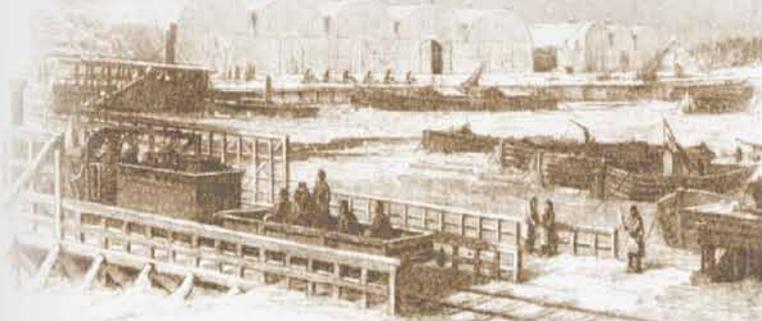


Морской Вестник

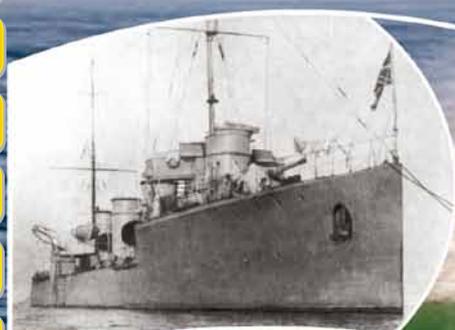


№3(43)
сентябрь
2012
ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



“Правление Общества Путиловского Завода имеет честь уведомить, что с 1-го Ноября 1912 года открыто действие Путиловской верфи, как Судостроительного завода Общества..”



100 лет
на службе Отечеству



**ОАО СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД
«СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»**

Морской Вестник



№3(43)
сентябрь
2012

Morskoy Vestnik

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Сопредседатели:

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

К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

С.О. Барышников, ректор СПбГУВК

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»

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

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

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

Е.В. Комраков, генеральный директор
ЗАО «РЕТ. Кронштадт»

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

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

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

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

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

С.Б. Курсин, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

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

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

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

В.А. Солонько, председатель Совета директоров
ЗАО «НПО «Севзапспецавтоматика»

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

Д.В. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

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

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

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

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

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

Г.Д. Филимонов, генеральный директор
ЗАО «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»

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

СОДЕРЖАНИЕ

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

<i>К 75-летию академика В.М. Пашина</i>	6
<i>В.М. Пашин. О военно-морских силах и военном кораблестроении XXI века</i>	8
<i>А.В. Шляхтенко. Достижения в области создания скоростных судов</i>	15
<i>«Алмаз» – только вперед!</i>	21
<i>Г.В. Егоров. Анализ опыта европейских речных круизов и его влияние на проектирование отечественных пассажирских судов нового поколения</i>	23
<i>В.Н. Половинкин, А.Б. Фомичев. Подготовка строительства кораблей ограниченной серии на «Северной верфи» и пути ее совершенствования</i>	29
<i>К 80-летию профессора Ю.Н. Кормилицина</i>	35
<i>С.В. Преснов. Обоснование требований к документации классификационного проекта с целью повышения уровня безопасности судна</i>	37
<i>Ю.И. Рабазов. Рецензия на статью проф. Г.В. Егорова «Предпосылки создания судов «Волго-Дон макс» класса с пониженным надводным габаритом»</i>	42
<i>Л.М. Клячко. Судостроение Италии: некоторые выводы после краткого знакомства</i>	43

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

<i>А.В. Рудницкий, В.С. Виноградов. Обеспечение надежности судовых систем и оборудования на этапах проектирования и эксплуатации с применением информационных технологий</i>	45
<i>А.В. Саушев. Построение целевой функции при поиске оптимального решения</i>	49
<i>Л.Г. Кузнецов, Ю.Л. Кузнецов. ОАО «Компрессор» – 135 лет на передовых рубежах</i>	55
<i>П.И. Иванов. «Новая ЭРА»: на волне прогресса</i>	61

РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

<i>Ю.Ф. Подоплекин, И.В. Симановский, В.В. Каманин, А.Г. Юрескул. Основные тенденции развития методов наземной обработки современных комплексов управления беспилотными летательными аппаратами морского базирования</i>	65
<i>Л.М. Клячко, Г.Э. Острецов. Управление движением судна с использованием заданных координат</i>	69
<i>К.Ю. Шилов, В.Н. Волобуев, А.Ф. Гаврилов, А.Б. Дымент. Основные аспекты создания интегрированных систем боевого управления перспективных НАПЛ для зарубежного заказчика</i>	71
<i>К 60-летию К.Ю. Шилова</i>	75
<i>А.О. Попко. Система мониторинга внутренних водных путей: комплексный подход к безопасности</i>	78



ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- В.А. Соловьяко, В.А. Колесник, А.В. Третьяков.** Аппаратурная реализация прогноза изменения состояния контролируемой системы на основе статистически устойчивых методов обработки информации, поступающей от контрольно-измерительного комплекса 81

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

- А.С. Селиверстов.** Помехоустойчивость приемников спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS 86

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

- А.В. Сверчков.** Модельные испытания катеров и моторных яхт 88
- А.В. Садков.** Моделирование динамики водоизмещающего речного судна, неустойчивого на курсе 94
- Т.Е. Маликова, Н.М. Аносов.** Математическая модель исследования динамики системы «судно – укрупненная грузовая единица – штабель пиломатериала» 97
- В.С. Кудишкин.** Спектральный метод исследования упругих колебаний корпуса судна во льдах с учетом внешнего трения 99

БИЗНЕС И ПРАВО

- А.А. Буторин, Ю.А. Курилов.** Использование участниками строительства и послепродажного обслуживания продукции судостроения технологий информационного взаимодействия 104
- В.Н. Череватенко.** Опыт применения многомерного метода при сегментировании рынка судовой трубопроводной арматуры 109
- М.С. Труб, А.Б. Карташев.** Сравнительные инвестиционные показатели плавучих атомных и дизельных теплоэлектростанций 113

МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- В.В. Романовский, О.А. Зубин.** Требования Международной конвенции ПДМНВ (STCW) к судовым электромеханикам 116
- Памяти товарища 117

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

- ОАО «СЗ «Северная верфь»: на пути к столетнему юбилею 119
- В.П. Щеголихин.** 80 лет на службе военно-морскому флоту 122
- С.П. Сырый.** Шестнадцатый морской министр императорского флота России адмирал И.М. Диков 125

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

- Историческая хроника Российского ВМФ 129

Главный редактор

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

Редакционная коллегия

К.Г. Абрамян, д-р техн. наук, проф.
Ю.В. Баглюк, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
Ю.В. Варганов, канд. истор. наук, доцент
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
Ю.Н. Кормилицин, д-р техн. наук, проф.
А.И. Короткин, д-р техн. наук, проф.
С.И. Логачёв, д-р техн. наук, проф.
П.И. Малеев, д-р техн. наук
Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.
В.С. Никитин, д-р техн. наук, проф.
В.Г. Никифоров, д-р техн. наук, проф.
Ю.Ф. Подоплёкин, д-р техн. наук, проф., акад. РАН
В.И. Поляков, д-р техн. наук, проф.
Л.А. Промыслов, канд. техн. наук
Ю.Д. Пряжин, д-р истор. наук, проф.
А.В. Пустошный, чл.-корр. РАН
К.В. Рождественский, д-р техн. наук, проф.
А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.
Ю.Ф. Тарасюк, д-р техн. наук, проф.
В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф.
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.com

Редактор

Т.И. Ильичёва
Дизайн, верстка
С.А. Кириллов

Адрес редакции

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

Учредитель-издатель

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

Электронные версии журналов 2006–

2011 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

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

Подписка на журнал «Морской вестник»

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

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».

