кораблей оснащалось 25-мм автоматическими пушками «Виshmaster», и практически все «Орли Берк» имеют на борту несколько (от трех до шести) крупнокалиберных пулеметов «Браунинг М2НВ».

Для уничтожения более серьезных надводных целей на эсминцах всех трех серий имеются два встроенных торпедных аппарата Мк 32 с общим боекомплектом в шесть торпед. Это могут быть Мк 46 или Мк 50. При создании эсминцев «Орли Берк» основной упор делался на ракетное вооружение, поэтому перезарядка торпедных аппаратов силами экипажа после отстрела всех шести торпед не предусмотрена.

На палубе кораблей I и II серии мог базироваться один вертолет SH-60. Рядом с посадочной площадкой размещался бак для керосина и небольшой «склад» с оружием — девятью торпедами Mk 46. На вертолетах, предназначенных для базирования на эсминцах «Орли Берк», устанавливается противолодочная система LAMPS-3, интегрированная в общую БИУС «Иджис». Из-за ограниченных объемов кораблей первых двух серий на них не было каких-либо средств обслуживания или ремонта вертолета, кроме тех, которые имеются на его борту. Таким образом, любые более или менее серьезные поломки приводили к тому, что корабль оставался без винтокрылых «глаз». При создании версии проекта IIA эти недостатки были учтены, и кораблестроители сделали специальный вертолетный ангар в кормовой части корпуса корабля, благодаря чему авиационная группа эсминца увеличилась вдвое. Именно это потребовало ввести в экипаж группу технического обслуживания авиатехники. Также инженеры увеличили объемы арсенала для вертолетного вооружения: на «Орли Берк» серии IIA в нем умещается до 40 торпед, ракеты «воздух-земля» различных типов и даже несколько ПЗРК.

Помимо выполнения различных задач и интересной конструкции эсминцы «Орли Берк» – в некотором роде рекордсмены в американском флоте. Дело в том, что при полном водоизмещении около 8500 т (серия I), 9000 т (серия II) и 9650 т (серия IIA) «Орли Берк» является самым массовым американским военным кораблем водоизмещением более 5000 т. Этот факт позволяет предположить, что данный тип кораблей – несомненная удача американского судостроения. Также в пользу этого проекта говорит тот факт, что им в свое время заинтересовались японцы. В 1993—1995 гг. в состав морских сил самообороны Японии вошло четыре эсминца (ЭМ) типа «Конго». Фактически, это те же самые «Орли Берк», но доработанные таким образом, чтобы соответствовать юридическим особенностям японско-

При принятии на вооружение ЭМ «Орли Берк» планировалось, что служить они будут около 35 лет. Из-за невозможности массового производства эсминцев «Zumwalt» командование американского флота начало в 2011 г. работу над новой версией проекта (серия III) и обозначило планы по закупке 24 кораблей сверх 75 уже заказанных.

Если рассмотреть внимательно новый проект, то он является даль-

нейшим развитием проекта базовых платформ ЭМ типа «Спрюенс» и крейсера (КР) УРО типа «Тикондерога». Используется один и тот же тип ЭУ (при некотором увеличении мощности) на базе газотурбинных двигателей типа LM2500 производства компании «General Electric».

Следовательно, ВМС США пошли по пути модернизации с улучшением характеристик и в итоге наладили массовое строительство кораблей отличного качества.

Проанализируем ситуацию, которая сложилась в ВМФ СССР, а в последующем и в ВМФ России.

Отечественные ВМФ шли по пути развития двух базовых платформ с разными ЭУ: котлотурбинными (КТЭУ) и газотурбинными (ГТЭУ). Основные представители этих направлений рассмотрены ниже.

ПЛАТФОРМА С КОТЛОТУРБИННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

Эсминцы пр. 956 проектировались и строились как корабли противодействия американским ЭМ типа «Rymond D. Spruance» — первых многоцелевых кораблей американских ВМС (головной был заложен в 1972 г.

Первоначально предполагалось построить 50 кораблей пр. 956, но позже программа подверглась сокращению.

В качестве ГЭУ для кораблей пр. 956 сначала рассматривалась ГТЭУ, но главком ВМФ Адмирал флота Советского Союза С. Г. Горшков после совещания с министром судостроительной промышленности Б. Е. Бутомой выбрали КТЭУ. Обоснования сводились к следующему: «ЮТЗ» (Николаев) - основной поставщик ГТЭУ для советского ВМФ не сможет обеспечить турбинами всю программу строительства новых кораблей, а терять паротурбинное производство на «Кировском заводе» (Ленинград) было неразумно. Кроме того, в случае затруднений с дизельным топливом на флоте всегда будут корабли, использующие в качестве топлива мазут или даже сырую нефть. Решение, как видим, было вполне обоснованным, но реализовывалось оно без учета многих особенностей эксплуатации КТЭУ, в которой использовались ещё более теплонапряженные главные котлы, чем на ЭМ пр. 56.

До 1991 г. было построено и сдано флоту 14 кораблей пр. 956. Строительство продолжалось и после 1991 г., серия была ограничена 19 ед. До 1995 г. удалось сдать еще четыре ЭМ, два последних достраивались по пр. 956Э для ВМС КНР.

Эсминец пр. 956 — единственный в мире корабль 3-го поколения, на котором применена в качестве главной КТЭУ.

Двухвальная ГЭУ размещается в двух МКО. В каждом МКО установлено по два главных котлоагрегата и одному ГТЗА с механизмами и системами.

В качестве главных котлоагрегатов – применены высоконапорные котлы КВГ-3 с гидравлической системой РГ-1134, а на последних кораблях пр. 956Э и 956ЭМ — котлы КВГ-3 с электрогидравлической системой управления РГ-1134 (ОАО «СКБК», Санкт-Петербург).

В качестве паротурбинной установки использован двухкорпусный ГТЗА-674 «Кировского завода» мощностью 36,7 МВт (50 тыс.л.с.) Двухкорпусные ГТЗА включают турбины высокого давления (ТВД) с частотой вращения 7100 об/мин и низкого (ТНД) давления ТНД с частотой вращения 6000 об/мин. Турбина заднего хода расположена в корпусе ТНД. На переднем ходу пар из ТВД через ресивер поступает в ТНД и далее отводится в главный конденсатор.

Редуктор цилиндрический, двухступенчатый с раздвоением мощности.

Для обеспечения электроэнергией на корабле имеются два паротурбогенератора АК-1 В (ОАО «Калуж-

ский турбинный завод») мощностью по 1250 кВт и четыре дизель-генератора ДГАС-660 (ОАО «Звезда», Санкт-Петербург) по 600 кВт. Генераторы обеспечивают все потребители корабля переменным трёхфазным током напряжением 400 В.

Для восполнения утечек питательной воды, а также приготовления питьевой и мытьевой воды применены опреснительные установки П-4/2 (ОАО «Красный гидропресс», Таганрог).

Для обеспечения работы системы кондиционирования воздуха установлены пароэжекторные холодильные машины 10ЭМ (позднее 20ЭМ) (ОАО «Компрессор», Москва).

Для обеспечения стояночного режима и приготовления энергоустановки к действию имеется вспомогательная энергетическая установка (ВЭУ), включающая один вспомогательный котел КВВА-12/28 (ОАО «СКБК», Санкт-Петербург).

Оценивая корабль пр. 956 в сравнении с американским ЭМ типа «Spruance», можно заключить, что он значительно превосходит последний как по решению задач ПВО, так и ударной, уступая в ПЛО.

При сравнении корабля пр. 956 с американским ЭМ «Kidd» (табл. 1) превосходство сохраняется. Но следует помнить, что «Kidd» со-

Таблица 1

ТТХ эскадренных миноносцев

112 Sekuopennois munonocaco								
Характеристика	пр. 956	пр. 1155	«Spruance»	«Kidd»				
Водоизмещение полное, т	8000	9000	7800	8500				
Скорость полного хода, уз	32	29	32	32				
Дальность плавания, мили (уз)	4500 (18)	5700 (18)	6000 (20)	8000 (17)				
Тип ГЭУ. мощность, л.с. кол-во валов	КТЭУ 100000 2	ГТЭУ 62000 2	ГТЭУ 80000 2	ГТЭУ 80000 2				
Экипаж, чел.	344	293	295	340				
Вооружение: авиационное ракетное УРО (боезапас)	1 Ka-27 8 ПУ ПКР «Москит» (8)	2 Ka-27 -	2 SH-2 или 1 SH-2 8 ПУ ПКР «Harpoon» (8)	2 SH-2 или 1 SH-2 8 ПУ ПКР «Harpoon» (8)				
ПВО кол-во ПУ (боезапас)	1 3PK «Ураган» 2×1 (48)	2 3PK CO «Кинжал» 8×8 (64)	1 3PK «Sea Sparrow» 1 x 8 (24)	1 3PK «Standard» 2 x 2 (52)				
ПЛО и ПТЗ	2 РБУ-1000	1 ПЛРК «Метель» 2×4 ПУ (8) 2 РБУ-1000	1 ПЛРК ASROC 1 x 8 ПУ (24)	16 ПЛУР ASROC (запуск с ПУ ЗРК				
артиллерийское	2×2 130 мм AK-130 4×6 30 мм AK-630	2×1 100 мм AK-100 4×6 30 мм AK-630	2 x 1 127-мм Мк.45, 2 x 6 20-мм «Vulkan/ Phalanx»	2 x 1 127-мм Мк.45, 2 x 6 20-мм «Vulkan/ Phalanx				
торпедное	2×2 533 мм TA	2×4 533 мм TA	2 x 3 324-мм TA	2 x 3 324-мм TA				

Характеристики боевых возможностей эсминцев

Параметр	пр. 956	пр. 1155	«Spruance»	«Kidd»	«A. Byrke»
УРО: – макс. дальность стрельбы по надводной цели, км – кол-во крылатых ракет в залпе (боекомплект)	>100	40 – 100	110	110	550 2500 1250
	8 (8)	8 (8)	8 (8)	8 (8)	до 90 (до 90)
ПВО (ЗРК) – макс. дальность стрельбы, км	24	16	16	73	73
– кол-во одновременно обстреливаемых воздушных целей (боекомплект)	4 – 8 (48)	8 (64)	1 (24)	2 (68)	>20 (до 90)
ПЛО: – макс. дальность обнаружения ГАС, км – макс. дальность стрельбы, км	>10	>30	30 – 55	30 – 55	30 – 55
	15 - 20	40 -100	15	15	15
Артиллерия: – макс. дальность/огневая производ. (по надводной цели) – кол-во одновременно обстреливаемых	23/ 6000 3	21,5/ 1900 2	23,5/ 1300 3	23,5/ 1280 2	23,5/ 640 3
воздушных целей (с одного направления)					

здавался в своё время для ВМС Ирана и попал в ВМС США «случайно» (после расторжения контракта из-за произошедшей в Иране исламской революции), поэтому они представлены серией всего из 4 ед. (ЭМ типа «Spruance» — 31 ед.).

Сравнивать же наш корабль с английскими и, французскими и итальянскими ЭМ постройки 1970—1990 гг. бесполезно, так как боевые возможности ЭМ пр. 956 здесь вне конкуренции. Конечно, по ряду боевых возможностей наш ЭМ уступает последним американским ЭМ типа «Орли Берк», но незначительно (табл. 2).

Следует отметить, что современный уровень развития отечественных КТЭУ соответствует уровню начала—середины 60-х гг. С тех пор корабельные КТЭУ не претерпели существенных изменений, и их состояние может быть охарактеризовано установками 3-го поколения.

В настоящее время существуют перспективы совершенствования конструкции высоконапорных котлов с целью улучшения их технических показателей. Основная задача — повышение их экономичности и долговечности при одновременном совершенствовании показателей надёжности по следующим направлениям:

- обеспечение постоянства температуры перегретого пара в широком диапазоне нагрузок котла;
- обеспечение высокой экономичности в широком диапазоне нагрузок;

- получение минимальных массогабаритных характеристик котлоагрегата;
- использование в качестве материала труб поверхностей нагрева (ПН) и пароперегревателя (ПП) стали с допустимой температурой не выше 620 °C.

Таким требованиям удовлетворяет схема перспективного высоконапорного котла 4-го поколения КВГ6 М (КВГ6 М-1) с комбинированной циркуляцией, с пониженной температурой уходящих газов перед турбонаддувочным агрегатом (около 400 °C), разработанная настоящее время ОАО «СКБК».

Еще одно из направлений работ — создание и поставка ОАО «СКБК» для корабля пр. 11430 «Vikramadity» ВМС Индии котлоагрегата КВГ-3 Д, работающего на дизельном топливе (по IS 1460—1995 или по ГОСТ 305—82).

Перевод котла КВГ-3 на дизельное топливо и применение электрогидравлической системы РГ-1134 Д контроля горения и питания котлов привёл к следующим изменениям:

- откорректирована конструкция форсуночных устройств котла с переходом с флотских мазутов на дизельное топливо;
- введены дополнительные импульсы для датчиков системы управления на паровых коллекторах и коллекторах пароперегревателя;
- в связи с переходом на дизельное топливо изменились теплотехнические характеристики котла.

Применение электрогидравлической системы РГ-1134 Д позволит:

- вести контроль и непрерывную диагностику как датчиков, так и средств ПТК;
- отображать на экране компьютера состояние оборудования котлоагрегата с разной степенью детализации, контролировать и сигнализировать отклонения параметров;
- архивировать данные о состоянии объекта, о ходе технологического процесса, действиях персонала, несанкционированном доступе к управлению и др.,
- дистанционно и автоматическо управлять оборудованием котлоагрегата во всех эксплуатационных режимах, включая пуск и основ;
- решать информационные задачи (расчет технико-экономических показателей работы оборудования, регистрация отклонений параметров и другие типовые задачи). Создавать печатные отчёты;
- автоматически регулировать технологические параметры в заданном режиме. Обеспечивать технологическау защиту и блокировку;
- благодаря методам регулирования и управления, заложенным в электронной автоматике, существенно уменьшить расход топлива.

Многолетний опыт эксплуатации КТЭУ на кораблях ВМФ поставил ряд вопросов, вызванных недостатками установок указанного типа, без решения которых вопрос о применении КТЭУ на перспективных проектах кораблей и судов ВМФ будет проблематичен:

- 1. Весьма значительные масса и габариты КТЭУ по сравнению, например, с газотурбинными установками.
- 2. Недостаточно высокая экономичность КТЭУ по сравнению с дизельными ЭУ.
- 3. Структурная сложность корабельных КТЭУ (обилие вспомогательных механизмов, необходимых для обеспечения работы главных) затрудняет автоматизацию основных рабочих процессов и техническое обслуживание установки, требует привлечения значительного количества обслуживающего персонала.

Решение этих проблем возможно за счет применения новых автоматизированных систем управления КТЭУ, что успешно решено ОАО «СКБК» и ОАО «Кировский завод» на кораблях пр. 956Э и 956ЭМ.

4. Использование КТЭУ с высокими параметрами пара требует высококвалифицированного специально обученного личного состава. Снижение его квалификации приводит к частым авариям и различного рода неисправностям, требующим длительного заводского ремонта.