Тираж 1000 экз. Заказ № 1899.

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

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:

S.O. Baryshnikov, Rector SPbSUWC

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

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

A.A. Kopanev, General Director,

JSC SPF Meridian

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

S.B. Kursin, General Director JSC SRNHI

A.V. Kuznetsov, General Director JSC Armalit-1

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

A.P. Matlakh, General Director

JSC SPA Poliarnaya Zvezda

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St. Petersburg Marine Assembly

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

Y.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

D.V. Suslov, Director JSC CRISM

G.V. Taritsa, General Director JSC PDB Petrobalt

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

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

V.E. Yukhnin, General Designer

JSC Severnoye Design Bureau

CONTENTS

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

<i>On the occasion of 75th anniversary of the birth of academician Pashin V.M.</i>	6
<i>Pashin V.M. About the Naval Establishment and naval shipbuilding of the XXI century</i>	8
<i>Shlyakhtenko A.V. Advances in the field of high-speed vessels</i>	15
<i>«Almaz» – never look back!</i>	21
<i>Egorov G.V. Analysis of the experience of European river cruises and its impact on the design of domestic passenger ships of new generation.....</i>	23
<i>Polovinkin V.N., Fomichev A.B. Preparation for construction of ships within the limited series of «Northern shipyard» and ways of its improvement</i>	29
<i>On the occasion of 80th anniversary of the birth of professor Kormilitsyn Y.N.</i>	35
<i>Presnov S.V. Justification of the requirements to classification project documentation to improve ship's safety</i>	37
<i>Rabazov Y.I. The reviewer of the article «Background of building “Volga-Don max” class ships with a low air draft» of Professor Egorov G.V.</i>	42
<i>Klyachko L.M. Italic shipbuilding: some conclusions after a brief acquaintance</i>	43

POWER PLANTS AND MARINE EQUIPMENT

<i>Rudnitskiy A.V., Vinogradov V.S. Ensuring the reliability of ship systems and equipment during the stages of design and operation using the informational technologies</i>	45
<i>Saushev A.V. Construction of the target function for finding the optimal solution.....</i>	49
<i>Kuznetsov L.G., Kuznetsov Y.L. JSC «Compressor» – 135 years at the forefront....</i>	55
<i>Ivanov P.I. «New ERA»: in the wave of progress.....</i>	61

RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

<i>Podoplekin Y.F., Simanovskiy I.V., Kamanin V.V., Yureskul A.G. Major development trends of ground tests methods modern systems of control of sea-based remotely piloted vehicles.....</i>	65
<i>Klyachko L.M., Ostretsov G.E. Control of the vessel using the specified coordinates</i>	69
<i>Shilov K.Y., Volobuev V.N., Gavrilov A.F., Dymant A.B. The main aspects of the creation of integrated combat control systems perspective for non-nuclear submarines for foreign clients.....</i>	71
<i>On the occasion of 60th anniversary of the birth of Shilov K.Y.</i>	75
<i>Popko A.O. The monitoring system of inland waterways: comprehensive approach to security</i>	78



INDUSTRIAL SAFETY

- Solon'ko V.A., Kolesnik V.A., Tretyakov A.V. Instrumental realization of the forecasted change in the state of controlled system based on statistically stable methods for handling information provided by control and measurement system..... 81*

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

- Seliverstov A.S. Noise immunity of receivers of GLONASS and GPS satellite navigation systems 86*

MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

- Svertchkov A.V. Model tests of boats and motor yachts 88*
Sadkov A.V. Modeling the dynamics of displacement river boat which is course-unstable94
Malikova T.E., Anosov N.M. Mathematical model of study of the dynamics of the system: «ship–unit load device–pile of lumber»..... 97
Kudishkin V.S. Spectral method for the study of elastic vibrations of the hull on the ice with the external friction 99

BUSINESS AND LAW

- Butorin A.A., Kurilov Y.A. Usage of technologies of information exchange by the participants of the building and after-sales service of shipbuilding products 104*
Cherevatenko V.N. Experience of using multivariate method in segmenting the marine pipe-line accessories market 109
Trub M.S., Kartashev A.B. Comparative investment performance of floating nuclear and diesel power stations 113

MARINE EDUCATION

- Romanovskiy V.V., Zubin O.A. Requirements of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for ship electrical officers 116*
In the memory of the friend..... 117

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

- OJSC «North-West «Northern shipyard» («SZ «Severnaya Verf»): on the way to the centennial..... 119*
Schegolikhin V.P. 80 years in the service of the Navy 122
Sirij S.P. The sixteenth Marine Minister of the Imperial Russian Navy Admiral Dickov I.M. 125

AT THE BOOKSHELF

- Historical events of the Russian Navy 129*

Editor-in-Chief

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

Editorial Collegium

K.G. Abramyan, D. Sc., Prof.
Y.V. Baglyuk, Ph. D.
V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.
V.N. Glebov, Ph. D.
E.A. Gorin, D. Sc.
E.V. Igoshin, Ph. D.
B.P. Ionov, D. Sc.
Y.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.
A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.
S.I. Logachev, D. Sc., Prof.
P.I. Maleev, D. Sc.
Y.I. Nechaev, D. Sc., Prof.
V.S. Nikitin, D. Sc., Prof.
V.G. Nikiforov, D. Sc., Prof.
Y.F. Podoplekin, D. Sc., Prof., member of the Academy of Rocket and Artillery of Sciences of Russia
V.I. Polyakov, D. Sc., Prof.

L.A. Promyslov, Ph. D.

Y.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.

A.V. Pustoshny, corresponding member of the Academy of Sciences of Russia

K.V. Rozhdestvensky, D. Sc., Prof.

A.A. Rusetzky, D. Sc., Prof.

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

Y.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof.

B.A. Tzarev, D. Sc., Prof.

Y.V. Varganov, Ph. D.

Editorial staff

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

Editor

T.I. Ilyichiova

Design, imposition

S.A. Kirillov

Editorial office

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,

190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press,

TV and Radio Broadcasting and Means of Mass

Communications, Registration Certificate

ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,

190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2011

are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya

biblioteka" www.elibrary.ru and are also included to the

Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy

Vestnik magazine is entered on the list of the leading

scientific magazines and editions published in the

Russian Federation where basic scientific outcomes of

doctoral dissertations shall be published.

http://vak.ed.gov.ru

You can subscribe to the Morskoy Vestnik magazine

using the catalogue of "Rospechat" agency (subscription

index 36093) or directly at the editor's office via the

Morvest Publishing House.

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

Circulation 1000. Order № 1899.

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.

25 июля исполнилось 75 лет выдающемуся ученому-кораблестроителю академику Валентину Михайловичу Пашину.

Родился он в р. п. Алексеевка Хвалынского района Саратовской области. В 1954 г. окончил Алексеевскую среднюю школу. После окончания в 1960 г. Ленинградского кораблестроительного института (ЛКИ) пришел в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, где последовательно работал на всех инженерных и исследовательских должностях. Последние двадцать два года В.М. Пашин возглавляет институт. Будучи талантливым специалистом, он быстро шел по научной стезе, разрабатывая новое в проектировании судов направление, связанное с применением современных методов оптимизации элементов и характеристик кораблей и судов на базе использования математических методов и компьютерных технологий. В 1964 г. защищает кандидатскую диссертацию, в 1977 г. – докторскую, в 1981 г. становится профессором на кафедре «Проектирование судов» ЛКИ. В 1991 г. избирается членом-корреспондентом, а в 1997 г. – действительным членом (академиком) Российской академии наук.

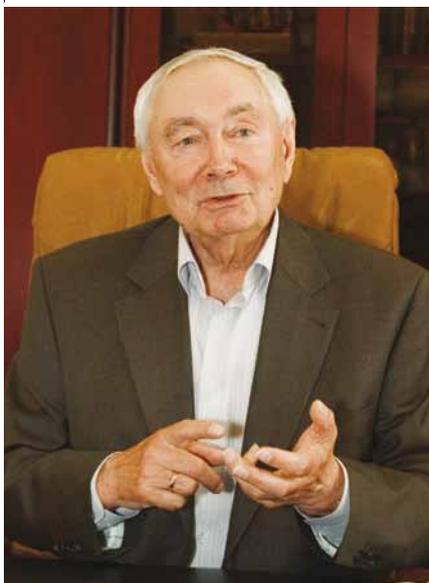
С конца 70-х гг. Валентин Михайлович начал активно заниматься проблемами военного кораблестроения. В эти годы он лично и руководимые им коллективы участвовали в разработке фундаментальных основ современного кораблестроения, позволивших реализовать проекты надводных кораблей и подводных лодок, многие из которых не уступают, а в ряде случаев и превосходят лучшие зарубежные аналоги. В частности, были решены вопросы прочности и ресурса корпусов подводных лодок и глубоководных аппаратов с глубинами погружения до 1000 и 6000 м, созданы малошумные гребные винты, обеспечен паритет отечественных ПЛ по акустическим характеристикам зарубежным.

По инициативе и при непосредственном творческом участии В. М. Пашина решены многие сложнейшие практические проблемы и задачи, поставленные правительством в государственных программах «Градиент» (прочность ПЛ и ГА), «Океан» (обводы и движители), «Защита» (акустические проблемы ПЛ), «Российские верфи» (совершенствование гражданского флота и судостроительной промышленности), «Шельф» (проблемы создания ледостойких морских платформ для разработки нефтегазовых месторождений на замерзающем морском шельфе Севера и Дальнего Востока России), «Мировой океан» (проблемы расширения морской деятельности России в Мировом океане) и др.

Валентин Михайлович неоднократно участвовал в испытаниях подводных лодок и надводных кораблей, возглавляя

К 75-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА В.М. ПАШИНА

ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова»,
контакт. тел. (812) 726 4581



комиссии по сдаче заказчику головных кораблей и подводных лодок. Был научным руководителем проекта исследовательской подводной лодки, предназначенной для изучения управляемости, ходкости, акустической скрытности при введении в пограничный слой полимерных добавок.

В 2001–2002 гг. В.М. Пашин руководил работами института по компьютерно-физическому моделированию всех этапов подъема ПЛ «Курск» и подготовке практических рекомендаций по доработке технических средств, принимал непосредственное участие в проведении операции подъема.

За заслуги в создании атомных подводных лодок и проведении их натурных испытаний в 1994 г. Валентин Михайлович был удостоен звания Героя РФ.

Заметный вклад внес В.М. Пашин и в развитие самого ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. Он стал одним из пионеров применения компьютерной техники и экспериментальных средств основных гидродинамических лабораторий, значительно увеличивающих возможности модельного эксперимента.

Возглавив институт в сложное время экономических преобразований, В.М. Пашин внес существенный вклад в развитие и адаптацию ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова к новым условиям. Под его руководством институт стал мощным современным научно-техническим Центром отечественного судостроения, способным выполнять весь цикл исследований и работ по проектированию новых кораблей, судов и другой сложной морской техники, вести фундаменталь-

ные и прикладные исследования по развитию всех разделов кораблестроительной науки.

Официальный статус государственного научного центра институт получил в 1994 г. В 1999 г. к ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова были присоединены ЦКБ «Балтсудопроект» и ЦНИИ «Лот». Сегодня институт является коллективным членом наиболее авторитетных международных организаций в области судостроения. Основу портфеля его заказов составляют контракты и договоры по гражданской и военной тематике с отечественными и иностранными заказчиками. Итогом работы института на внешнем рынке стали более 600 контрактов, выполненных за последнее десятилетие с фирмами Великобритании, Германии, Италии, Канады, Китая, Норвегии, Республики Корея, США, Франции и других стран.

В.М. Пашин является основоположником и главой признанной научным сообществом школы, разрабатывающей методы проектирования больших и сложных человеко-машинных систем, обеспечивающих оптимизацию технических и организационных решений, принимаемых при их создании и эксплуатации в условиях многочисленных ограничений и неопределенностей. В ее составе – великолепные ученые-корабелы, талантливые проектанты и организаторы научных исследований. В ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете.

Им опубликовано большое количество научных работ, в том числе ряд монографий, он соавтор учебника по теории проектирования судов.

В.М. Пашин в 1998 г. удостоен звания лауреата премии имени А.Н. Крылова РАН (в соавторстве с академиком Л.И. Седовым и профессором О.П. Орловым). В 2000 г. признан человеком года в номинации «Военно-промышленный комплекс». В 2003 г. за создание комплекса испытательных средств глубоководной техники и проведение исследований в обеспечение разработки и постройки подводных технических средств специального назначения присуждена Государственная премия РФ в области науки и техники, в 2009 г. – премия имени А.Н. Крылова правительства Санкт-Петербурга.

С 2010 г. он – полноправный член Европейского клуба менеджеров (ЕМС); ему вручен сертификат «Бизнесмен года» за профессиональное и эффективное управ-

ление предприятием, признанного лидером экономики РФ. В 2011 г. занесен в Книгу почета Союза НИО (Международный союз научных и инженерных общественных объединений); награжден дипломом Всероссийского профессионального конкурса «Элита судостроительной промышленности России».