При этом опыт эксплуатации ряда ГЭУ ЭМ пр. 956 в отечественном флоте, ЭМ пр. 956Э и 956 ЭМ для ВМС Китая показывает, что четкое выполнение инструкций по эксплуатации и хранению КТЭУ, а также применение перспективной системы мокрого бескислородного хранения котлов с использованием органических восстановителей, разработанной «ЦНИИ им. акад. Крылова» и ОАО «СКБК», полностью опровергают тезис «об ускоренном исчерпании ресурса поверхностей нагрева высоконапорных котлов при эксплуатации КТЭУ».

По информации, которой обладает разработчик главных котлов КВГ-3 — ОАО «СКБК» для ЭМ «Hangzhou» и «Fuzhot» (пр. 956Э) постройки 1999—2001 гг. соответственно, за время их эксплуатации не проводился ремонт трубных систем главных и вспомогательных котлов.

В то же время на кораблях пр. 1143.5 и 956 отечественного флота до настоящего времени перспективная система мокрого бескислородного хранения котлов КВГ-3 (КВГ-4) не нашла своего применения.

Как видим, недостатки у КТЭУ есть, но они устранимы.

В последние годы появились примеры развития КТЭУ в мире. Это строительство для ВМС Индии серии фрегатов пр. 16 (типа «Godavari») и пр. 16 А (типа «Вгаһтариtга»), для ВМС КНР серии эсминцев пр. 956Э и 956ЭМ, а также серии УДК типа «Уосп» для ВМС США.

Следовательно, наблюдается определённое снижение интереса к использованию КТЭУ в качестве главных ЭУ на кораблях и судах ВМФ, но говорить об окончательном отказе от установок указанного типа было бы явно не корректно и преждевременно.

Это вызвано наличием явных и серьезных преимуществ КТЭУ по отношению к другим типам ЭУ.

1. В отличие от ДЭУ и ГТЭУ, весьма подверженных влиянию качества дистиллатного топлива, КТЭУ «всеядна» и может работать практически на любых видах топлива:

Необходимо учитывать стоимость различных типов топлив — дистиллятного (дизельное топливо марки Π -02—62) и остаточного (флотский мазут марки Φ -5). В настоящее время стоимость мазута (флотского) марки Φ -5 в 1,5—2 раза дешевле дизельного топлива Π -02—62, причем такая тенденция будет сохраняться, но в перспективе повысится.

2. Высокая агрегатная мощность корабельных КТЭУ позволяет использовать их на любых крупных водоизмещающих кораблях.

3. Малая зависимость КТЭУ от климатических условий в отличие от ГТЭУ.

В марте-апреле 1986 г. ЭМ «Отличный» пр. 956 (1983 г.) имел реальную возможность проверить качество и надежность своей КТЭУ в очном споре с кораблями ВМС США: КРУРО СG48 «Yorktown» (1984 г., ГТЭУ 2 × (2×21500, ГТД LM 2500) (2 ВРШ) и ЭМ DD970 «Caron» (1979 г., ГТЭУ 2 × (2×21500, ГТД LM 2500) (2 ВРШ).

Температура воды — 34 °С, температура наружного воздуха — 38 °С. Район — Средиземное море. Корабли шли параллельными курсами со скоростью не менее 28 уз. Первым через 20 минут потерял ход КР «Yorktown», за ним еще через пять минут ЭМ «Сагоп», который старался всячески прикрыть флагманский корабль.После чего ЭМ «Отличный» продолжил выполнение поставленных задач, а корабли ВМС США в течении не менее 20 минут находились без хода.

- 4. Требования к ремонту корабельных КТЭУ минимальные, так как не требуется базовый комплект запасных двигателей с дорогостоящей оснасткой. Ремонты КТЭУ могут выполняться в любой точке света на предприятиях с обычными техническими возможностями.
- 5. Англо-Аргентинский конфликт, а также другие локальные конфликты конца XX в. начала XXI в., подтвердили высокую способность кораблей с КТЭУ противостоять боевым повреждениям (возможность управляться в поврежденном состоянии, проведение восстановительного ремонта без вывода из действия установки и корабля в целом).

Итоги участия кораблей ВМС Великобритании наглядно подтвердили тезис «о высокой боевой и эксплуатационной надёжности и живучести КТЭУ»:

- ЭМ «Antrin» и «Glamorgan» (тип «County», ЭУ комбинированная паро-газотурбинная по схеме COSAG, две паровые турбины «Admiraity Standand Range» по 15 000 л.с., два паровых котла «Ваbсоск &Wilcox», четыре газовые турбины G.6 по 7500 л.с.) имели тяжелые боевые повреждения, но своим ходом дошли до базы в Портсмуте;
- ЭМ типа 42 (ЭУ комбинированная газотурбинная «СОGОG», две форсажные газовые турбины «Rolls-Royce Olympus TM3B» по 28 000 л.с., две маршевые газовые турбины «Rolls-Royce Tyne RM1A» по 4250 л.с.). «Glasgow» после повреждения неразорвав-

шейся авиационной пришлось отправить на ремонт в Англию, он стал первым кораблём, вернувшимся из зоны боевых действий. «Coventry» после попадания трёх авиабомб затонул. «Sheffield» затонул после попадания ракеты «Exocet».

- Фрегат типа 21 (ЭУ комбинированная газотурбинная «СОGOG», две форсажные газовые турбины «Rolls-Royce Olympus TM3B» по 28 000 л.с., две маршевые газовые турбины «Rolls-Royce Tyne RM1A» по 4250 л.с.). «Аптеюе» при попытке разминирования двух попавших в корабль авиабомб одна из них взорвалась, что привело к гибели корабля. «Ardent» после попадания двух авиабомб загорелся и затонул.
- Фрегат типа «Leander» (ЭУ котлотурбинная типа Y-136; две паровых турбины «Whie-English Electric» по 15 000 л.с.; два котла «Babcock & Wilcox»). «Argonaut» после попадания двух авиабомб (одна попала в котельное отделение) получил повреждения, но остался в строю.

17 мая 1987 г. в районе севернее Ормузского пролива американский фрегат УРО FFG-31 «Stark» (ГТЭУ 1×2×20500 ГТД LM2500) был атакован истребителем ВВС Ирака «Мігаде» F.І и получил попадания обеими выпущенными истребителем ПКР «Exocett» AM.39.

Взрыв ПКР в густонаселенном помещении вызвал большие жертвы: погибли 37 человек, 21 получил ранения (более 30% экипажа). Зона разрушения достигла ходовой рубки, были разрушены БИЦ-ГКП и смежные помещения. От большого количества воды, принятой в верхние помещения для тушения пожара, остойчивость корабля приблизилась к критической (метацентрическая высота сократилась до 13—15 см), появился сильный крен на левый борт. При разборе происшествия американские специалисты по живучести отметили, что, случись подобное в Атлантике, фрегат неизбежно опрокинулся бы. Однако он остался на плаву, был спрямлен и вернулся в базу для ремонта.

При проведении операций ВМС США «Desert Shield» и «Desert Storm» в Персидском заливе в феврале 1991 г. на иракских минах подорвались два боевых корабля. Десантный вертолётоносец LPH10 «Tripoli» (1966 г., КТЭУ, (ПТ «Westingh.» 16910 л.с., 2 ПК «Вавсоск & Wicox» (1 ВФШ)) получил незначительные повреждения, а крейсер УРО ССБ9 «Princeton» (1989 г., ГТЭУ 2 (2×21500, ГТД LM 2500) (2 ВРШ), получив повреждения

гребного вала и винта, потерял ход. На нём были ранены три члена экипажа, вышли из строя кормовая 127-мм артиллерийская башня и установки вертикального пуска КР «Tomahawk» и ЗУР «Standart-2». В дальнейшем он был отбуксирован из зоны боевых действий и поставлен на две недели на ремонт в док Дубай (ОАЭ).

12 октября 2000 г. в Йеменском порту Аден террористами подорван стоящий у причала американский ЭМ DDG67 «Cole» (1996 г., тип «А. Burke»). В результате взрыва в борту корабля образовалась пробоина размером 12 м² и корабль практически полностью потерял свою боеготовность.

Немаловажным фактором, обуславливающим перспективность использования КТЭУ как базовой платформы является то, что мировые запасы топлива таковы: угля хватит на 250 лет, нефти на 40 лет, а природного газа на 65 лет. Уже после 2020 г. может возникнуть серьёзная напряженность с нефтью и газом, а связанное с этим беспокойство может спровоцировать рост цен на них и до этого момента.

Следовательно, необходима разумная модернизация существующей платформы с КТЭУ, а в дальнейшем разработка её перспективной модели.

ПЛАТФОРМА С ГАЗОТУРБИННОЙ (ДИЗЕЛЬ-ГАЗОТУРБИННОЙ) ЭУ

Тактико-техническое задание на разработку нового БПК пр.1155 (шифр «Фрегат») было выдано в 1972 г. в Северное ПКБ. Проект 1155 первоначально разрабатывался с целью улучшения БПК (СКР) пр.1135 и ликвидации его основных недостатков: отсутствие вертолёта и сравнительно малую дальность действия гидроакустических средств, не обеспечивающих целеуказание противолодочным ракетам на полную дальность.

Для облегчения корабля, водоизмещение которого неуклонно росло, было решено изготовить надстройки из алюминиевого сплава, тем более, что на заводах-строителях технология сварки и сборки таких конструкций была освоена: в качестве основного материала применяется сплав АМг6 повышенной прочности и коррозионной стойкости, с включением стальных элементов в районах, подвергающихся воздействию пламени ракет. Системы успокоения качки были взяты с прототипа — пр.1135, что уменьшило амплитуду бортовой качки более чем в три раза.

Два вертолёта «Ка-27» размещались в двух полуутопленных ангарах в корме, аналогичных по конструкции на пр.1134А и пр.1134Б. Базирование

двух машин потребовало изменения теоретического чертежа корпуса корабля: для этого был применен корпус типа «двойной клин» (высокий острый нос — широкая и плоская кормовая часть), конструкция которого была отработана ещё на противолодочных крейсерах типа «Москва» пр.1123. Для обеспечения всепогодного использования вертолетов на корабле была установлена радионавигационная система привода и посадки «Привод-В».

Предназначавшиеся для кораблей пр.1155 перспективные газотурбинные двигатели так и не были освоены промышленностью. Поэтому двухвальная главная газо-газотурбинная ЭУ М9 была практически полностью идентична газотурбинной установке М7, применённой на СКР пр. 1135, и включала маршевый (ДО63) и форсажный (ДТ59) газотурбинные двигатели на каждом валу (суммарной мощностью 62 тыс.л.с.).

Кроме того, ГЭУ стала менее шумной благодаря комплексу внедрённых противошумовых мероприятий. Электроэнергетическая установка была значительно усилена и включала четыре газотурбогенератора ГТГ-1250 по 1250 кВт каждый.

В итоге корабль пр. 1155 по своим основным ТТХ стал преемником больших противолодочных кораблей пр. 1134A и 1134Б, но на новом качественном уровне.

В связи с тем, что БПК пр. 1155 имел определенные недостатки: отсутствие ПКР, слабость зенитного и артиллерийского вооружения, недостаточную мощность ГЭУ - главкомом ВМФ было дано указание разработать модификацию этого проекта. Новый пр. 1155.1 разработан в середине 80-х гг. На нем усилено вооружение: вместо двух 100-мм АК-100 установили одну 130-мм артиллерийскую установку АК-130, вместо комплекса ПЛУР «Метель» - ПКРК «Москит», а вместо 533-мм торпедных аппаратов — универсальный ракето-торпедный комплекс ПЛУР «Водопад-НК». Средства ПВО были усилены путём замены 30-мм автоматов на два ЗРАК «Кортик». Средства ПТЗ были заменены на новый комплекс РБУ-12000 «Удав». Наконец, вместо ГАК «Полином» разместили новый ГАК «Звезда-2».

Двухвальная главная газо-газотурбинная ЭУ М9 Б включает маршевый (ДО90) и форсажный (ДТ59) газотурбинные двигатели на каждом валу (суммарной мощностью 74 тыс. л. с.).

Планировалось начать серийное строительство кораблей пр.11551 на заводе «Янтарь» в Кали-

нинграде, но до распада СССР удалось заложить только два корабля, а ввести в строй лишь головной — «Адмирал Чабаненко».

Подчеркнем, все ГТУ, которые нашли своё применение в составе ЭУ кораблей и судов ВМФ СССР и России разработаны и изготовлены на «ЮТЗ», ныне ГП «Научно-производственный комплекс газотурбостроения Зоря-Машпроект» (ГП НПКГ «Зоря-Машпроект», Николаев).

На базе этих же ГТУ создана и дизель-газотурбинная ЭУ (ДГТУ) типа М44 кораблей пр. 1166.1, «Гепард 3.1». Установка имеет в своем составе два газотурбинных двигателя ДО90 (общей мощностью 29 тыс.л.с.) и дизель 85 Б (мощностью 8 тыс.л.с.), разработки и производства ЗАО «Русский дизель», Санкт-Петербург.

В настоящее время совместно НПКГ «Зоря-Машпроект» и ОАО «НПО «Сатурн» (Рыбинск) разработана и создана ДГТУ для фрегатов пр. 22350.

Для корабля в качестве ГЭУ выбрана ДГЭУ. Установка дизель-газотурбинного агрегата типа СОДАС, что обеспечивает совместную работу дизелей и газотурбинных двигателей в агрегате М55 Р. Это решение позволит получить большую суммарную мощность и экономичность на малых холах пол лизелями.

В качестве маршевой установки будут установлены два новых дизеля 10 Д49 разработки и производства ОАО «Коломенский завод» (мощностью 5200 л.с.) с автоматизированным управлением. Каждый имеет двухскоростную редукторную передачу РО55 разработки и производства с ГП НПКГ «Зоря-Машпроект», обеспечивающую совместную и раздельную работу дизелей со звукоизолирующей композитной муфтой, и локальную систему управления.

Форсажная (ускорительная) установка будет представлена двумя ГТД М90 ФР разработки ОАО «НПО «Сатурн» совместно с ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» мощностью 27 500 л.с. каждый. Таким образом, на двух маршевых дизелях корабль будет иметь мощность 10 400 л.с., что соответствует 15—16 уз экономического хода, и на полном ходу при совместной работе дизелей и турбин — 64 800 л.с., чего достаточно для развития 29—30 уз полного хода для корабля такого водоизмещения.

Нужно отметить, что это наиболее оптимальное решение, которое ранее в отечественном флоте не было реализовано только из-за сложности конструкции, а также управления установкой вследствие разного принципа ре-

гулирования маршевого и форсажного двигателя и нежелания разработчиков агрегатов брать на себя разработку всей установки в комплексе.

В настоящее время ЗАО «НПО «Сатурн» предпринята довольно успешная попытка создать российскую базу корабельного (судового) газотурбостроения. Проведены опытно-конструкторские работы и созданы ГТД 4-го поколения: М75 РУ мощностью 6000-7000 л.с., М70 ФРУ мощностью 1200-14000 л.с. и, как указывалось выше, совместно с НПКГ «Зоря-Машпроект» М90 ФР мощностью 27 500 л.с.

К сожалению, ГТД М75 РУ и М70 ФРУ имеют свои конструктивные особенности и пока не нашли применения в составе ЭУ кораблей и судов (табл. 3).