В.М. Пашин вел большую общественно-организационную работу. Он – член Президентского Совета по научно-технической политике (1995–1997 гг.); член Совета при Президенте РФ по науке, технологиям и образованию (2004–2008 гг.); член Научно-технического совета при Совете Безопасности РФ; член и руководитель секции МСОН научно-технического совета Военно-промышленной комиссии; председатель экспертных советов по стипендиям Президента РФ работникам предприятий ОПК; заместитель председателя научно-экспертного совета Морской коллегии РФ; член Президиума РАН; председатель ряда диссертационных советов; член консультативного совета Международной организации опытовых бассейнов; действительный член Института морских инженеров (Великобритания); действительный член Европейского инженерного совета с правами международного эксперта проектов.

Имеет знаки отличия зарубежных научно-технических обществ и институтов.

В адрес юбиляра поступили поздравительные телеграммы от Президента РФ В.В. Путина, Председателя правительства Д.А. Медведева и Председателя Совета Федерации В.И. Матвиенко.

Губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко награждает В.М. Пашина высшей наградой города – знаком «За заслуги перед Санкт-Петербургом».

Из многочисленных поздравлений государственных учреждений, предприятий и общественных организаций приводим обращение академика И.В. Горынина, президента ЦНИИ «КМ «Прометей»:

«Дорогой Валентин Михайлович!

Наше знакомство, переросшее потом в дружбу, началось, как я полагаю, во время сотрудничества наших институтов, в которых мы работали, потом длительное время возглавляли, а затем освободились. Это в том случае, если считать научное руководство формой отдыха.

Немного истории. Насколько помню, отношения между институтами были не совсем безоблачны. В начале 50-х (естественно, не этого века) возникла очень непростая проблема, связанная с пере-

ходом от клепки к сварному кораблестроению. В те времена, не знаю, по какой причине, оба наши уважаемые учреждения занялись разработкой корпусных материалов. Мы по обязанности (уставу), а вы, видимо, для проверки правильности наших подходов. Увлечись этим творческим процессом, обе организации (в компании с еще многими заводами и институтами) попали в очень тяжелую ситуацию, разборка которой происходила на самом высоком уровне.

Здесь, безусловно, отличился Ваш предшественник Виктор Иванович Першин, который на вопрос главного начальника страны, в чем причина появления трещин на строящихся крейсерах проекта 68-бис, ответил: «Не знаем, товарищ Сталин». В.И. Першин буквально спас многих людей, так как последовал ответ: «За незнание мы не наказываем».

Созданию нормальных взаимоотношений способствовали очень уважаемые люди – В.Ф. Безукладов и А.А. Крошкин от ЦНИИ-45 и ЦНИИ-48 соответственно.

Результаты: на многие десятилетия установились взаимоприемлемые творческие отношения по широкому кругу вопросов. Лаборатории, занимающиеся разработкой материалов, были переведены в наш институт – КМ «Прометей».

Наши организации часто имели различные мнения на происходящие события, и это очень сильно помогало делу. Вспоминается такое грандиозное разрушение на СМП – большой док-камеры. Ваш институт, тогда во главе с Г.А. Матвеевым, определил причиной этого разрушения некачественную сварку и малую эффективность методов контроля. Наша же позиция была в том, что конструкция камеры была неудачной, и впоследствии это было доказано при испытании имитирующих док-камеру моделей.

Думаю, что на этом этапе мы и познакомились с Вами, а затем и подружились, несмотря на разницу в возрасте. У нас обнаружилось много общего. И Валентин Михайлович, и я практически в одном и том же для себя возрасте стали директорами институтов. Аналогично произошло и с избранием в Академию наук. Каждый из нас связал свою деятельность только с одним институтом. При этом нам обоим пришлось пережить трудные времена перестройки 90-х, не допустить краха наших институтов, провести их коренную реорганизацию.

Наши коллективы и сейчас тесно сотрудничают практически во всех областях гражданского и военного судостроения, в освоении Арктического шельфа и ряде других направлений.

ЦНИИ им. А.Н. Крылова является головной организацией в области судостроения, и мы это ощущаем, обращаясь к ведущим специалистам ряда отделений института. Облик будущих корабельных конструкций, условия их эксплуатации, другие исходные данные очень важны для специалистов-материаловедов, приступающих к созданию материалов, приемлемых для этих условий.

Среди многих дел Валентина Михайловича хочу выделить одно очень важное – разработку федеральной целевой программы развития гражданского судостроения «Развитие гражданской морской техники». Как я понимаю, на него наш дорогой юбиляр потратил огромную кучу физических и интеллектуальных сил. В наше время это просто большой человеческий подвиг. Выполнение этой программы, безусловно, дает дополнительный импульс развитию отрасли. Очень важно, что программа обеспечена устойчивым финансированием.

Связывает нас с Валентином Михайловичем и научно-техническая деятельность. В 1992 г. он любезно согласился сменить меня на посту президента НТО судостроения им. акад. А.Н. Крылова, который я занимал пять лет. Он успешно им руководил девять лет до 2001 г.

Наши контакты имеют место и по академической линии. В Санкт-Петербургском научном центре РАН В.М. Пашин возглавляет Научный совет по проблеме «Прикладная механика и машиностроение». Совет входит в состав Объединенного совета по проблемам материаловедения и прочности, председателем которого я являюсь. Грешно не воспользоваться случаем и не напомнить, что в январе 2013 г. в нашем научном центре РАН состоится отчет о работе этого совета, в программу которого включен и доклад Валентина Михайловича.

В последние годы, после того как я, говорю искренне, с удовольствием сложил с себя полномочия генерального директора, мне не раз доводилось уговаривать Валентина Михайловича последовать моему примеру – сбросить груз финансово-организационной работы, оставив за собой научное руководство институтом. Полагаю, что и мои доводы были как-то учтены им, когда он принимал именно такое решение.

Возвратившись в свой старый директорский кабинет, который стал кабинетом научного руководителя Крыловского центра, у Валентина Михайловича, я уверен, открылось новое дыхание, которое позволит вести большую творческую работу на благо и отрасли, и своего родного коллектива.

Крепкого тебе здоровья. И, насколько время нам позволит, личных контактов».

Редсовет, редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» поздравляют Валентина Михайловича с юбилеем и желают ему здоровья и дальнейшей плодотворной работы по развитию отечественного судостроения.

Публикации последних лет позволяют обобщить прогнозные оценки и проанализировать важнейшие тенденции современности. Выбрав указанную тему, ограничимся, по понятным соображениям, рассмотрением материалов о зарубежных ВМС и кораблестроении.

Военная сила была и остается одним из инструментов, используемых для достижения геополитических целей во взаимоотношениях государств. Стала острой проблема силового конфликта в связи с международным терроризмом. Появляются новые концепции международного права, основанные на силе. Одновременно можно наблюдать два процесса революционного характера:

- появление новых технологий, ставших фундаментом военно-технической революции, основной тенденцией которой является освоение космического и информационного пространств, а также расширяющееся применение роботизированных боевых систем;

- новые тенденции в военной стратегии, главная из которых – это приоритет эффективности взаимодействия над техническим совершенством, замещение массовости скоростью и эффективностью (скорость реагирования, развертывания, перемещения, оптимизация состава сил и др.).

Революционные сдвиги в оценке роли и развитии военной силы характерны и для ее морской составляющей.

Говорить о новых тенденциях в создании военно-морской техники нельзя в отрыве от баланса сил и радикальной трансформации в XXI в. интересов субъектов мирового сообщества с одной стороны и научно-технического прогресса науки и перспективных технологий с другой. Попытки понять, что тут первично и что вторично, тщетны. Вывод очевиден: движение от тенденций к новой технике и следование новой техники за тенденциями – процессы встречно-параллельные. Непрерывное внедрение новых технологий на протяжении всего жизненного цикла кораблей стимулируется постоянным прогнозированием будущих боевых действий флота.

Современный военно-морской флот – наиболее эффективный инструмент внешней политики, ее «длинная рука». Его облик тесно связан с коренными изменениями международной обстановки – возрастанием экономической и военно-стратегической роли Мирового океана в развитии практически всех государств. Население нашей планеты и ее экономический потенциал сосредоточены вдоль материковой береговой линии: 25% – в 50-километровой полосе, 50% – в 100-километровой, а 75% – в 500-километровой. То есть мы – цивилизация «прибрежная». Необратимые мировые процессы последних десятилетий дают уверенность в недопущении развязывания новой мировой войны. Однако с локальными конфликтами все наоборот. Их причинами являются этнические и религиозные противоборства, территориальные споры по поводу доступа к прибрежным ресурсам, насильственное изменение режимов в отдельных странах и пр. Именно локальные конфликты станут источником основных угроз миру в будущем. При этом они будут перемещаться с «глубокой воды» на прибрежное мелководье.

Основным предназначением военно-морских сил останется защита интересов государств. Большая «военно-морская двадцатка» обладает почти 1000 кораблей суммарным тоннажем более 8 млн. т (табл. 1). Восемнадцать стран «двадцатки» – это США и их союзники. Они имеют на море абсолютное превосходство. В его основе лежит мощь ВМС США – это примерно 40% тоннажа. По выражению Рузвельта, «стоимость флота есть та страховка, которую государство уплачивает за обеспечение безопасности своих ценностей».

О ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛАХ И ВОЕННОМ КОРАБЛЕСТРОЕНИИ XXI ВЕКА*

В.М. Пауин, академик РАН, научный руководитель – зам. генерального директора ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова», контакт. тел. (812) 386 6727

Таблица 1

БОЛЬШАЯ «ВОЕННО-МОРСКАЯ ДВАДЦАТКА» Σ тоннаж ВМС каждого государства > 50 тыс. т	
Россия • Китай • Япония • Великобритания • Франция Индия • Тайвань • Италия • Индонезия • Испания Южная Корея • Бразилия • Турция • Австралия Греция • Германия • Нидерланды • Перу • Сингапур	
Совокупный тоннаж ВМФ мира	~8,5 млн т
Расходы мира на ВМС	~210 млрд \$/год
США	3,1 млн т
Союзники США (17 стран из 20)	4,2 млн т
Россия+Китай	1,2 млн т

В XXI в. интересы государств существенно трансформируются. Соответственно перед ВМС возникают нетрадиционные задачи. В их числе называют охрану рыболовства, защиту от пиратства, борьбу с контрабандой, оказание помощи при стихийных бедствиях, борьбу с транспортировкой ядерных материалов и др. В числе небоевых задач некоторыми специалистами называются информационная война и радиоразведка, оказание военной помощи и противодействие беспорядкам, государственным переворотам и восстаниям. Считается, что небоевые действия будут занимать основную часть времени нахождения ВМС в море. Тем не менее важнейшей задачей остаются боевые действия.

Какие же главные стратегические тенденции можно наблюдать в развитии ВМС и военном кораблестроении, исходя из анализа зарубежных публикаций?

1. Глобализация и изменения на карте мира повлекли за собой изменение направлений морской деятельности и облика морской техники. В настоящее время по замыслу американских стратегов (документ «Четырехлетний обзор оборонной стратегии» QDR-2010) США отказываются от 25-летней стратегии о готовности одновременного ведения двух войн. Они декларируют готовность к многочисленным разнохарактерным конфликтам и «к противостоянию намного более широкому спектру угроз безопасности». Новая стратегическая концепция развития ВМС США «Морская мощь 21» предусматривает распределенную по просторам Мирового океана единую сеть систем обнаружения, боевых систем и десантных сил. Авторы считают, что господство ВМС в прибрежных водах и в открытом океане обеспечит защиту как территории самих США, так и зон их «национальных интересов». Экспедиционные силы немедленного реагирования и быстрого развертывания «должны обеспечить беспрецедентную эффективность по защите друзей и наказанию врагов».

Заметным фактором стало усиление морской активности стран Азиатско-Тихоокеанского региона с появлением в этом регионе новых игроков высокого ранга.

Независимую политику проводят Китай и Индия. Согласно концепции Китая, к 2050 г. предполагается создать мощный океанический флот, способный решать поставленные задачи в

* Сокращенный вариант доклада, сделанного на Всемирной морской технологической конференции 2012 г. (WMTC-2012)

любом районе Мирового океана. Претендуя на роль лидера в бассейне Индийского океана, Индия создает мощный флот с авианосными силами, АПЛ и НАПЛ, десантными кораблями и морской авиацией. Аналогичную задачу в Южной Америке намерены решать ВМС Бразилии.

2. Мощь ВМС проецируется не только на воду и сушу, но и на космическое пространство. Флот, вооруженный высокоточными крылатыми ракетами с обычной боевой частью и с дальностью полета 1000 км, получает возможность контролировать 75 % мирового промышленного потенциала и практически все столицы (табл. 2). То есть стратегическое сдерживание даже без применения ядерного оружия приобретает постепенно реальные очертания. В связи с этим некоторые эксперты, определяя характер будущих боевых действий, отмечают существенное уменьшение значимости обладания ядерным оружием.

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ И МИРОВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА			
Удаление от береговой линии	50 км	100 км	500 км
Население	25 %	50 %	75 %
Промышленно-экономический потенциал	22 %	33 %	75 %

3. В последние четверть века наблюдается тенденция резкого роста боевых возможностей надводных кораблей. Традиционно они используются для охраны авианосцев, десантных кораблей, гражданских судов от действий авиации, ПЛ, малых ракетных кораблей. Новые системы оружия – ЗРК и ракетные комплексы с установками вертикального пуска ракет – сделали возможным осуществление ПВО и ПРО надводными кораблями. Кроме того, ракетные комплексы типа «Tomahawk» позволяют современному поколению надводных кораблей уничтожать объекты и обеспечивать боевые действия морской пехоты и войск в глубине обороны противника. Своеобразна в этом отношении точка зрения командования ВМС США: «С распадом Советского Союза и прекращением деятельности советского ВМФ в открытом океане исчезла главная угроза для ВМС США. В результате командование ВМС сосредоточило свое внимание на наземных регионах, действиях в густонаселенных районах мира и преодолении противодействия доступу кораблей ВМС США и выполнению задач в прибрежных районах в пределах зон досягаемости оружия потенциального противника».