Необходимо отметить, что и НПКГ «Зоря-Машпроект» не стоит на месте. Предприятием «доведён до ума» ГТД 4-го поколения М80 (ДА80), проектирование и разработка которого была начата в интересах ВМФ СССР. Особенностью данного ГТД является его высокая мощность 40 000 л.с. (27 800 кВт). По этому параметру ГТД М80 уступает только ГТУ МТ30 фирмы «Rolls-Royce».

В настоящее время лицензия на производство ГТД М80 передана Китаю, так как у ВМФ России не было в ней потребности.

ДА80 применяется в составе ЭУ эсминца пр. 052С ВМС Китая. Всего были построены два таких корабля: 170 «Lanzhou» («Ланьчжоу») и 171 «Haikou» («Хайкоу») водоизмещением 6600 т и скоростью 29 уз. Оснащены боевой информационноуправляющей системой H/ZBJ-1 китайским аналогом американской

ЭУ двухвальная, 2 ГТУ DA80/DN80 (Украина, 48 600 л.с.), 2 дизеля «Shaanxi» (копия MTU-20V956 ТВ92, 8840 л.с.).

Жаль, что ВМС Украины при проектировании и строительстве своих перспективных корветов пр. 58250 на «Черноморском судостроительном заводе» не идут по российскому пути в части создания ЭУ. На корабле планируется применение ДГТУ на базе ГТД украинского производства и дизеля фирмы «Caterpillar» (США), хотя украинская сторона получила прекрасный опыт при разработке и создании дизель-газотурбинного агрегата М55 Р, в составе которого нашли

Характеристики ЭУ эсминцев

F F								
Характеристика	ДТ59 «Зоря-Маш- проект» (Украина)	М70ФРУ «Сатурн» (Рыбинск)	LM 1600 GE (США)	LM 2500 GE (США)				
Мощность, кВт (л.с)	14 350 (19 599)	8824 (12 000)	14 920 (20 000)	25 060 (33 600)				
Удельный расход топлива, г/кВт ч (г/л.с ч)	319,6 (235)	242(178)	276,5 (376)	274,3 (373)				
Топливо		пи Л-0,5-62 305-62)	MIL-F-16884F Amd.2					
Силовая турбина (СТ)	Реверсивная	Нереверсивная	Нереверсивная	Нереверсивная				
Обороты СТ, об/мин	3500		7000	3600				
Масса, кг	20 000	Нет	10 909 (без газо- отвода)	22 000 (без газо- отвода)				
Длина, м	6,4 (8,0 с газоотводом)	данных	6,8 (без газо- отвода)	8,23 (без газо- отвода)				
Ширина, м	1,65		2,4	2,74				
Высота, м	2,48		2,8	3,05				

своё применение серийный дизель марки 10 Д49 (в дальнейшем и 16 Д49), разработки и производства ОАО «Коломенский завод».

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что у отечественного кораблестроения имеются все возможности для создания перспективных корабельных платформ с КТЭУ, ГТЭУ (ДГТЭУ). При этом роизводство отечественных ЭУ сможет не зависеть от прихоти наших «друзей», как уже, к сожалению происходит, в двигателестроении для перспективной вертолётной техники.

Для решения этой задачи, по мнению автора, необходимо рассмотреть следующие направления:

- обеспечить на всех уровнях приоритетное развитие отечественных (инновационных) предприятий, обеспечивающих создание энергетических установок кораблей и судов, в рамках Федеральных целевых программ (ФЦП);
- предусмотреть разработку ФЦП по конкретным видам перспективных ЭУ для кораблей и судов с учётом наработок ФЦП по дизелестроению, где эти вопросы находятся на втором плане;
- предусмотреть создание на базе ОАО «ОСК» интегрированной структуры, которая взяла бы на себя общее руководство разработкой и созданием отечественной корабельной и судовой энергетики (по типу «Двигателестроительной корпорации» в «Оборонпроме»);

- обеспечить (восстановить) государственное лицензирование видов деятельности, связанных с разработкой и созданием энергетических установок кораблей и судов;
- создать совместные предприятия и интегрированные структуры с Украиной по совместной разработке и производству газотурбинных ЭУ в обеспечение кораблестроительных программ (НПКГ «Зоря-Машпроект», ОАО «Звез-
- не допускать проникновения на рынки России и стран СНГ (ОДКБ) корабельной и судовой энергетики предприятий-посредников, допускающих поставку контрафактной продукции;
- обеспечить неукоснительное выполнение требований отраслевых ГОСТ и других нормативных документов при создании судовых ЭУ и оборудования, особенно в интересах силовых ведомств;
- допуск серьезных иностранных поставщиков ЭУ поставить в жёсткую зависимость от их инвестирования в создание на нашей территории баз по обслуживанию и ремонту оборудования, подготовке обслуживающего персонала, передачи производства определённого количества комплектующих изделий отечественным предприятиям, а в дальнейшем конечное производство на территории России.

27 июля (по стар. ст.) 2014 г. исполнится 300 лет со дня победы русского гребного флота в первой морской Гангутской битве под руководством Петра I со шведами.

Гангут – длинный окруженный шхерами мыс, которым оканчивается юго-западный берег финляндской территории со стороны Финского залива. По южную сторону мыса – рейд того же наименования. Вход на рейд – между двумя островами. На северо-восточной стороне мыса, на берегу – небольшое местечко под тем же названием.



Петр І

Шла Северная война. В 1712 г. центр тяжести военных операций против Швеции был перенесен на побережье Балтики. Петр Великий главной задачей наших сухопутных и морских сил поставил захват Гельсингфорса, Або и Аландских шхер, дабы вслед за тем произвести высадку войск в Швеции и пойти на Стокгольм

В 1714 г. почти вся Финляндия до самого Ботнического залива была занята русскими войсками. После поражения шведов у небольшой финской деревни Лапполо в окрестностях города Ваза их сухопутные силы были почти полностью уничтожены. Но у шведов был еще сильный флот, на который обратил внимание Петр І. Он считал, что, уничтожив шведский флот, можно перенести военные действия на Скандинавский полуостров и там заставить шведское правительство заключить давно желаемый мир.

Но справиться одному русскому флоту со шведским было не под силу. Надо было привлечь еще флот другого государства. Для этого Петром I был составлен следующий план действий. В конце 1713 г. им в Данию был послан граф Павел Иванович Ягужинский для устных переговоров относительно предстоявших военных действий весной 1714 г. Русские войска дошли до самого Ботнического залива, а дальше предстояло идти

ПЕРВОЕ МОРСКОЕ СРАЖЕНИЕ ПРИ ГАНГУТЕ

С.П. Сирый, проф., капитан 1 ранга в отставке, председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН, председатель секции истории Российского флота и историограф СПБ МС, заслуженный работник высшей школы России, контакт. тел. (812) 431 94 23

водой, но не хватало кораблей. Как главную цель совместных действий России и Дании П. Ягужинский назвал нападение на шведский порт Карлскрону с целью уничтожения там шведского флота, который являлся вечной угрозой Дании.



П. Ягужинский

Предполагалось, что с открытием навигации датский флот, соединившись с русским, окажется около Стокгольма, чтобы сдержать находившуюся там шведскую армию, а потом быстро направится к Карлскроне, чтобы запереть стоявший там шведский флот, между тем как русские войска, высаженные на берег, атаковали бы в то же время город с суши. При удачном выполнении этого похода союзным войскам предоставлялась возможность одним ударом овладеть всеми морскими силами Швеции. Политические обстоятельства благоприятствовали тому, чтобы нанести шведам окончательный удар (11 июля (30 июня) 1714 г. Петр I отправил к датскому королю письмо, в котором просил прислать на помощь хотя бы пять-семь кораблей). Но этот план не был принят датским королём, и Петр приготовился к началу морского похода со своим флотом.

С этой целью к весне 1714 г. в Петербурге был готов корабельный и галерный флот: в корабельном флоте числились 14 парусных кораблей, к которым потом было присоединено от галерного флота 9 скампавей (галеры малого размера) и 9 бригантин. Галерный флот насчитывал 99 скампавей (полугалер) и галер. Десант корабельного флота равнялся 4000 чел., галерного — 15 000 чел. Галерный флот был разделен на три дивизии (авангард, кордебаталия и арьергард), которые, в свою очередь, разделялись на три эскадры по 11 судов каждая.

Начальство над корабельным флотом принял Петр I; галерный флот был поручен генерал-адмиралу графу Фёдору Матвеевичу Апраксину, дивизиями командовали сухопутные генералы, а над морскими чинами главным начальником был назначен капитан-командор Матвей Христафорович Змаевич. Галерный флот был вооружен 6-фунтовыми, 3-фунтовыми и 2-фунтовыми пушками, причем галера имела 72 весла и вмещала до 300 чел., а скампавея —36 весел и 150 чел.

20 (9) мая флот выступил из Петербурга в Кроншлот.



Ф. Апраксин

1 июня (20 мая) 1714 г. 99 галер и скампавей с десантом под командованием генерал-адмирала Ф. Апраксина направились от Кроншлота в финские шхеры с приказанием идти к Гельсингфорсу и Або-Аланду, и оттуда, если будет возможно, к шведским берегам. Со стороны моря гребные суда прикрывал корабельный флот (16 кораблей, фрегатов и шняв) под командованием контр-адмирала Петра Михайлова (царь). В районе Березовых островов флоты разделились: гребной флот пошел в финские шхеры к Гельсингфорсу, а корабельный — в Ревель.

22 (11) июня корабельная эскадра прибыла в Ревель (в этот же день Апраксин с гребным флотом пришел

в Гельсингфорс), где она соединилась со стоявшими там купленными за границей и построенными в Архангельске кораблями. Всего Петр I теперь имел под своим командованием 16 линейных кораблей, 8 фрегатов и шняв, 9 скамповей и 10 бригантин с 8000-тысячным десантом. Экипаж этого флота был равен 7000 чел., пушек было 1060.

Во время плавания и стоянки у Гельсингфорса морские солдаты учились наравне с матросами морской службе.

Гребной флот 10 июля (29 июня) подошел к бухте Твермине и здесь остановился в 2 милях от Гангутского мыса, так как дальнейшее продвижение было невозможно из-за присутствия шведского флота у Гангута.

Оказалось, что пока генерал-адмирал Ф. Апраксин боролся в пути с противными ветрами, шведский корабельный флот стал на якорь у мыса Гангут и преградил путь нашим галерам и не только привел их в бездействие, но и остановил подвозы припасов для сухопутных войск генерал-лейтенанта князя Михаила Михайловича Голицына, находившихся в Або.

Извещая Петра I в Ревеле о своем положении, генерал-адмирал Апраксин предлагал ему показаться с корабельным флотом в море против Гангута с тем, чтобы отвлечь на себя часть неприятельских сил и дать возможность прорваться с русскими галерами к Або.

Донесение свое адмирал закончил словами: «Мы сердечно желаем и просим Ваше Величество, чтобы изволил милостиво нас посетить и неприятельский флот осмотреть и, по усмотрению оного состояния, резолюцию учинить, не пропуская удобного времени. А ежели, за каким случаем быть Ваше Величество к нам не изволите, то рабски просим сие наше дерзновение изволь милостиво оставить, а что нам чинить, повели прислать милостивый указ без замедления».

Петр I решил сам прибыть к галерному флоту, стоявшему в Тверминской губе, в 11 верстах от Гангута (верста равна 1,06 км). Но по разным причинам он прибыл туда только 1 августа (20 июля).

Ф. Апраксин уже более месяца бездействовал, не находя средств, чтобы прорваться сквозь шведский флот, и не смея без царя предпринять что-нибудь решительное.

Шведский флот, находившийся в Гангутской губе, состоял из 14 линейных кораблей (кроме шести бывших в крейсерстве), 4 фрегатов, прама, 2 бомбардирских галиотов, 3 шняв и 6 больших и малых галер. Флотом командовал адмирал Густав Ватранг. Под его флагом начальствовали вице-адмирал Лилье и контр-адмиралы Эреншильд и Анкершерн. Русский корабельный флот

по численности был почти равен шведскому, но по вооружению и мореходным качествам значительно ему уступал.

Позиция шведского флота в этом важном пункте была такова, что прорваться сквозь него казалось невозможно. Но не сделать попытки пройти Гангут значило бы отказаться от дальнейших успехов на всю капанию. Притом же положение русского галерного флота в тесной Тверминской губе могло стать опасным, если бы шведы воспользовались возможностью запереть его и отрезать от армии и корабельного флота. Надо было решить, или идти вперед, или тотчас отступить.



Н. Эреншильд Карандашная копия (1843 г.) с несохранившегося портрета. Из собр. Финляндского национального музея. Из книги «История шведского флота». Мальмё, 1943, т.2

Адмирал Г. Ватранг находился у оконечности полуострова Гангут, и галерный русский флот, идя из Твермине к западу, чтобы обогнуть Гангутский полуостров и затем направиться в Або, непременно должен был натолкнуться на шведскую эскадру, сторожившую здесь русские суда.

Что было делать? Вызвать из Ревеля весь линейный флот и сразиться с адмиралом Г. Ватрангом в открытом море? Риск был слишком велик. Лучшие суда противника были налицо, и их артиллерия была велика. Решено было рискнуть галерами, но не линейным флотом. И тут Петр I проявил находчивость, решив задачу, которая казалась неразрешимой.

Примерно в 3 верстах к северу от Тверминской губы Гангутский полуостров сужался и образовывал ровный перешеек шириной в узком месте 2,5 км. Царь решился перетащить через него по настланному помосту несколько легчайших галер, атаковать ими шведский флот с запада и, пользуясь замешательством, которое должно было произвести появление наших галер в тылу шведов, прорваться сквозь него со всеми остальными галерами. Таким образом он решил в узком месте Гангутского полуострова устроить «переволоку» и перетащить часть галер на другую сторону перешейка, т.е. «если нельзя пробиться нашему галерному флоту сквозь сильный корабельный шведский флот, то можно этот флот обойти по суше».

С расстояния пушечного выстрела за мысом неприятельские корабли были для него уже неопасны и не могли помешать дальнейшему его пути. З августа (23 июля) закипела работа в руках 3000 чел. (рабочими были служители из полков, участвующих в операции), работающих в две смены (по 1500 чел.). Это был оригинальный замысел, но, к сожалению, он не удался.

К утру 5 августа (25 июля) контр-адмирал Г. Ватранг уже узнал от местных рыбаков о переволоке и тотчас же обратился к демонстративным маневрам. Объектами своих демонстраций Ватранг избрал фланги переволоки и для этого направил часть корабельной эскадры под начальством вице-адмирала Лильия (8 линейных кораблей, фрегат и 2 бомбардирских судна) на юго-восток, в обход тверминского расположения нашего галерного флота, а суда (фрегат «Элефант», 6 галер и 2 «шхербота») под начальством контр-адмирала Н. Эреншильда - к северо-западному выходу переволоки, где можно было ждать спуска перетащенных по суше русских галер на воду. Остальные шведские суда, исключительно корабельного типа, остались на прежней позиции. Таким образом, Ватранг раздробил свои силы, а этого такой противник, как Петр Великий, разумеется, не мог оставить безнаказанно.

Получив донесение, Петр I выдвинулся вперед с 35 скампавеями на линию наших сторожевых судов, осмотрел противника и убедился, что Лильий с 11 кораблями идёт на юго-восток (т.е. широким выходом из Гангутского ковша) и что Ватранг с шестью кораблями и тремя фрегатами стоит пока на старом месте. Оставшись с меньшей частью флота, без мелких судов, которые могли подойти близко к берегу, Ватранг уже не в силах был защитить всего фарватера, как прежде.

Петр I принял дерзкое решение: пользуясь ослаблением сил адмирала Ватранга и наступившим мертвым штилем, который благоприятствовал нашим галерам и не позволял парусным шведским судам тронуться с места, 6 августа (26 июля) приказал отряду из 20 скампавей под командованием лучших моряков – капитан-командора М. Х. Змаевича и капитана П. П. Бредаля – идти на прорыв с обходом мористее шведского флота. Отряд М. Змаевича немедленно тронулся в путь (надо отметить, что с прибытием войск М. Голицына в Тверемине галерный флот, сохранив подразделение на три эскадры, несколько изменил свою организацию). Полки оказались распределенными по эскадрам следующим образом: авангард под командованием генерал-лейтенанта Ад. Вейде (преображенский полк 3-го батальона, шлиссельбургский – 2, копорский - 2, лефортовский - 2, воронежский – 2. Итого 11 батальонов, а в них до 4500 чел.). Кордебаталия – под командованием генерал-адмирала графа Ф. Апраксина, при нем генералмайор И.И. Бутурлин (1-й гренадёрский полк – 2 батальона, московский полк – 2 батальона, вологодский полк – 2 батальона, ингерманландский – 3 батальона, рязанский – 2 батальона. Итого 11 батальонов, а в них до 4500 чел.). Арьергард - под командованием генерала князя М. М. Голицына, при нем бригадир И. Волков (семеновский полк – 3 батальона, 1-й гренадёрский – 2 батальона, галицкий – 2 батальона, нижегородский – 2 батальона, великолуцкий – 2 батальона. Итого 11 батальонов, а в них до 4500 тыс. чел.).

Всего на галерном флоте было 33 батальона, насчитывающих в своих рядах до 13.5 тысяч чел. Морских служителей на них было до 1000 чел.

Адмирал Г. Ватранг, заметив движение русских скампавей, приказал сняться с якоря и буксировать свои корабли шлюпками к проходившим скампавеям М. Змаевича. Одновременно шведы открыли сильный артиллерийский огонь, не причинивший, однако, нашим судам никакого вреда, так как скампавеи шли вне досягаемости пушечной стрельбы.

Петр I, видя, что наш маневр удается, дал такой же приказ и другим 15 галерам с бригадиром Петром Лефортом (племянник первого русского адмирала Ф. Лефорта, впоследствии генераллейтенант), капитаном 3 ранга Дежимоном и капитаном Грисом. Шведские корабли подняли якоря и стали буксироваться всеми гребными судами, открыв в то же время жестокий огонь. Но все было напрасно. Русские галеры оказались уже вне выстрела, и обогнули без малейшей потери оконечность гангутского мыса. Шведский отряд контрадмирала Н. Эреншильда был отрезан. Наступившая ночь помешала М. Змаевичу атаковать его. Эскадра Лильие, посылка которой не имела теперь смысла, была отозвана Ватрангом назад к шведскому флоту.

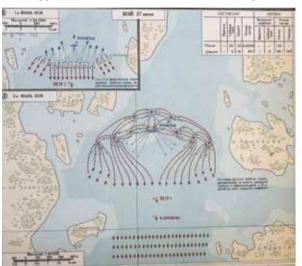
Между тем вся остальная часть русского галерного флота (64 ед.), которому было приказано «выбираться из узкости», приблизилась к Гангуту и с рассветом 7 августа (27 июля) под предводительством генерал-адмирала Ф. Апраксина, ободренная успехом первых 35 галер, пустилась мимо шведского флота, уже не огибая его, а прижимаясь к гангутскому берегу. С потерей только одной галеры, ставшей на мель, и нескольких раненых она пробилась благополучно и соединилась со своим скампавеями, которые стояли против Н. Эреншильда.

Опасность миновала, и теперь наступила тяжкая расплата шведского флота

за ошибки Г. Ватранга, которые были вызваны уверенностью в своей силе и слабости русских.

Петр I сухим путем отправился на западный берег полуострова, чтобы там пересесть на галеру отряда Змаевича.

Слабый шведский отряд Н. Эреншильда был теперь осажден всем русским флотом, состоявшим из 98 галер. Эреншильд занял позицию в Рилаксфьорде, расположив свои суда по вогнутой линии, так что оба фланга упирались в острова. В центре находился флагманский 18-пушечный фрегат «Элефант», а с носа и кормы его стояли по три галеры, имевшие вместе 84 орудия, в том числе 6 крупного калибра (в 18 и 36 фунтов) для перекрестного огня. Во вторую линию были поставлены 3 «шхербота» с 14 орудиями малого калибра (от 1 до 3 фунтов). В другом проходе он затопил судно, чтобы не быть обойденным. Всего шведы имели 116 орудий.



Бой 27 июля 1714 г.

Небольшая ширина Рилакс-фьорда не позволяла русским развернуть весь гребной флот. Поэтому для атаки был выделен авангард из 23 скампавей, который занял позицию в полумиле от противника. Авангард разделили на три части. В центре пролива были поставлены 11 скампавей под командой бригадира П. Лефорта и капитана 3 ранга Дежимона. На правом фланге, уступом вперед, построилась в две линии группа из шести скампавей генерала Ад. Вейде и капитан-командора Змаевича. На левом фланге в таком же порядке стала группа из шести скампавей бригадира Волкова и капитана 2 ранга Дамиани. Авангардом командовал генерал Ад. Вейде, боем руководил Петр I. На некотором расстоянии от авангарда как тактический резерв находились главные силы гребного флота под командованием генерал-адмирала Ф. Апраксина.

Генерал-адмирал Ф. Апраксин, расположив свой флот к сражению, послал генерал-адьютанта П. Ягужинского к шведскому контр-адмиралу Н. Эреншильду с требованием сдачи, грозя в случае отказа не дать никому пощады. Эреншильд отверг предложение и приготовился к бою. Парламентер Ягужинский вернулся к Апраксину ни с чем: «Эреншильд отверг сдачу. Шведы, мол, ни перед кем еще флаг не спускали».

С возвращением П. Ягужинского в начале третьего часа пополудни авангарду был дан сигнал поднятием синего флага и единым выстрелом из пушки «атаковать неприятеля».

Начался последний, решающий бой Гангутского сражения, который сразу принял ожесточенный характер. У шведов были сильная позиция, многочисленная артиллерия и храбрый адмирал, но только 940 чел. Русских в сражении участвовало 3246 чел.

Приходилось абордировать фрегат

и галеры с небольших скампавей, влезая снизу наверх, хотя каждого могли выбрать сразу три смерти: от штыка, огня и воды. Произошло упорное фронтальное столкновение. Шведы стреляли почти в упор. Каждый неверный шаг стоил русскому воину жизни. Два раза русские были отбиты. Первая и вторая атаки скампавей пришлись по центру линии кораблей шведов. Там изрыгал огненное пламя фрегат «Элефант», наступающих встретила сплошная стена картечи. С флангов

атакующих косил перекрестный огонь из пушек и мушкетов, который открыли шведские «шхерботы» и галеры.

Глядя, как опять вынужденно отходят скампавеи, Петр I молниеносно сообразил: «Шведы быотся отчаянно, им отступать некуда, в лоб их вряд ли возьмешь. Эреншильд выстроился полумесяцем, колошматит наверняка со всех сторон. А слабина у него на флангах».

Он дал команду М. Змаевичу и П. Лефорту «абордировать шхерботы и бомбарды шведов. Змаевичу справа, Лефорту слева. Начинать по сигналу красного флага с двойной пушкой. Стоять насмерть».

На фалах галеры шаутбенахта взвился красный флаг, и одна за другой выстрелили две пушки — начался повторный штурм шведов.

На этот раз стремительным натиском скампавеи вклинились в строй шведов и сцепились на абордаж. Стоило морским солдатам взобраться на борт шведов и схватиться в рукопашную,

как те начали мало-помалу отступать. В азарте рукопашной бились штыками и багнетами, тесаками и палашами, шпагами и прикладами мушкетов.

Шведские канониры продолжали палить из пушек. Русских солдат рвало на куски «пороховым духом» из жерл орудий. Текла на палубу кровь, шведская и русская. К исходу третьего часа сеча начала затихать. На шведских галерах и «шхерботах» один за другим нехотя поползли вниз по флагштоку синие с желтым перекрестием флаги.

Дольше всех сопротивлялся флагманский фрегат «Элефант». Он на пять саженей (сажень равна 2,18 м) возвышался над скампавеями, и немало русских солдат и матросов полегло, прежде чем удалось взобраться на палубу флагмана.

Одним из первых, размахивая палашом, вспрыгнул на палубу шведского фрегата капитан Бакеев. «Попомним Карлу Полтаву», – гремел его голос.

На верхней палубе фрегата в одиночестве со шпагой в руках сражался контр-адмирал Н. Эреншильд. В ту самую минуту, как Эреншильд, готовясь отразить этот новый напор русских, хотел схватить одного из своих подчиненных, который думал бежать на шлюпке, он вдруг упал за борт, пораженный картечью в голову, левую руку и ногу. По взятии фрегата нашли шведского контр-адмирала до половины в воде, истекавшего кровью, но, по счастью, запутавшегося ногой в веревке, не давшей ему утонуть.

Честь пленения первого неприятельского адмирала принадлежала капитану Бакееву и его гренадёрам из ингерманландского пехотного полка. Замертво был привезен Эреншилъд на галеру А. Вейде, где Петр сам приложил все усилия для возвращения к жизни храброго своего пленника. Первым, кого увидел очнувшийся контр-адмирал Эреншильд, был Петр I со слезами на глазах, «расточающий о нем нежнейшие слова, и первое движение государя в радости было расцеловать окровавленное чело героя».



Гангутское сражение 27 июля 1714 г. С гравюры петровского времени

Полной победой завершилось Гангутское сражение.

Потери с обеих сторон были очень велики. По сведениям, представленным Ад. Вейде, боевая часть флота потеряла: убитыми и пропавшими без вести пехоты — 113, моряков — 14, всего — 127; ранеными: пехоты — 319, моряков —22, всего —341. Итого пехоты —432, моряков — 36, всего — 468 чел. В живых осталось 2813 чел. из 3245 чел. участвовавших в бою (кроме офицеров).

Таким образом, общая потеря доходила до шестой части отряда. Сверх того, во время прорыва мимо Гангута на взятой шведами скампавее попало в плен 232 чел., в том числе 6 моряков. Шведы потеряли убитыми 352 чел., или треть отряда; прочие были взяты в плен.

Дорого доставшаяся первая морская победа при Гангуте принесла и великие плоды. Она заставила шведского адмирала Г. Ватранга отступить от Гангута, открыла русским шхеры до самого Аланда, что вызвало ужас, докатившийся до столицы Швеции Стокгольма.

Это была наша первая морская победа, это было начало нашей морской славы и морских успехов. Умелое использование маневренных преимуществ гребного флота в шхерах, хорошо организованное взаимодействие армии и гребного флота, удачно выбранное время для прорыва позволили Петру I нанести поражение более сильному противнику. Россия по праву стала занимать место в ряду морских держав. Проводя параллель, можно сказать, что Гангутский бой был для флота тем же, чем оказалась Лесная битва (перед Полтавской битвой) для сухопутной армии, хотя Петр I ставил ее выше Полтавской. Этот бой должен был быть одним из актов в общем ходе всей войны – уничтожением морских сил шведов, Полтавой на море. Но этого не случилось. Удалось разбить шведов на море, но была уничтожена второстепенная группа их судов, а не главные силы, которые остались нетронутыми. Мы открыли путь к Або и Аландским островам, но не расчистили окончательно путь к Стокголь-

му. Гангутский бой и по стратегическим результатам был Лесной, но не Полтавой.

Гангутская победа — пример совместной работы петровских моряков и пехоты (морских солдат).

Взятые шведские суда были торжественно введены в Санкт-Петербург с большим триумфом в сентяб-

ре и включены в состав Балтийского флота. Победители все награждены ме-

далями, офицеры золотыми, нижние чины — серебряными. На лицевой стороне медали значилось: «Пётр Первый Божьею милостью Император российский». Увенчанное лаврами и обращенное вправо грудное изображение царя в латах и мантии. На обратной стороне: «Прилежание и верность превосходить сильно». В поле — план сражения между островами. В обрезе: «июля 27 дня 1714 года» (130 золотых и 3284 серебряных).

На каменистом полуострове Гангут находится могила. В 1871 г. в Рилаксфьорде, на месте погребения убитых в этом бою русских воинов, поставлены памятник и крест из сердобольского гранита. С обеих сторон креста врезаны медали, а на лицевой стороне находится надпись: «Памятник падших в Гангутском сражении 27 июля 1714 года».

Около того места, где находится памятник, есть две небольшие бухточки, одна из которых называется «залив убитых», а другая — «залив душ».

В числе особенно отличавшихся при взятии фрегата «Элефант» был капитан Нижегородского полка Тихонов, которого Петр I за взятие фрегата пожаловал в майоры «именным изустным своим приказом». Шаутбенахту Петру Михайлову по одобрительному письму генерал-адмирала Ф. Апраксина был объявлен вице-адмиральский чин, генерал А. Вейде пожалован кавалером ордена Св. Андрея Первозванного.

Церковь определила совершать ежегодно в день этой победы благодарственное молебствие (поныне совершаемое).

Была выбита еще другая медаль с изображением победы и надписью: «Первые плоды Российского флота». Битва и торжественный вход в столицу изображены на гравюрах. В Петербурге построены церковь во имя Св. Пантелеимона, в день памяти которого –27 июля – одержана победа, и корабль с именем «Пантелеимон-Виктория», которое потом наследовали другие суда.

В 1914 г. по инициативе Императорского российского военно-исторического общества на фасаде Пантелеймоновской церкви были укреплены мраморные мемориальные доски с перечнем полков, сражавшихся при Гангуте и Гренгаме.

В рамках празднования 200-летия Гангутского сражения в 1914 г. была выпущена медаль «В память 200-летия морского сражения при Гангуте». Петр Великий всегда праздновал день этой победы наравне с Полтавской, может быть, столь же дорогой ему. Спустя шесть лет (1720), этот же самый день был ознаменован другой победой на море при Гренгаме.

Такими были первые успехи Российского флота! ■ 15 ноября 2013 г. в 14. 00 в Санкт-Петербурге состоялась церемония открытия мемориальной доски Евгению Ивановичу Юхнину
– Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской премии, премии правительства Российской Федерации, первому начальнику—главному конструктору «Центрального мор-

ОТКРЫТИЕ МЕМОРИАЛЬНОЙ ДОСКИ, ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ Е. И. ЮХНИНА



ского конструкторского бюро «Алмаз».

Мемориальная доска установлена на доме, где жил известный кораблестроитель, по адресу улица Академика Павлова, 16-б.

Решение увековечить память Е.И.Юхнина было принято к 100-летию со дня его рождения по инициативе генерального директора ОАО «ЦМКБ «Алмаз» А.В. Шляхтенко. Идея была поддержана почетными гражданами Санкт-Петербурга В.Л. Александровым и И.Д. Спасским, губернатором Г.С. Полтавченко и Законодательным Собранием.

В торжественной церемонии участвовали родные и близкие Евгения Ивановича, коллеги и ученики, лично знавшие и имевшие честь работать вместе с ним.