Для снижения риска поражения крупных кораблей и усиления их боевой эффективности начато создание кораблей нового поколения специально для действия в прибрежных районах. Эти корабли получили название «Littoral Combat Ship» (LCS). LCS разработаны и строятся с целью создания благоприятной оперативной обстановки для ударных соединений флота и сил вторжения, т.е. обеспечения ПЛО, ПВО, ПМО в морской зоне, непосредственно примыкающей к территории противника. Программа LCS начата в 2001 г. Проект предусматривал водоизмещение корабля 2600–2800 т, скорость 45–50 уз, операционная дальность – 4500 мор. миль. В основу проекта положен модульно-контейнерный принцип установки оборудования и вооружения, позволяющего вести борьбу с ракетными катерами противника, неатомными ПЛ, минной опасностью, осуществлять разведывательность, высадку и поддержку разведывательно-диверсионных подразделений и др. В настоящее время ведется параллельная постройка LCS по двум проектам.

Корабли LCS оснащаются многофункциональными комплексами средств обнаружения, сопровождения целей, управления огнем и средствами РЭБ.

4. Стратегически важной тенденцией изменения облика ВМС является придание кораблям и ПЛ функций ПРО. Еще несколько лет назад ряд крейсеров типа «Тикондерога» и эсминцев (ЭМ) типа «Арли Бёрк» были оснащены ракетами-перехватчиками типа SM-3 Block IA. Каждый крейсер может нести до 122 ракет-перехватчиков, эсминцев – до 90–96 ед. С января 2007 г. по сентябрь 2009 г. США провели 19 успешных испытаний SM-3 из 23, предпринятых с использованием системы «Иджис». В октябре 2010 г. ВМС Японии на тихоокеанском полигоне выполнили третий успешный перехват баллистической цели на высоте более 100 км с помощью SM-3 Block IA. В настоящее время Япония имеет четыре ЭМ с системами ПРО на основе SM-3 и АСБУ «Иджис». Из открытых документов конгресса США следует, что если в 2011 г. было 111 ракет-перехватчиков, то в 2015 г. их будет 436. Нельзя не обратить внимания на возможность выполнения ракетами-перехватчиками стратегических задач. При их расположении у границ вероятного противника за счет малого подлетного времени они могут уничтожать стратегические ракеты, в том числе МБР, до старта.

В феврале 2010 г. в США были опубликованы изменения стратегии ПРО. Основными особенностями перспективной ПРО названы «мобильность и быстрота передислокации с тем, чтобы обеспечить присутствие сил в любом регионе». Отмечается, что как следствие решение задач ПРО должно быть возложено на корабли ВМС. А во время чикагского саммита НАТО 20–21 мая 2012 г. главной особенностью системы ПРО в Европе прямо названо развертывание на постоянной основе ПРО морского базирования. Сосредоточение морских систем ПРО в Мировом океане постулируется без каких-либо ограничений.

Во время последнего Парижского авиасалона представитель фирмы «Raytheon» предложил ВМС НАТО принять на вооружение новую противоракетную SM-3 как реализацию поэтапного создания европейской ПРО. Специалисты «Raytheon» определили наиболее подходящие для этого корабли:

- три патрульных корабля ВМС Дании;
- шесть ЭМ типа 45 ВМС Великобритании;
- три ФР типа F-124 ВМС Германии;
- два французских и два итальянских ФР по программе «Horizon»;
- четыре ФР типа «De Zeven Provinciën» ВМС Нидерландов;
- десять ФР типа 100 ВМС Испании.

Компании «Boeing», «Northrop Grumman» и «Lockheed Martin» ведут конкурсные разработки по созданию нового поколения SM-3. Принятие новой ракеты на вооружение планируется в 2020 г.

5. Как уже отмечалось, операции, отличные от боевых действий, будут занимать основное время нахождения кораблей вне пунктов базирования. Выполнение соответствующих задач приводит к дооборудованию кораблей и оснащению их специализированными системами. Облик перспективных кораблей все в большей мере будет включать средства для быстрого развертывания спецподразделений, медицинское оборудование, многоцелевые помещения общего назначения, визуальные средства и оборудование для подводного наблюдения, средства контроля окружающей среды, спецоружие и средства полицейского принуждения и др. Корабли будут оснащаться спецсредствами связи и линиями передачи с нетрадиционными источниками питания. Появятся средства навигации и маневрирования в стесненных акваториях.

Рассмотренное дооборудование будет предусматриваться как при разработке новых проектов, так и при неизбежной модернизации кораблей. Кстати, ретроспективный анализ показывает необходимость модернизации кораблей примерно по истечении половины установленного срока службы. В противном случае их боевая эффективность резко падает.

Решению обозначенной задачи будут способствовать принципы модульного проектирования. Подобная концеп-

ция заключается в разработке стандартов сопряжения, позволяющих использовать на кораблях большое разнообразие систем вооружения и различной техники путем легкой замены модулей в течение жизненного цикла корабля.

Как пример, уместно напомнить о том, что германская «Blohm and Voss» осуществляет контейнеризацию оружия и другого оборудования при постройке фрегатов на протяжении нескольких лет. По данным фирмы, модульность позволила сократить время от момента подписания контракта до передачи корабля заказчику с 78 до 48 месяцев. Цена этому – увеличение числа соединений на интерфейсных модулях и усложнение корабельных конструкций и общекорабельных систем (кондиционирование воздуха, пожарные системы и др.)

6. Решающим фактором в реализации различными ВМС тех или иных обозначенных задач будет доступность необходимых ресурсов с учетом реальных условий финансирования. Технологический прогресс привел к резкому росту стоимости военно-морской техники, сроков создания и стоимости жизненного цикла, увеличившегося до 30–50 лет. Характерно беспокойство по этому поводу США.

Согласно первоначальным планам, предусматривалось построить с 1989 по 2000 г. 29 АПЛ типа Seawolf. Однако в 1990 г. программа сокращена до 12 АПЛ. Затем последовали дальнейшие сокращения из-за высокой стоимости и «исчезновения вероятного противника вследствие окончания холодной войны».

Что здесь первично, что вторично, гадать не будем. Однако довольно четко во всем мире вырисовывается тенденция роста стоимости военно-морской техники (табл. 3, 4).

ении по сравнению со средним по экономике в целом. Прогноз СВО среднегодовой инфляции на 2011–2017 гг. подтверждает сохранение такого положения.



Это означает, что стоимость строительства корабля в 2011 г. в 2,5 млрд долл. увеличится до 3,6 млрд долл. в 2030 г. Отмечается, что указанное превышение не может продолжаться бесконечно долго. Это грозит неплатежеспособностью ВМС даже при строительстве ограниченных серий кораблей.