Родился Евгений Иванович 19 февраля 1912 г. в с. Спас-Поруб Вологодской губернии. В 14-летнем возрасте начал свою трудовую деятельность. Сначала плавал юнгой на судах, затем стал матросом, боцманом, третьим помощником капитана. Одновременно обучался в судостроительном техникуме в Великом Устюге.

В 1936 г., после окончания кораблестроительного факультета Ленинградского кораблестроительного института, начал свою профессиональную деятельность в конструкторском бюро завода

им. А. Марти (ныне – «Адмиралтейские верфи»), проектировал торпедные катера.

После войны, вернувшись в Ленинград, Евгений Иванович был назначен начальником СКБ-5 (ныне — ЦМКБ «Алмаз»). Именно здесь наиболее ярко раскрылись его талант и организаторские способности. Под руководством Е.И. Юхнина в конце 50-х гг. создавались первые в мире ракетные катера пр. 183Р, в 60–70-х гг. – ракетные катера пр. 205 и 205У, малые ракетные корабли типа «Овод» (пр. 1234), скоростные патрульные катера и малые сторожевые

корабли для морских пограничников, телеуправляемые катера специального назначения. Им был внесен также огромный вклад в создание кораблей и катеров на воздушной подушке, на автоматически управляемых подводных крыльях, в проектирование и строительство боевых катеров различного назначения пр. 1241 «Молния» для ВМФ, морской пограничной охраны и на экспорт, которые и сейчас несут службу как в отечественном флоте, так и во многих странах мира.

Под руководством Е.И.Юхнина были разработаны уникальные про-

екты кораблей, не имеющие мировых аналогов: ракетный корабль на автоматически управляемых подводных крыльях «Ураган», ракетный корабль на воздушной подушке со скегами «Сивуч» и самый большой в мире амфибийный корабль на воздушной подушке «Зубр».

С воспоминаниями выступили генеральный директор ОАО «ЦМКБ «Алмаз» А.В. Шляхтенко, генеральный директор ОАО «СФ «Алмаз» Л.Г. Грабовец и В.Е. Юхнин, генеральный конструктор ОАО «Северное ПКБ» (1979–2012 гг.). ■



Слева направо: А.В. Шляхтенко, В.Е. Юхнин и Л.Г. Грабовец

Ученики Е.И. Юхнина и сегодня достойно продолжают его дело.

овышение эффективности современной экономики в условиях перехода на инновационный путь развития возможно только на основе получения, распространения и использования новых знаний а также передовых технологий. Особую роль в решении задачи повышении технологической модернизации отечественной экономики призвана сыграть университетская наука как драйвер подготовки новых кадров, обладающих современными компетенциями, полученными в стенах вуза и подкрепленными не только фундаментальными знаниями, но и навыками при осуществлении прикладных и исследовательских работ, ориентированных на практическую реализацию.

В последние годы инновационная деятельность приобрела равноправный статус с основными направлениями университетской работы — образовательной и научной, став при этом необходимым условием для стратегического развития.

При таком подходе выпускники основных и дополнительных курсов университетов окажутся способными к решению более сложных задач и проблем, требующих уже новых нестандартных подходов, в том числе научных и инновационных. Накопленный опыт показывает, что именно с решением новых и нестандартных проблем возникают наибольшие трудности, поскольку для этого требуется уже иной подход, а значит, такие знания должны прививаться непосредственно при обучении в университете, необходимо и формирование новых источников инновационных идей, методик и технологий применительно к высшему образованию.

СОДЕРЖАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УНИВЕРСИТЕТАХ РОССИИ

Под инновационной деятельностью университета подразумевается не только создание и разработка перспективных научно-технических проектов, новых технологий и методик подготовки кадров, но и активное участие в экономической деятельности с целью коммерциализации полученных результатов интеллектуальной деятельности. В свою очередь, экономические аспекты научно-образовательной деятельности являются непрофильными для большинства университетов, это и объясняет низкий уровень коммерциализации научных разработок. Для преодоления такого барьера необходимо уделять особое внимание задачам информационного, маркетингово-

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УНИВЕРСИТЕТЕ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМ. АДМ. С.О.МАКАРОВА

С. Г. Чулкин, д-р техн. наук, проф., проректор по инновационнойдеятельности ФГБОУ «ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова», контакт. тел. +7 (921) 314 23 94

го и консультационного содействия инновационной деятельности, а также привлекать внешние инвестиции. В этом случае для защиты прав на интеллектуальную собственность требуется не только работа патентоведа, но и специалистов по лицензированию, экспертизе и трансферу технологий.

Успешная деятельность университета – это результат слаженной работы инфраструктуры, обеспечивающей последовательную реализацию всех этапов по созданию, продвижению и коммерциализации новых продуктов и технологий на открытые рынки. Помощь в этом должны оказывать существующие технопарки, бизнес-инкубаторы и венчурные компании, как регионального, так и федерального уровня.

Сегодня в России происходит развитие университетских научных лабораторий и образовательных центров, обладающих ресурсами для разработки и создания новых инновационных продуктов, однако таких комплексов явно недостаточно, и в целом ощущается недостаток финансирования новых разработок. Такое положение вряд ли изменится, но одним из выходов может служить развитие широкой сети научно-образовательных центров и малых инвестиционных предприятий. Данная задача является полностью инновационной, поскольку способна переломить сложившуюся ситуацию с недостаточным научным финансированием и перейти на другой качественный уровень за счет обеспечения устойчивых связей между прикладными, производственными и академическими структурами.

Инновационная деятельность вуза предполагает целый комплекс организационных, научных, технологических, финансовых и коммерческих мероприятий, направленных на решение следующих задач:

 развитие и совершенствование национальной и региональной инновационной системы;

- эффективное и рациональное использование интеллектуальных ресурсов вуза, формирование устойчивого интеллектуального потенциала, способного инициировать и реализовывать инновационные проекты различной сложности и направленности;
- коммерциализация научных идей, оригинальных инновационных проектов;
- расширение спектра рабочих мест и баз для практики для студентов, аспирантов на основе создания фирм и совместных предприятий, в том числе с вузами других стран;
- повышение уровня предпринимательской культуры и подготовка квалифицированных кадров в сфере малого и среднего бизнеса:

На сегодняшний день главными критериями отнесения вуза к инновационному являются следующие:

- открытость системы образования к современным научным исследованиям и современной экономике;
- наличие в учебном плане таких форм обучения, как проектные разработки, тренинги, стажировки на производстве, в научно-исследовательских организациях;
- технологическая оснащенность учебного процесса в соответствии с уровнем передовой науки.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УНИВЕРСИТЕТЕ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМ. АДМ. С. О. МАКАРОВА

Основной целью инновационной деятельности ФГБОУ «ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова» является развитие системы внебюджетного финансирования университета для укрепления материально-технической базы учебного процесса и научных исследований, повышение качества обучения, сохранение кадрового потенциала и поддержка научных школ.

Инновационная деятельность в университете ведется по направ-

лениям:

- развитие элементов инновационной инфраструктуры;
- реализация инновационных проектов:
- работа с инновационными фондами:
- создание малых инновационных предприятий с участием университета;
- инновации в образовании.

В частности, в университете подготовлено к внедрению «Положение о балльно-рейтинговой системе контроля успеваемости курсантов и студентов», целями которого являются:

- повышение мотивации и стимулирование повседневной систематической работы студентов;
- доступность результатов оценки для всех заинтересованных лиц, включая родителей;
- снижение роли случайных факторов при сдаче экзаменов и/или зачётов;
- создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения в рамках многоуровневой системы;
- упорядочивание, объективность, прозрачность и развитие оценочных технологий результатов обучения.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов основана на накоплении баллов, заработанных студентом в течение семестра, по одной дисциплине (или разделу дисциплины), если изучение его заканчивается. По результатам сессий для каждого студента в соответствии с набранными баллами определяется его рейтинг по каждой дисциплине, а также средний рейтинговый балл по всем дисциплинам за аттестуемый период.

Данная методика способствует повышению успеваемости обучаемых, а следовательно, и улучшению процесса подготовки кадров в учебном заведении.

В 2012 г. в университете активно работало шесть малых инновационных предприятий и четыре научнообразовательных центра. В их работе заняты не только преподаватели университета, но и курсанты, студенты, аспиранты и докторанты. Так, в малом инновационном предприятии (МИП) «Электродвижение судов» в текущем году прошли производственную и преддипломную практику около 10 курсантов факультета судовой энергетики. В настоящий момент четыре курсанта пишут дипломные проекты и проходят преддипломную практику в МИП. Шесть сотрудников МИП прошли обучение в аспи-

рантуре университета и заканчивают работу над докторскими и кандидатскими диссертациями. К работе в МИП «Электродвижение судов» за текущий год привлекались на договорной основе около 30 сотрудников университета. В МИП регулярно проходят технические консультации судовых инженеров Индии и Вьетнама. В настоящий момент проходит обучение по технической эксплуатации судового электрооборудования группа из пяти судовых инженеров Вьетнама. К научно-техническим консультациям активно привлекаются ведущие сотрудники университета.

В течение 2012 г. в учебных центрах дополнительного профессионального образования университета были организованы и проведены занятия по 150 инновационным курсам. Повышение квалификации прошли около 15 тысяч специалистов флота и курсантов старших курсов.

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДИК ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В РАБОТУ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА ГУМРФ ИМ. АДМ. С. О. МАКАРОВА

Центр организован в 1998 г. для реализации образовательных программ дополнительного профессионального образования специалистов с целью повышения их знаний, совершенствования деловых качеств, подготовки к выполнению новых трудовых функций.

Задачами центра являются:

- повышение квалификации и профессиональная переподготовка плавсостава морского и речного флота согласно требованиям международных Конвенций и других нормативных актов по дипломированию и аттестации специалистов;
- повышение профессиональных знаний и деловых качеств специалистов предприятий водного транспорта и других отраслей с учетом достижений в соответствующих видах деятельности, науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта;
- переподготовка специалистов со средним профессиональным и высшим образованием для получения ими новой специальности на базе и в рамках имеющегося образования в соответствии с государственными образовательными стандартами.
 - Центр обеспечивает:
- повышение квалификации специ-

- алистов по программам, соответствующим профилю университета в объеме от 72 до 500 часов. Слушателям выдаются свидетельства государственного образца.
- профессиональную переподготовку по аккредитованным специальностям университета в объеме 500-550 ауд.часов (два семестра по три месяца). Слушателям выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца, позволяющий вести деятельность в новой сфере.
- профессиональную подготовку по рабочим профессиям: матрос, моторист, шкипер, донкерман, судоводитель маломерного судна.
- подготовку экипажей спортивных парусных судов.

В учебно-тренировочном центре (УТЦ) проводят тренажерную подготовку командного состава судов внутреннего плавания и береговых специалистов:

- УТЦ по МКУБ (2 программы),
- УТЦ по ГМССБ (7 программ),
 АИС и радиотелефонии (5 программ),
- УТЦ «Использование РЛС на ВВП (учебно-тренажерный центр) (первичная подготовка и переподготовка),
- УТЦ «Охрана судов и портовых средств» ОСПС (6 программ), (Анкета)
- УТЦ «Применение спутниковых систем позиционирования в русловых изысканиях»,
- УТЦ «Перевозка и перевалка опасных грузов» (3 программы),
- УТЦ «Подготовка судоводителя маломерного судна» (3 программы).

Также ведется дополнительная подготовка командного состава судов морского и речного флота в соответствии с Требованиями МК ПДНВ-78/95 и Положением о дипломировании членов экипажей судов.

В 2012—2013 гг. внедрены следующие новые программы дополнительног профессионального образования:

- «Обследование судовых двигателей на соответствие нормативам по выбросам загрязняющих веществ и дымности отработавших газов»:
- «Безопасная эксплуатация гидротехнических сооружений водного транспорта»;
- «Повышение квалификации диспетчеров движения флота в зоне ответственности АСУ ДС»;
- «Дополнительная подготовка водолазов по обследованию гидротехнических сооружений»;

- «Строительство и эксплуатация ГТС водного транспорта»;
- «Судовождение и эксплуатация дноуглубительных судов технического флота»;
- «Юриспруденция в сфере государственных и муниципальных служб»;
- «Судоводитель помощник механика на судах I IV групп (с правом работы на грузовых судах)»;
- «Судоводитель механик судов мощностью до 110 кВт».

Ведется подготовка руководителей и специалистов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Кроме высококвалифицированных преподавателей (более 100 профессоров и доцентов) университета для работы со слушателями привлекаются ведущие и главные специалисты ОАО «Северо-Западное пароходство», ГБУ «Волго-Балт», ГУП «Водоканал СПб», ФГУ Морской порт «Большой порт Санкт-Петербург», Российского Речного Регистра и Российского Морского Регистра судоходства (РМРС).

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ

Центр был создан в 2009 г. и является межкафедральным структурным подразделением, в его основные задачи входит создание инфраструктуры инновационной деятельности в области информационной безопасности, навигации и связи, в том числе, по ФЦП «Глонасс».

На базе центра ведутся фундаментальные и прикладные НИР и ОКР в области информационной безопасности, навигации и связи с использованием инфокоммуникационных технологий на базе ГЛО-HACC/GPS, реализованы проекты по развертыванию и сопровождению эксплуатации средств и комплексных систем технической защиты и обеспечения информационной безопасности объектов водного транспорта, также оказываются услуги по контролю эффективности установленных технических средств защиты информации.

Специалисты центра проводят дополнительную профессиональную подготовку и переподготовку специалистов водного транспорта в соответствии с правилами аттестации судоводителей на право управления маломерными судами, поднадзорными ГИМС МЧС России.

МОРСКОЙ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЦЕНТР (МУТЦ)

Следует отметить, что за время своего существования центр стал не только ведущим по подготовке морских специалистов, но и накопил значительный опыт научно-исследовательских работ, экспертиз, разработки и экономического обоснования технических проектов, специализированного программного обеспечения, т. е. превратился в учебно-исследовательский центр. При МУТЦ активно действует научно-технический совет «Тренажеры, обучающие комплексы и системы информационной поддержки операторов», возглавляемый членом-корреспондентом РАН профессором А. Е. Сазоновым. Сотрудники центра участвуют в работе научно-технических советов РМРС и других организаций.

Для проведения НИР организованы производственно-исследовательские лаборатории по разработке баз данных, моделей районов плавания, психофизического тестирования моряков (судоводителей, операторов СУДС, морских лоцманов и др.), сил и средств, участвующих в кризисных ситуациях.

Направления научных исследований:

- совершенствование методов и средств обучения на тренажерах;
- разработка методологий формирования требований к широкому спектру тренажеров;
- разработка методов прогнозирования с количественной оценкой отрицательного влияния «человеческого фактора» на безопасность судна;
- разработка экспертных систем для оценки качества функционирования систем управления безопасностью судоходных компаний и судов;
- разработка методик дистанционного обучения плавсостава;
- разработка требований к методам определения адекватности математических моделей, используемых на тренажерах;
- разработка и внедрение национальной информационной системы хранения, поиска и передачи информации о дипломах моряков;
- разработка методов проведения на тренажерах экспериментальных исследований по управлению судами в условиях узкостей и ограниченных акваторий при различных метеорологи-ческих условиях для различных типов судов в грузу и балласте;

- разработка методик совместного обучения на универсальном тренажере вахтенных судоводителей и механиков;
- разработка научно обоснованной позиции России на подкомитетах ИМО:
- проведение научной экспертизы аварийных ситуаций на море и выработка рекомендаций по предотвращению аварий судов.

Спектр этих работ очень широк, что обусловлено большим количеством заказчиков, к которым можно причислить Минтранс России, РМРС, ЦНИИМФ, компанию «Unicom», администрацию портов Санкт-Петербурга, Приморска и Высоцка.

В тренажерном центре создана лаборатория, оборудованная двумя станциями Model Wizard, позволяющими создавать математические модели любых районов плавания Мирового океана, а также редактировать математические модели судов. Созданные модели районов подходов и портов Высоцк, Приморск позволили исследовать возможности моделирования режимов плавания и швартовки танкеров делвейтом порядка 47 000 и 80 000 т от Лоцманского буя до причалов распределительного перевалочного комплекса нефтепродуктов (РПК) в порту Высоцк, а также разработать рекомендации по обеспечению безопасности плавания в акватории порта Приморск и оптимальных швартовых операций крупнотоннажных судов при различных гидрометеорологических условиях и ледовой обстановке. Технические возможности комплексного радиолокационного тренажера позволяют сотрудникам МУТЦ моделировать любые реальные ситуации, что было использовано при анализе некоторых аварийных случаев с выдачей экспертных заключений.

МУТЦ ввел в 2005 г. в опытную эксплуатацию лабораторию психофизиологического тестирования морских и береговых специалистов, оснащенную современными компьютерными средствами и методиками, предназначенную для оптимизации индивидуальных характеристик специалиста; с этой целью выполняется комплекс мероприятий по разработке, внедрению и дальнейшей реализации системы психофизиологического обеспечения практической подготовки морских лоцманов и операторов СУДС.

Психофизиологическое тестирование позволяет объективно оценивать важные профессиональные качества моряков, в том числе па-

раметры памяти, внимания, мышления и пространственных представлений, а также скорости и точности различных сенсомоторных реакций при выполнении профессиональных задач в обычных (штатных) условиях и аварийных ситуациях.

Для этого используются современная телеметрическая физиологическая аппаратура, оригинальное программное обеспечение и многолетний опыт специалистов в проведении подобных работ.

Целью психологического тестирования является индивидуализация подготовки специалистов с учетом их операторских, индивидуально-психологических и интеллектуальных профессионально важных качеств.

При этом предусмотрено использование автоматизированных психологических тестов, позволяющих определять степень развития профессионально важных качеств специалистов (члены экипажей, лоцманы, операторы СУДС), определяющих качество и эффективность выполнения служебных задач.

Цель психофизиологической подготовки специалистов — повышение безопасности мореплавания благодаря профилактике ошибочных действий человека, совершаемых из-за ухудшения его функционального состояния и снижения работоспособности.

Психофизиологическая подготовка способствует повышению безопасности мореплавания за счет:

- устранения дефицита различных профессионально важных ка-
- формирования психофизиологической готовности к действиям в аварийной ситуации;
- обучения специалистов приемам оптимального межличностного взаимодействия с учетом критериев психологической совместимости:
- обучения специалистов приемам сохранения и восстановления профессиональной работоспособности:
- информирования специалистов по причинам и предупреждению ошибочных действий человека в процессе профессиональной деятельности.

Подготовка экипажей для плавания в ледовых условиях — одна из актуальных проблем в последние годы. Международное морское сообщество обратило внимание на профессиональную ледовую подготовку. Связанные с этим вопросы обсуждались на семинаре ARCOP в Санкт-Петербурге (сентябрь 2005) и Хельсинки

(ноябрь 2005) и на Ісе Day в Кеми, Финляндия (феврале 2006), конференции по арктическому судоходству в апреле 2006 в Санкт-Петербурге.

Ледовая подготовка не входит в состав конвенционных курсов ИМО, и даже не включена в Национальные образовательные стандарты в странах с замерзающими портами. Сейчас многие новички в ледовом судоходстве в погоне за прибылью от нефтяных перевозок нанимают экипажи, которые совершенно не подготовлены к тяжелым условиям плавания во льдах, и не имеют представления о: проводке ледокола, плавании в составе каравана, влиянии различных типов льда на корпус судна, сплочении льда, швартовке в ледовых условиях, буксировке в зимних условиях, безопасной работе в зимних условиях, предотвращении загрязнений, борьбе с аварийными разливами нефти.

Тренажерная подготовка является одним из наиболее эффективных способов ледовой подготовки экипажей. Моделирование ледовых условий на тренажере позволит персоналу тщательно подготовиться к действиям в чрезвычайных ситуациях без риска для экологии и человеческой жизни.

К сожалению, мировой опыт ледовой тренажерной подготовки очень мал. Тренажеры, доступные на рынке, не всегда правильно отражают плавучие льды, торосы и их воздействие на суда. Количество тренажерных центров, занятых ледовой подготовкой, ограничено, и методика подобного обучения требует улучшения. Поэтому необходимо упорядочить и объединить опыт в области ледовой подготовки России и Финляндии, стран с замерзающими портами для общей пользы и для повышения безопасности мореплавания в Финском заливе.

Реализуемый в центре проект MS GoF направлен на улучшение безопасности мореплавания, в частности, в зимний период. Ледовые условия предъявляют особые требования к судам и их экипажам. Проект также предусиатривает планирование действий в чрезвычайных ситуациях на случай нефтяной или химической катастрофы. Серьезность аварии определяется несколькими факторами, в особенности временем года. Ледовые условия создают особую ситуацию в борьбе с разливом нефти по сравнению с условиями открытого моря.

Центр дистанционного обучения и проверки знаний начал функционировать в 2006 г. и позволил спе-

циалистам отрасли получать «макаровский» тренинг вне зависимости от территориального расположения клиента. Центр объединил ресурсы академии в области дистанционной проверки профессиональных знаний, психофизиологического тестирования и проверки соответствия уровня знаний морского английского языка требованиям Агентства по безопасности мореплавания и береговой охраны Великобритании (МСА UK).

МУТЦ тестирует специалистов морского транспорта по многим направлениям профессиональной деятельности. Основаниями для проведения тестирования могут быть как индивидуальные запросы самих моряков, так и заявки судоходных и круинговых компаний. Залогом объективности и качества тестирования является большой педагогический и практической опыт работы преподавателей, а также обширный выбор современных технических средств и программного обеспечения, предназначенных для оценки компетентности морских специалистов.

Для проведения тестирования используются классы с сетевым компьютерным оборудованием, позволяющим при необходимости одновременно тестировать группу кандидатов. В классах установлен авторский программный комплекс проверки знаний «Дельта-Тест». Концепция этой системы одобрена Министерством транспорта РФ для использования в качестве составной части единого государственного стандарта проверки знаний в морских образовательных учреждениях, морских учебно-тренажерных центрах, береговых тренажерных центрах, на учебно-тренировочных судах и в квалификационных комиссиях морских администраций портов.

Программный комплекс «Дельта-Тест» используется для тестирования всех категорий командного и рядового состава экипажей морских судов, лоцманов, операторов СУДС и других специалистов.

При проведении дистанционного тестирования можно пройти проверку знаний с использованием Интернета в одном из авторизованных центров тестирования.

Для готовящихся к проверке знаний в морских квалификационных комиссиях МУТЦ предлагает пройти подготовку с использованием программ серии «Дельта» в нашем учебном центре и на факультетах Академии.

МУТЦ университета является официально одобренным компанией «Marlins» центром тестирования по морскому английскому языку.

Свидетельства, выдаваемые по результатам тестирования, признаны Агентством по безопасности мореплавания и береговой охраны Великобритании (МСА UK) и Международной ассоциацией судовладельцев (ISF).

Дополнительно МУТЦ проводит тестирование судоводителей, судовых механиков и рядового состава по английскому языку с использованием собственных уникальных методик.

Нашими услугами по тестированию моряков пользуются такие известные компании, как «UNICOM», «Lapa», «Polar crewing», «Wema Laudon», Роснефть и др.

По заказам компаний и организаций МУТЦ может подготовить аналогичные программы для проведения психофизиологического тестирования других категорий специалистов морского транспорта и смежных отраслей.

«Автоматическая система оценки компетентности» (АСОК), установленная на тренажере «Виртуального судна», позволяет проводить объективную, не зависящую от субъективного мнения экзаменатора, оценку правильности действий судоводителей при выполнении ими упражнений на тренажере.

ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова совместно с ООО «Образовательные системы и технологии на море и реке «СТОРМ» разработан программный комплекс проверки знаний специалистов морского транспорта «Дельта-Тест» для использования в качестве составной части единого государственного стандарта проверки знаний в образовательных учреждениях, УТЦ, БУТЦ/УТС и в морских квалификационных комиссиях, а также как элемент системы качества, создаваемой для учебно-тренажерных центров

Использование серии программ «Дельта» позволит:

- проводить разностороннюю, объективную и оперативную проверку знаний плавсостава,
- своевременно обновлять базу данных вопросов в соответствии с требованиями Морской администрации России и рекомендациями международных конвенций;

- вести электронные архивы результатов тестирования,
- проводить учебные занятия и самоподготовку моряков.

Лоцманы — особая категория специалистов. участвующих в обеспечении безопасности в акваториях портов, на подходах к ним, на внутренних водных путях страны.

МУТЦ в течение многих лет осуществляет специализированную тренажерную подготовку и повышение квалификации всех категорий лоцманов и лоцманов-стажёров. Несколько сот специалистов лоцманских служб Дальнего Востока, Юга, Северо-Запада России, а также Украины и Эстонии прошли обучение и повышение квалификации в учебном центре на базе одобренного тренажерного комплекса по следующим оригинальным программам, утвержденным Министерством транспорта РФ:

- «Курс повышения квалификации лоцманов»
- «Курс подготовки лоцманов-стажеров».

С декабря 2000 г. нашим центром проводятся курсы дополнительной подготовки для лоцманов государственных бассейновых управлений России по программе проводки судов смешанного река-море плавания на внутренних водных путях.

При этом используются более 50 математических моделей «собственного судна», более 40 моделей портов мира, включая российские.

С 1 января 2003 г. в России вступил в действие ГОСТ Р 51874–2002 «Требования к морским лоцманам. Порядок подготовки. Аттестация», согласно которому, и в соответствии с Резолюцией ИМО А960 (23), каждый лоцман Российской Федерации должен пройти подготовку на курсах: «Повышение квалификации»; «Радиолокационное наблюдение и прокладка и использование САРП»; «Маневрирование и управление судном»; «Оператор ГМССБ».

В процессе обучения лоцманастажёры смогут изучить маневренные элементы судов, отработать методы швартовок, постановку на якорь и любые другие задачи, которые поставит лоцманская организация, а также подготовиться к сдаче

экзамена на лоцманское удостоверение.

Действующие лоцманы смогут:

- повысить квалификацию, усовершенствовать мастерство и методы проводок и швартовок крупнотоннажных судов и судов со сложными маневренными характеристиками;
- подготовиться к сдаче экзамена на повышение квалификационной категории.

Подготовка проводится на районах плавания, специфичных для каждой группы лоцманов.

Подготовка на тренажере мостика позволяет отрабатывать действия при любых ошибках (что невозможно в условиях реальной стажировки на судах), позволяет совершенствовать навыки принятия решений в сложных навигационных условиях, доводить до автоматизма наилучшие варианты действий, и др.

Используя возможности созданных лабораторий по разработке моделей районов плавания и психофизиологического тестирования МУТЦ может адаптировать учебные программы и упражнения к специфике конкретных районов плавания и портов по заказу лоцманских служб с учетом психологических особенностей проходящих обучение слушателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инновационная деятельность «ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова» направлена на повышение качества морского и речного образования при подготовке и переподготовке кадров для плавсостава и береговых служб Росморречфлота путем внедрения инновационных методик подготовки кадров; на расширение и обновление образовательных продуктов и услуг; проведение научных исследований фундаментального и прикладного характера для профильных предприятий и организаций с целью их последующей коммерциализации; привлечение преподавателей, докторантов, аспирантов, курсантов и студентов к работе над реальными коммерческими проектами в различных секторах отечественной эконо-

ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ СТАТЕЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

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 статье, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутоновые), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутоновых, 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, ученоє 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 629.5.081.4.002.72 **Ключевые слова:** «Адмиралтейские верфи», подводная лодка, специальный производственный комплекс

С.Н. Волков, И.М. Гаврилов. Создание специального комплекса под строительство подводных лодок нового поколения на ОАО «Адмиралтейские верфи»//Морской вестник. 2013. № 4. С. 7

О планах создания специального производственного комплекса в ОАО «Адмиралтейские верфи» для строительства подводных лодок нового поколения. Перечислены запланированные мероприятия и показан эффект от их реализации. Ил. 3. УДК 623.8.061.43 Ключевые слова: Международ-

ный военно-морской салон, итоги Итоги шестого Международного военно-морского салона 2013 г.// Морской вестник. 2013.№ 4.С.9 Информация пресс-службы ЗАО «Морской Са-

лон» об итогах успешно прошедшего в 2013 г. шестого МВМС. УДК 621.039.533.61 **Ключевые слова:** судно связи. спуск на воду

А.А. Дрогунова. Корабль связи нового поколения «Юрий Иванов»//Морской вестник. 2013. № 4. С. 11 Информация о церемонии спуска на воду голо-

вного судна связи «Юрий Иванов» пр. 18280, предназначенного для ВМФ РФ. Ил.4

Дана краткая биографическая справка о вицеадмирале Ю.В. Иванове, который десять лет руководил разведкой ВМФ. Ил. 3

УДК 629.12.01 **Ключевые слова**: КБ «Вымпел», проектирование, катер, ледокол, аврийно-спасательное судно, танкер

Д.А. Посадов. Р.М. Бегишев. Проекты КБ «Вымпел»: от Выборга до Большого Камня//Морской вестник. 2013. № 4. С. 15

Знакомит с проектными разработками КБ, реализация которых ведется по всей стране, от Выборга до Большого Камня на Дальнем Востоке. Среди них – проекты ледокола, противодиверсионного и водолазного катеров, специального опытового судна, морского буксира, танкера и др. Богатый опыт позволяет КБ добиваться успехов при разработке проектов судов и кораблей самого разного назначения и типов. Ил.2.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** СФ «Алмаз», юбилей, плавучий кран, сдача

ОАО «СФ «Алмаз»: юбилейный 2013-й год//Морской вестник. 2013. № 4. С. 17

Сообщение о закладке плавучего крана пр. 02690, которая состоялась в честь 80-летия ОАО «СФ «Алмаз». Ил. 2.

УДК 629.5.01 Ключевые слова: проектирование, сухогрузное судно смешанного «рекаморе» плавания, нефтеналивное судно смешанного «река-море» плавания, весовая нагрузка, водоизмещение порожнем, металлоемкость

А.Г. Егоров. Определение весовой нагрузки судов смешанного «река-море» плавания нового поколения в начальной стадии проектирования//Морской вестник. 2013. № 4. С. 19

Выполнен анализ весовой нагрузки современных сухогрузных и нефтеналивных судов смешанного «река-море» плавания нового поколения. Предложены зависимости, модули и измерители масс для постатейного расчета нагрузки проектируемого судна в первом приближении на начальной стадии проектирования.Т. 6. Библиогр. 7 назв.