А вот информация из апрельского (2012 г.) журнала «His Jane's Defence Weekly». Бюджетное управление Конгресса дало заключение по принятой в 2012 г. программе строительства кораблей до 2041 г. в количестве 275 ед. (205 боевых и 70 судов снабжения). Эта программа предусматривает расходы в среднем по 15,5 млрд долл. в год, а с учетом модернизации и капремонта – до 17,2 млрд долл. Заключение: «Если в течение следующих 30 лет строительство новых кораблей будет финансироваться в тех же объемах, что и в течение трех предыдущих десятилетий, то у ВМС не хватит средств на все закупки, предусмотренные планом 2012 г.» Это может привести к пересмотру задач и структуры флота.

Любопытно и другое утверждение: «Проект эсминца нового поколения вполне может соперничать с проектом многоцелевого истребителя-бомбардировщика в борьбе за титул самого дорогого закупочного проекта».

Интенсивный рост стоимости стал мощным стимулом проведения специальных НИР и ОКР. Научно-исследовательский центр ВМС США каждые два года публикует программу НИОКР по совершенствованию технологии строительства. Очередная программа 2010 г. предусматривала проведение 94 НИОКР, в том числе: 15 НИР по атомным АВ; 18 НИР по ЭМ «Zumwalt»; 4 НИР по прибрежным кораблям LCS; 33 НИР по ПЛ «Virginia» и др (табл. 5).

Таблица 3

Тип корабля	Стоимость, млн \$			
	1967 г.	2005 г.	Рост стоимости, %	Среднегодовой рост стоимости, %
Десантные корабли	229	1125	391	4,3
Эсминцы с управляемым ракетным оружием	315	1148	123	2,1
Ударные подводные лодки	484	2427	401	4,3
Авианосцы с ядерной силовой установкой	3036	6065	100	1,8

Таблица 4

Тип корабля	Составляющие стоимости, %		
	трудозатраты	оборудование	материалы
Атомные авианосцы	51	35	14
Десантные корабли	47	36	17
Ударные подводные лодки	39	46	15
Надводные корабли	32	57	11

Бюджетное управление Конгресса (СВО – Congressional Budget Office) отмечает, что инфляция в кораблестроении за редким исключением значительно выше инфляции страны, рассчитанной по стоимости ВВП. Причина – более интенсивный рост стоимости трудозатрат и материалов в кораблестро-

Таблица 5

Всего	94 НИР
В т.ч. атомный АВ	15
ЭМ Zumwalt	18
LCS	4
АПЛ Virginia	33

Характерны усилия по увеличению темпов строительства АПЛ типа «Virginia» и снижение стоимости серийной АПЛ до 2 млрд долл. Разработаны три стратегических направления:

– практика заключения многолетних контрактов с целью получения экономии за счет серийного заказа оборудования и материалов;

– совершенствование собственно технологий строительства, в том числе эффективное использование модульных технологий;

– совершенствование проектирования, направленное на сокращение номенклатуры комплектующих.

В результате этих работ время постройки уже пятой АПЛ было сокращено на 8 месяцев, а седьмой – на 9. Предполагается, что трудоемкость постройки кораблей сдачи 2020 г. составит 48 % от трудоемкости головного корабля. Нельзя не обратить внимания на эффективность реализации модульного принципа постройки этой АПЛ. С началом строительства АПЛ верфи сделали крупный шаг вперед, перейдя от мелких модулей, блок-модулей к супермодулям. Распараллеливание работ, перенос большого объема работ с участков достройки на специализированные предприятия или в специализированные цеха дали значимый эффект по сокращению цикла постройки и экономии материальных и трудовых ресурсов. Опыт США в том или ином объеме используется другими развитыми морскими державами. Уместно вспомнить, что метод модульной постройки как мощный рывок в проектировании и строительстве широко использовался в Германии во время Второй мировой войны при постройке ПЛ XXI серии.

Можно обратить также внимание на предложение создавать корабли различных типов на базе единой платформы. Любопытны данные отчета исследовательской службы Конгресса США (март 2010 г.). В нем обращается внимание на необходимость обезопасить бюджет военного кораблестроения от возможного его поглощения программой создания ПЛ SSBN(X) с 24 БР «Trident II» D5 для замены ПЛ типа «Ohio». В принятой в 2010 г. 30-летней программе стоимость каждой такой ПЛ оценивается от 5 до 7 млрд долл. Предлагается рассмотреть вариант ПЛ меньшего водоизмещения с 16 БР, аналогичных по габаритам БР «Trident I» С4. Утверждается, что водоизмещение может быть уменьшено на 30 % и более, если новая ПЛ будет создаваться на базе проекта многоцелевой ПЛ «Virginia». При этом стоимость оценивается от 3 до 3,5 млрд долл.

Вопрос уменьшения затрат рассматривается и в Великобритании. В частности, предлагается уменьшить размеры ракетных шахт, унифицировать ракетный комплекс с американским и сократить количество БР с 16 до 8. Имеются также сообщения о том, что проект китайской стратегической АПЛ типа 094 «Jin» создан на базе многоцелевой АПЛ проекта 093 «Shang».

7. Заметной тенденцией стал постепенный переход функций генератора и носителя технического прогресса от флота военного к флоту гражданскому. Причины две: многократно превышающий опыт эксплуатации гражданского флота (почти в 150 и 50 раз больший суммарный тоннаж и численность) (табл. 6) и стремление уменьшить стоимость за счет использования коммерчески готовой продукции. Это направление получило название Commercial Off The Shelf (COTS). Особенно это заметно в таких областях, как микроэлектроника, компьютерные и информационные технологии, микро- и наносистемы. Результаты развития этих технологий стали широко использоваться в проектировании, производстве, системах управления бизнес-процессами, в поддержке жизненного цикла.

Опыт проектирования гражданских судов успешно использован при разработке правил проектирования боевых кораблей многими гражданскими классификационными обществами. По некоторым из этих правил построены корабли, и, более

СРЕДНЕМИРОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВМС И ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА	
ВОЕННЫЙ ФЛОТ	ГРАЖДАНСКИЙ ФЛОТ
~1000 кораблей (1-2 ранга) (50-200 \$/кг)	~47 000 судов (0,7-3 \$/кг)
8,5 млн т (авианосец – катер)	~1 350 DW млн т (танкер – буксир)
~\$ 1 трлн	~\$ 1 трлн
40 % ББ	> 90 % грузооборота

того, эти корабли приняты на ежегодные освидетельствования классификационными обществами. По-видимому, наибольшие успехи в этом отношении имеются у DGA MO Франции. Такая программа DGA-BV действует уже более 10 лет.