УДК 621.645/644 **Ключевые слова:** титановые трубы, вальцовка

П.В. Наливкин, Е.А. Канарейкин. Вальцовка титановых труб из сплава ПТ-7 М//Морской вестник. 2013. № 4. С. 22

Выполнен анализ технологических трудностей вальцовки титановых труб при изготовлении теплообменника ОСПВ17 и рассмотрены методы решения возникающих при этом проблем. Ил. 4.

УДК 629.12.001.2 **Ключевые слова:** проектирование судов, оптимизация, скоростные паромы, моторные яхты, архитектура

Б.А. Царев, П.О. Сидоренко, А.Н. Чандаев. Сопоставление проектных характеристик скоростных паромов и больших моторных яхт//Морской вестник. 2013. № 4. С. 27

Рассмотрены особенности проектирования скоростных паромов и больших моторных яхт. Оптимизация проектных характеристик выполняется на уровне обоснования содержания задания и детального проектирования. Особое внимание уделено вопросам архитектуры и использованию результатов анализа базы данных.Т. 1. Ил. 8. Библиогр. 19 назя

УДК 621.833:629.5.083.5 **Ключевые сло- ва:** техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р), сервисное обслуживание, документация, детализация

Г.Н. Муру, Ю.И. Витенбергский. Некоторые вопросы системы технического обслуживания и ремонта кораблей ВМФ. В порядке обсуждения//Морской вестник. 2013. № 4. С. 33

Предложено обсудить на страницах журнала необходимую степень детализации государственного стандарта «Корабли и суда ВМФ. Система технического обслуживания и ремонта. Основные положения», разработка которого поручена ОАО «51 ЦКТИС». Особое внимание уделено основе документации для технического обслуживания и ремонта. Ил. 1. Билиогр. 5 назв.

УДК 623.827 (021) **Ключевые слова:** Арктика. Арктический регион, милитаризация, НАТО, военное присутствие

В.Н. Половинкин, А.Б. Фомичев. Проблемы милитаризации Арктического региона//Морской вестник. 2013. № 4. С. 35

Вслед за обоснованным превращением Арктики в важнейший регион мировой экологии, экономики и политики закономерно следует и его ускоренная милитаризация. Более того, борьба за ресурсы и уникальные транспортные возможности полярного региона превращают его в центральную геополитическую арену XXI в.Т. 1. Билиогр. 3 назв.

УДК 623.826 Ключевые слова: патрульный корабль, проектирование, системы автоматизированного проектирования, 3D-моделирование, обитаемость

Б.А. Лейкис, Д.Ю. Литинский. Передовые технологии и новации в проекте патрульного корабля океанской зоны//Морской вестник. 2013. № 4. С. 37

Рассмотрены основные технические решения, принятые в проекте патрульного корабля океанской зоны нового поколения, особенности использования САПР в процессе проектирования и строительства корабля, новые подходы к обеспечению обитаемости и повышению комфорта пребывания экипажа на борту корабля с учетом особенностей его службы. Ил. 5. УДК 629.12:532 Ключевые слова: экраноплан, суд-

12:532 Ключевые слова: экраноплан, судно на подводных крыльях, развитие, формула Павленко, число Фруда, пропульсивное качество

Л.В. Андрианов, М.Л. Мухина. Суда на подводных крыльях на переломном этапе своей истории//Морской вестник. 2013. № 4. С. 40

Выполнен сравнительный анализ судов на подводных крыльях, аэропланов, на воздушной подушке, в том числе скегового типа, с воздушной каверной и глиссирующих судов, их совершенства и преимуществ. Использованы показатели аэрогидродинамического качества, пропульсивный коэффициент и число Фруда.Т. 1. Ил. 3. Библиогр. 22 назв.

УДК 621.911.13 **Ключевые слова:** единая электроэнергетическая система, выбор, обоснование

К.Г. Голубев. Обоснование выбора единой электроэнергетической системы в качестве энергетического комплекса для современных судов//Морской вестник. 2013. № 4. С. 45

Поскольку в настоящее время методическая база по проектированию судов с полным электродвижением недостаточна, выполнен анализ обоснования выбора энергетического комплекса с единой электроэнергетической системой, рассмотрены компоновочные и структурные схемы. Ил. 2. Библиограф. 5 назв.

УДК 629.5 Ключевые слова: АЭУ, ЯЭУ, развитие,

А.А. Саркисов, биография В.Н. Половинкин. Потомству в пример. К 90-летию академика А.А. Саркисова//Морской вестник. 2013. № 4. С. 47

О жизненном пути выдающегося ученого, академика А.А. Саркисова, его уникальном вкладе в становление и развитие отечественной судовой и корабельной атомной энергетики, создании им научной школы по динамике и безопасности судовых ядерных энергетических установок. Особое внимание уделено творческой деятельности А.А. Саркисова, который, несмотря на свой возраст, продолжает плодотворно трудиться. Ил. 2. УДК 621.3 Ключевые слова: ОАО «Новая ЭРА»,

К 621.3 Ключевые слова: UAU «Новая ЭРА», автономный морской объект, электроэнергетическая система

М.П. Тихомиров, А.А. Неёлов. Особенности электроэнергетических систем автономных морских объектов для разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа на шельфе северных морей//Морской вестник. 2013. № 4. С. 51

Посвящена особенностям электроэнергетических систем для снабжения электроэнергией автономных морских объектов типа морских платформ. В ОАО «Новая ЭРА» с этой целью разработано несколько типов среднее и высоковольтных ячеек, ведется разработка главных и вспомогательных щитов напряжением 6 и 11 кВ в морском исполнении, совершенствуются средства автоматизированного цифрового управления ЭЭС на уровне ГРУ электростанций. УДК 623.8.001.2 Ключевые слова: математическая

от. 2 Мичевые слова: математическая модель, безотказность, маневренность, долговечность, безопасность, живучесть, экономичность, тепловая заметность, акустическое поле корабля

В.В. Барановский, А.Н. Кондратенко. Математическая модель оценки влияния деятельности обслуживающего персонала на основные по-казатели эффективности использования корабельной ЭУ//Морской вестник. 2013. № 4. С. 55

Предложена математическая модель оценки влияния деятельности обслуживающего персонала на показатели эффективности использования корабельной энергетической установки (КЭУ). Рассмотрено влияние деятельности персонала на безотказность, маневренность, долговечность, безопасность, живучесть КЭУ, экономичность, тепловую заметность и акустическое поле корабля. Библиогр. 3 назв.

УДК 621.3.053.2 Ключевые слова: единая электроэнергетическая система (ЕЭЭС), режим заземления нейтрали, высокое напряжение, проектирование, эксплуатация, электробезопасность

Г.С. Ясаков, Д.Б. Яковлев. Проблемы выбора режима заземления нейтрали в высоковольтных сетях единых электроэнергетических систем кораблей и судов ВМФ//Морской вестник. 2013. № 4. С. 57

Изложены проблемные вопросы обеспечения электропожаробезопасности корабельных и судовых высоковольтных электроэнергетических систем путём внедрения различных режимов нейтрали.



УДК 621.3/4 **Ключевые слова:** интегрированная мостиковая система, характеристика, состав

С.С. Коротков, А.М. Тихоненко. Инновационный подход к разработке интегрированных мостиковых систем//Морской вестник. 2013. № 4 С 61

Знакомит с интегрированной мостиковой системой, разработанной в ОАО «НПФ «Меридиан» для высокоскоростного морского пассажирского судна нового поколения на подводных крыльях «Комета-120 М» и отличающейся высокой насыщенностью радиоэлектронным оборудованием при малых массогабаритных показателях. Обозначены ее состав и перечислены задачи, решение которых возложено на эту систему, предназначенную для повышения качества и эффективного управления судном. Ил. 2. УДК 061.5:061.4:629.5 Ключевые сло-

УДК 061.5:061.4:629.5 Ключевые слова: интегрированная автоматизированная информационно-управляющая система, автоматизированное рабочее место командира корабля, унифицированные пультовые секции систем управления

В.В. Антипов, А.С. Баранникова. Итоги участия ОАО «Концерн «НПО «Аврора» в Международном военно-морском салоне//Морской вестник. 2013. № 4. С. 65

Подведены итоги участия ОАО «Концерн «НПО «Аврора» в шестом Международном военно-морском салоне. Рассмотрены новейшие достижения и разработки концерна, в частности, интегрированная автоматизированная информационно-управляющая система «Лама-И», автоматизированное рабочее место командира корабля, унифицированные пультовые секции систем управления и др. Ил. 3.

УДК. 656.6:623.8/9 **Ключевые слова:** система аврийно-предупредительной сигнализации «Manager 301M», проектирование

Е.В. Пименов. Новая система судовой аварийно-предупредительной сигнализации «Manager 301М»//Морской вестник. 2013. № 4. С. 69

За прошедшие годы был накоплен большой опыт в разработке систем автоматического управления оборудованием морских и речных судов, а также боевых кораблей. Рассмотрены новые подходы к проектированию системы аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) на примере системы «Мападег 301М» для танкера пр.52. Ил. 1.

УДК. 623.4.0Ž3 **Ключевые слова:** радиолокационный комплекс, преимущества, построение

Ю.Ф. Подоплекин, И.А. Ледовой, М.К. Чернов. Многофункциональный береговой радиолокационный комплекс//Морской вестник. 2013. № 4. С. 71

Создание нового поколения современных отечественных радиолокационных береговых комплексов необходимо для повышения навигационной безопасности плавания судов различного назначения при максимальной допустимой интенсивности движения, а также для информационного обеспечения во внутренних и морских территориальных водах. Это позволит снизить аварийность и предупредить загрязнение водной среды, а также повысить технико-эксплуатационную эффективность работы флота и портов. Ил. 1. Библиогр. 4 назв. УДК 656.2 Ключевые слова: подводный робот,

Ключевые слова: подводный робот, система управления движением, нейронная сеть, когнитивный образ, видеоданные

Ю.Л. Сиек, С.Ю. Сакович, М.В. Яковлева. Управление подводным роботом по видеоданным на основе нейросетевого подхода//Морской вестник. 2013. № 4. С. 73

Проанализирован нейросетевой подход к управлению подводным роботом с использованием видеоданных. Изложено структурное описание системы управления движением, использующей информацию от подсистемы технического зрения. Предложены принципы построения алгоритмов управления по видеоданным, основанные на искусственных нейронных сетях. Описан программный комплекс, реализующий нейросетевой подход и предназначенный для распознавания объектов на изображениях в режиме реального времени. Ил. 5. Библиогр. 10 назв.

времени. Ил. 5. Библиогр. 10 назв. УДК 627.77 **Ключевые слова:** ЭПРОН, система поиска и спасания, совершенствование

В.Н. Илюхин, П.В. Захаров. От ЭПРОНа до федеральной системы поиска и спасания на море

Российской Федерации. К 90-летию создания ЭПРОНа//Морской вестник. 2013. № 4. С. 77

На основе анализа этапов становления и тенденций развития ЭПРОНа, а затем и ведомственных аварийно-спасательных служб РФ сформулированы предложения по совершенствованию федеральной системы поисково-спасательного обеспечения морской деятельности страны. Ил. 9. Библиогр. 8 назв. УДК 629.12:532.0419075.8 Ключевые сло-

2:532.0419075.8 Ключевые слова: поврежденный корабль, динамический крен, волнение, ветер

П.А. Шауб, С.В. Московкина. Динамический крен поврежденного корабля на волнении при действии шквального ветра//Морской вестник. 2013. № 4. С. 84

Выведена система дифференциальных уравнений качки поврежденного корабля с учетом нелинейности диаграммы статической остойчивости, начального угла крена, затопленных отсеков III категории. Предложена расчетная методика для определения амплитуды бортовой качки поврежденного корабля на регулярном волнении, используемой в расчете скорости ветра, выдерживаемой поврежденным кораблем. Ил. 1. Библиогр. 3 назв. УДК 68151.015:519.9 Ключевые слова: модель суд-

на, акселерометр, система измерения Л.М. Клячко, Н.Н. Тарасов, Г.Э. Острецов. Использование акселерометров при идентификации параметров модели судна в режиме плавания//Морской вестник. 2013. № 4. С. 85

Предложен алгоритм идентификации параметров модели судна на основе использования акселерометров в системе измерения. Данный алгоритм позволяет в режиме малых маневров уточнять изменяющиеся в процессе плавания параметры математической модели движения судна. Ил. 8. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.124 **Ключевые слова:** транспортное судно, ледовое сопротивление, коэффициент общей полноты, битый лед

М.Ю. Сандаков, Б.П. Ионов. Исследование взаимодействия судов с большим коэффициентом общей полноты и битого льда//Морской вестник. № 4. С. 88

Предложено уравнение формы поверхности эллипсоида при ряде принятых граничных условий. Оно позволяет определять силы ледового сопротивления движению судна, имеющего большой коэффициент общей полноты корпуса, а также ледовую ходкость для плавающих сооружений с нестандартными обводами корпуса и рассчитывать буксировочные кривые для ледовых составов и караванов судов, движущихся в битом льду. Ил. 4. Библиогр. 4 назв.

УДК 629.12:629.561.5 **Ключевые слова:** крупнотоннажное арктическое судно, сценарий плавания во льдах, маневренность, влияние ледовых сжатий, пропульсивный комплекс

А.А. Штрек. Проектные вопросы маневренности и ходкости при ледовых сжатиях перспективных крупнотоннажных судов арктического плавания//Морской вестник. 2013. № 4. С. 90

Проанализированы результаты натурных и модельных испытаний маневренности во льдах крупнотоннажных судов с различными пропульсивными комплексами. Приведена методика расчетной оценки влияния сжатий на ледовую ходкость, при движении задним ходом судна, оборудованного винторулевыми колонками (ВРК). Показано, что применение ВРК в составе пропульсивного комплекса соответствующей мощности позволяет существенно повысить их маневренность во льдах, а также уменьшить степень воздействия сжатий на эксплуатационные ледовые скорости.Т. 3. Ил. 4. Библиогр. 8 назв. УЛК 519.67 Ключевые слова: тонкостенная короб-

Ключевые слова: тонкостенная коробчатая и корпусная конструкция, общий изгиб, волновой метод, последовательное нагружение

А.В. Напитухин. Метод последовательного нагружения пластин тонкостенных коробчатых балок и корпусных конструкций корабля при общем изгибе с использованием волнового метода//Морской вестник. 2013. № 4. С. 94

Данный метод последовательного нагружения позволяет правильно определять распределение напряжений в горизонтальных пластинах (по их ширине) коробчатых балок и в палубах корпуса корабля (сдвиговые задержки (shear lag) напряжений). Ил. 2. Библиогр. 9 назв. УДК 531

Ключевые слова: скаляр, вектор, диада, тензор, тензор напряжений, тензор инерции, осевой момент инерции, центробежные моменты инерции, напряжения на наклонных площадках, силы и моменты сил инерции, динамическая уравновешенность тензоров

ческая уравновешенность тензоров М.Е.Подольский. Тензорное исчисление. Элементарные трактовки и примеры практических приложений//Морской вестник. 2013. № 4. С. 97

Приведены элементарные трактовки основных понятий тензорного исчисления. Приведены примеры, иллюстрирующие простоту использования и эффективность применения тензорного аппарата для решения инженерных задач. Ил. 3. Библиогр. 8 назв.

УДК 82-94 **Ключевые слова:** алгоритм, закон, методика, минимальные знания, надёжность, объект, распределение, реализация, система, транспортная система, теоретическая часть, элемант

М.А. Александров, Д.А. Скороходов. Анализ методики и алгоритма оценки надежности объекта транспортной системы при произвольных законах распределения//Морской вестник. 2013 № 4. С. 100

Представлены методика и алгоритм оценки надёжности объекта транспортной системы при произвольных законах распределения составляющих его элементов, который предполагает реализацию его в инженерной практике при необходимости минимальных знаний теоретической части предлагаемого метода. Библиогр. 1 назв.

УДК 347.79 **Ключевые слова:** федеральный закон, государственное управление, морская деятельность, нормативный правовой акт

А.Ф. Зеньков, А.И. Исмаилов. Особенности формирования проекта федерального закона «О государственном управлении отечественной морской деятельностью»//Морской вестник. 2013. № 4. С. 103

Рассмотрены особенности формирования проекта нового нормативного правового акта в области государственного управления морской деятельностью в РФ. Раскрыта роль ГНИНГИ в его разработке. Библиогр. 8. назв.

УДК 629.5:621.8 **Ключевые слова:** большой противолодочный корабль, ГАК «Полином»

В.Е.Юхнин. Большие противолодочные корабли пр. 1155 и 11551 («Фрегат»)//Морской вестник. 2013. № 4. С. 109

Знакомит с историей создания большого противолодочного корабля (БПК) пр. 1155 и развития этого проекта, следствием чего стала постройка БПК «Маршал Шапошников» и «Адмирал Чабаненко». Ил. 3.

УДК 629.5:621.311.1 Ключевые слова: эскортный корабль, энергетическая установка, вооружение

В.С. Казённов. Энергетика современных эскортных кораблей: что нужно Российскому флоту?//Морской вестник. 2013. № 4. С. 111

Проанализированы проекты эсминцев, их особенности. Особое внимание уделено энергетическим установкам и боевым возможностям этих кораблей. Охарактеризованы возможности отечественного кораблестроения и прежде всего двигателестроения.Т. 3.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** Гангут, Петр I, морская победа

С.П. Сирый. Первое морское сражение при Гангуте//Морской Вестник. 2013. № 4. С. 119

Подробно рассказано о ходе судьбоносного морского сражения при Гангуте – первой победе России на море и роли Петра I. К 300-летию со дня срздания русского гребного флота и первой морской Гангутской битвы. Ил. 10.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** инновационная деятельность, водный транспорт, университет, методики

С.Г. Чулкин. Развитие инновационной деятельности в университете морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова//Морской вестник. 2013. № 4. С. 125

Рассмотрены проблемы инновационного развития вузов России, в том числе в подразделениях ГУМиРФ им. адм. С.О. Макарова. Подробно говорится о внедрении передовых методик подготовки и переподготовки и плавсостава и берегового состава подразделений водного транспорта.

S. N. Volkov, I. M. Gavrilov. The creation of a special complex for the construction of next-generation submarines in ISC «Admiralty Shipyards»

It is about plans to establish a special industrial complex in the Open Joint-Stock company «Admiralty Shipyards» in order to construct new-generation submarines. The scheduled events are listed and the effect of their realization is shown.

Totals of the sixth International Maritime Defence Show 2013

Information of the press office of CJSC «Morskoy Salon» about the results of the sixth INS, successfully held in 2013.

A.A. Drogunova. A new-generation communication ship «Yuriy Ivanov»

Information on the ceremony of Jaunching of the head communication ship «Yuriy Ivanov» project 18280, designed for the Navy of the Russian Federation.

D. A. Posadov, R. M. Begishev. Projects of the DB «Vympel»:

from Vyborg to the Big Stone
Introduces preliminary designs of the DO, the implementation of which is being developed throughout the country, from Vyborg to the Big Stone in the Far East. There are among them - projects of an icebreaker, anti-diversionary and diving boats, a special pilot vessel, a sea tug, a tanker, and others. Rich experience of the DO gives an opportunity to achieve successes in the development of projects of ships and vessels of different purposes and types.

JSC «SF «Almaz»: the anniversary year of 2013

It is a report on the floating crane proj. 02690 laying, which was held in honor of the 80th anniversary of JSC «Shipbuilding Firm «Almaz»

A.G. Yegorov. Determination of weight load of new-gen-

eration mixed river-sea-going ships in the initial design stage
The analysis of the weight load of new-generation modern
mixed river-sea-going dry-cargo ships and oil tankers was done here. The dependencies, modules, and meters of masses for the item weight calculation of a ship, being designed, to a first approximation in the initial design stage are offered. The structural analysis of metal intensity of hull constructions of the new-generation mixed river-sea-going ships and oil tankers was carried out

P.V. Nalivkin, E.A. Kanareykin. Flaring titanium pipes of

Technological difficulties of flaring titanium tubes while manufacturing heat exchanger OSPV17 are analysed and the methods of arising problems solvations are considered.

B. A. Tsarev, P.O. Sidorenko, A. N. Chandaev. Comparison of design features of high-speed ferries and large motor yachts

The peculiarities of design of high-speed ferries and large motor yachts are discussed. Optimization of the design characteristics is performed at the level of substantiation of the content of the job and detailed design. Special attention is paid to the issues of architecture and use of the results of the database analysis

G.N. Mooru, Yu.I. Vitenbergskiy. Some questions of the maintenance system and repairing of the Navy ships. As a matter for discussion

They propose to discuss on the pages of the magazine the necessary level of detail of the state standard «Ships and vessels of the Navy. System maintenance and repairing. Basic provisions», the development of which was entrusted to JSC «The 51 Central (Design)-Technological Institute of Ship repairing». Special attention is paid to the maintenance and repair documentation

V N. Polovinkin, A. B. Fomichev. Problems of militarization of the Arctic region

Accelerated militarization has naturally followed the reasonable transformation, when the Arctic became the most important region of the world environment, economics and politics. This is an objective reality. Moreover, the struggle for resources and unique transportation facilities of the polar region, is turning it into a Central geopolitical arena of the XXI century Today, the right to the Arctic is already regarded primarily from a position of strength.

B.A. Leykis, D. Yu. Litinsky. Advanced technologies and in-

novations in the draft of a ocean-going patrol vessel

They consider he main technical decisions, taken in the project of the next-generation ocean-going patrol vessel, especially the use of CAD in the design and construction of the ship, new approaches to providing habitability and improving the comfort of the crew on Board the ship, taking into account the peculiari-

L.V. Andrianov, M. L. Mukhina. Hydrofoils at a crucial point in their history

The fate of hydrofoil ships, airplanes, air-cushion crafts, including sidewall air-cushion vehicle, vessels with an air cavity and skimming boats, are discussed. For a comparative assessment of their perfection and benefits the indicators of an aerohydrodynamic quality, propulsion coefficient and Froude number were used. This enabled us to determine the existence

domain of vessels with dynamic principle of maintenance. K.G. Golubev. Substantiation of the choice of the unified power system as an energy complex for modern ships

Substantiation of the choice of energy complex in the initial design stages is quite important. As at present the methodological basis for the design of completely electric ships is insufficient, the analysis to justify the choice of the power complex

with the unified power system, is carried out and the layout and structural schemes are considered

V. N. Polovinkin. As an example to posterity. To the $90^{\rm th}$ anniversary of the academician A. A. Sarkisov

About the life of the outstanding scientist, academician A.A. Sarkisov, his unique contribution to the establishment and development of national marine and naval nuclear energy, creation of the scientific school on the dynamics and safety of ship nuclear power plants. Special attention is paid to his creative activity, human qualities, attracting students and colleagues of A.A. Sarkisov, who, despite his age, continues to work fruitfully.

M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov. Peculiarities of electrical power systems of the autonomous marine objects for development and exploitation of oil and gas fields on the shelf of the Northern seas

It is dedicated to the specifics of electric power systems to supply electricity to the autonomous marine objects of offshore platforms type. JSC «New ERA» developed for this purpose several types of medium - and high-voltage cells, they are working on the development of the main and auxiliary marine boards with voltage of 6 and 11 kV, they are improving means of auto-mated digital UPS control at the level of the GDD power plants.

V.V. Baranovsky, A. N. Kondratenko. Mathematical model for estimation of the influence of maintenance personnel activity on the basic indicators of the effectiveness of the marine Power Plants use

Mathematical model for estimation of the influence of maintenance personnel activity on the basic indicators of the effectiveness of the Marine Power Plants (MPP) use. The impact of the maintenance personnel activity on reliability, flexibility, durability, security, survivability of MPP, efficiency, thermal signature and acoustic field of the ship is discussed

G.S. Yasakov, D.B. Yakovlev. The problem of the neutral grounding selection mode in high-voltage networks of the unified electric power systems of ships and vessels of the

The problematic issues in provision of electric fire safety in the ship's high-voltage electric power systems by implementing various modes of neutral are represented.

S. S. Korotkov, A. M. Tikhonenko, Innovative approach to

the development of integrated bridge systems

They ntroduce the integrated bridge system, developed in JSC «Research and Production Company «Meridian» for a new generation high-speed passenger hydrofoil «Kometa-120M» and characterized by high saturation of the radio-electronic equipment at small mass-size parameters. They outline its composition and list the tasks that are assigned to this system, intended for improvement of quality and effective management of the vessel.

V.V. Antipov, A.S. Barannikova. Results of participation of JSC «Concern « Scientific and production Association «Avrora» in the International Maritime Defence Show

The results of participation of JSC «Concern « Scientific and production Association «Avrora» in the sixth International Maritime Defence Show are summed up. The latest achievements and developments of the Concern, in particular, integrated automated information-management system «Lama», the automated workplace of the commander, unified console sections management systems and others are discussed

E. V. Pimenov. The new system of the ship's warning protection system «Manager 301M»

Over the past years, an extensive experience in the development of systems for automatic control of the equipment of sea and river vessels and warships has been gained. New approaches to the design of the warning protection system (WPS) with an example of the system» Manager 301M» for the tanker proj.52.

Yu. F. Podoplekin, I.A. Ledovoy, M.K. Chernov. Multifunctional onshore radar complex

Creation of new generation of modern domestic onshore radar complexes is necessary to enhance the navigational safety of vessels of various purposes with the maximum allowable intensity of the movement, as well as for providing information for inland and marine waters. This will reduce accidents and prevent water pollution, and also increase technical and operational effectiveness of the fleet and ports work.

Yu. L. Siek, S. Yu. Sakovich, M. V. Yakovleva. Management of the underwater robot according to the video data on the basis of neural network approach

The neural network approach to the management of underwater robot with the use of video data is analyzed. A structural description of the motion control system that uses information from the subsystem of technical vision is discussed. Principles of construction of control algorithms for video data based on artificial neural networks are proposed. Description of the software complex, which implements a neural network approach and intended for recognition of objects on the pictures in real time is given.

V.N. Ilyukhin, P.V. Zakharov. From Expedition of Special Underwater Technologies (ESUT) to the Federal system of search and rescue at sea of the Russian Federation. To the 90th anniversary of ESUT

On the basis of the analysis of the formation stages and development trends of ESUT, and then departmental emergency services of the Russian Federation the proposals on amendment of the Federal system for search and rescue support of Maritime activities of the country are given.

P.A. Schaub, S.V. Moskovkina. Heel of damaged ship in waves under the action of strong wind

They have derived a system of differential equations of a damaged ship pitching with an account of nonlinearity chart of static stability, initial heel angle, flooded compartments of the category III.

On the basis of theoretical and experimental investigations a computational technique for the determination of the amplitude of the rolling motion of a damaged ship at regular sea, used in the calculation of wind speed, withstood by a damaged ship, is proposed.

L. M. Klyachko, N. N. Tarasov, G. E. Ostretsov. Using accelerometers when identifying the parameters of the model of the vessel in navigation mode

An algorithm for identification of the model parameters of the vessel on the basis of the use of accelerometers in the measurement system is proposed. This algorithm allows to clarify the changing during the navigation parameters of the

mathematical model of small maneuvers motion of the ship. M. Yu. Sandakov, B. P. Ionov. Research of the ship interaction with a large coefficient of common completeness and

They propose equation of surface form of an ellipsoid in a number of boundary conditions. It allows to determine the forces of ice resistance to the movement of the vessel, which has a high coefficient of completeness of the body and ice propulsion for floating constructions with non-standard forms of the housing and count towing curves for ice trains and caravans of ships moving in broken ice..

A.A. Shtrek. Design considerations for maneuverability and propulsion in ice compression of promising large-capacity arctic service vessels

They analyze the results of field and model tests of maneuverability fr the ice tonnage vessels with different propulsion complexes. They propose the methodology of estimating the impact of contractions on ice propulsion, allowing to take into account the effect of reducing the impact of compression when reversing vessel, equipped with a rudder propeller (RP). It is shown that application of promising Arctic large-capacity ships RP in the composition of the propulsion system of the corresponding power can significantly improve the level of agility in the ice and reduce the extent of the impact of the grips on operating the ice speed..

A.V. Napitukhin. The method of successive loading plates

of thin-walled box beams and ship hull structures at the general bending using wave method This method of successive loading allows to determine the

stress distribution in the horizontal plates (width) of box beams and the decks of the ship (shear delay (shear lag) stresses).

M. E. Podolsky. Tensor calculus. Elementary interpretation and examples of practical applications

The elementary interpretation of the basic concepts of tensor calculus are represented. Examples are given to illustrate the ease of use and efficiency of application of tensor apparatus for solving engineering problems.

M.A. Aleksandrov, D.A. Skorokhodov. Analysis of the technique and algorithm of estimation of the transport system reliability at arbitrary distribution laws

They give a he methodology and detailed algorithm of estimation of the transport system reliabilityat arbitrary laws of distribution of elements, which implements its realization in engineering practice with the need of minimal knowledge of the theoretical part of the proposed method.

A. F. Zenkov, A. I. Ismailov. Peculiarities of formation of the project of the Federal law «On the state management of the national Maritime activities»

The peculiarities of the formation of the project of a new legal instrument in the field of state management of Maritime activities in the Russian Federation are considered. The role of GNINGI, RF MoD State Research Institute for Navigation and Hydrography in its development is discussed.

V.E. Yuchnin. Large anti-submarine ships proj. 1155 and

11551 («Frigate»)
It acquaints with a history of creation of the large anti-submarine ship (LASS) progect 1155 and development of this project, which resulted in the construction of the LASS «Marshal Shaposhnikov» and «Admiral Chabanenko»

V.S. Kazennov. Power system of modern vessels: what is necessary to the Russian fleet?

Projects of destroyers, their features are analyzed. Special attention is paid to energy facilities and capabilities of such ships. Their characteristics are given. The abilities of Russian shipbuilding and first of all propulsion engineering are dis-

S. P. Siriy. The first naval battle of Gangut

The fateful naval battle of Gangut - the first Russian victory at sea and the role of Peter I is described in details. To the 300 anniversary of the Russian rowing fleet and first sea battle of

Gangut. S.G. Chulkin. Development of innovative activity at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland

Shipping

The problems of the innovative development of Russian

The basic directions of development schools are considered. The basic directions of development of innovation activity in the divisions of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping are shown. Implementation of advanced methods of training and retraining of seafarers and onshore staff subdivisions of water transport, as well as conducting research works are discussed in details.