8. Как уже упоминалось, возрастает вероятность военных конфликтов локального характера. Сопутствующее этому перемещение зоны действия кораблей с «глубокой воды» на прибрежное мелководье порождает комплекс новых угроз, противодействие которым, по мнению многих военно-морских специалистов, не имеет гарантированного решения. К таким угрозам в первую очередь относят:

– минную опасность как относительно недорогое для противника средство обороны и высокоэффективное вследствие того, что чувствительность неконтактных взрывателей существенно превосходит возможности традиционных методов магнитной защиты;

– неатомные ПЛ, особенно с воздушнонезависимыми установками, обладающие повышенной скрытностью и представляющие значительные дополнительные трудности для систем обнаружения из-за особенностей распространения акустических сигналов на мелководье;

– быстроходные ракетные катера, представляющие угрозу вследствие их массовости;

– новые признаки обнаружения надводных кораблей (НК) и ПЛ, связанные с появлением при их движении в морской среде пространственно-временных неоднородностей, что особенно чувствительно в акваториях окраинных морей.

Борьба с указанными угрозами даст новый импульс разработкам эффективных технологий. В их числе называют новые способы электромагнитной защиты, обеспечение стабильности электромагнитных параметров в процессе плавания корабля, создание дистанционно управляемых систем различного назначения, разработка качественно новых систем обнаружения.

Борьбу с угрозой от быстроходных ракетных катеров пытаются возлагать на вертолеты корабельного базирования, если число таких катеров не будет слишком велико. Определенные надежды возлагаются также на корабли LCS.

9. Озабоченность ростом стоимости, притоком большого количества новых разработок из гражданского сектора и минимизацией рисков стимулировала создание системы оценок готовности TRL (Technology Readiness Level) новых технологий для использования в сфере вооружения и военной техники (В и ВТ). В США и Европе установлены девять уровней технической готовности – от разработки принципов (самый нижний уровень – TRL-1) до квалификационных испытаний и проверки технологии на соответствие проектной спецификации, после чего подтверждается готовность к использованию по прямому назначению (TRL-9). Показатель уровня используется правительственными учреждениями и промышленными фирмами для управления рисками и принятия решений о финансировании (табл. 7).

УРОВНИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	
ЭТАП	НАИМЕНОВАНИЕ
TRL-1	Разработка основных принципов новой технологии
TRL-2	Формулировка новой технологии и/или ее концепции
TRL-3	Аналитическое и экспериментальное изучение концепции нового вооружения и военной техники
TRL-4	Испытание компонентов и/или макет в лабораторных условиях
TRL-5	Испытание компонентов и/или макет в моделируемых реальных условиях
TRL-6	Готовность модели системы и ее подсистем или прототипа системы к демонстрационным испытаниям в реальных условиях
TRL-7	Демонстрационные испытания модели системы и ее подсистем или прототипа в реальных условиях
TRL-8	Квалификационные испытания фактически законченной разработанной технологии
TRL-9	Окончание разработки технологии

Такие системы разработаны МО США, NASA, Федеральной авиационной администрацией, агентством ПРО, Европейским космическим агентством и др. Введение подобных систем должно обеспечивать выбор технологий, отвечающих следующим принципам:

- принимаемые технологии в совокупности должны снижать стоимость жизненного цикла;
- каждая технология должна давать значительный эффект;
- внедрение новой технологии не должно приводить к побочным отрицательным эффектам.

Подобный подход отвечает главному принципу: прежде разработка обеспечивающих технологий и демонстрация их успешности, затем создание концепции нового корабля на базе этих технологий и оценок по критерию «стоимость–эффективность».

10. Своеобразной и вызывающей массу вопросов является тенденция, обозначенная высказыванием о мерах по строительству ВМС США, необходимых для обеспечения доступа к основным мировым энергоресурсам. Уже сегодня наблюдается обострение проблемы раздела ресурсов. В связи с этим нельзя пройти мимо возбудившегося интереса многих стран к арктическому региону. До недавнего времени к «арктическим государствам» относились Россия, США, Норвегия, Канада и Дания с островом Гренландия. За каждым из них был по взаимной договоренности закреплен сектор Арктики. В связи с открытием в арктическом регионе громадных запасов углеводородов руководства ряда стран проявляют к нему повышенный интерес. Великобритания, Исландия, Бельгия, Швеция, Нидерланды, Германия, Финляндия, Япония, Китай и другие страны так или иначе обозначают свои претензии и интересы к Арктике.

В заявлениях некоторых политиков Арктика упоминается как зона национальных интересов США, которые они готовы отстаивать даже вооруженными средствами. «Нация нуждается в способности оперировать в районах обоих полюсов», «национальные интересы США в Арктике исчисляются миллиардами, если не триллионами долларов» – вот некоторые из подобных заявлений. Интерес к Арктическому региону уже дал толчок интенсификации разработок специальной морской техники для разведки, добычи и транспортировки углеводородов. На повестке дня – создание арктической военно-морской техники. И если подводный флот практически уже способен решать задачи в подледном пространстве Арктики, то надводные корабли ждут своего очередного этапа развития. Это коснется прежде всего проектирования новых форм корпуса, ледостойких конструкций, специфических для ледовых условий

двигательно-движительных комплексов, средств борьбы с обледенением и т.п.

11. Нельзя пройти мимо высказываний ряда специалистов и официальных органов о человеческом факторе, влияющем на характер новых технологий и их внедрение в новые образцы военно-морской техники. Считается, что главная проблема будет заключаться в преодолении естественной тенденции человека к сопротивлению изменениям. Это касается как специалистов (подводники, надводники, морские авиаторы), так отчасти и разработчиков финишной продукции (НК и ПЛ). Скептицизм будет проявляться особенно в тех случаях, когда предлагаются слишком значительные изменения, требующие отказа от привычных и проверенных технических решений. Однако подобный скептицизм нельзя рассматривать только с пессимистической точки зрения. В ряде случаев это здоровая и полезная реакция.

Итак, к стратегическим тенденциям в развитии ВМС и военного кораблестроения можно отнести следующие:

- изменение направлений морской деятельности вследствие глобализации и изменений на карте мира;
- новые черты стратегического сдерживания без применения ядерного оружия;
- главная задача надводных кораблей – действие по береговым объектам;
- тенденция возложения задач ПРО на корабли ВМС США, НАТО и др.;
- настойчивые попытки снижения стоимости и сроков постройки кораблей, в том числе за счет создания базовых платформ;
- борьба с новыми угрозами в условиях прибрежного мелководья;
- постепенный переход функций генератора и носителя технического прогресса от флота военно-го к флоту гражданскому и использование COTS-технологий;
- создание системы оценок готовности новых технологий к использованию в В и ВТ для управления рисками и принятия решений о финансировании;
- появление новых типов кораблей арктических классов и разработка соответствующих технологий;
- преодоление тенденции сопротивления человека значительным изменениям, требующим отказа от привычных и проверенных технических решений.

Происходящие и будущие изменения в геополитике и развитии ВМС дают импульс новым исследованиям и разработкам, сообщения о которых по понятным причинам весьма скромны. Однако теперь уже очевидно, что главными особенностями любых сил, в том числе и ВМС, будут:

- малая заметность;
- скрытность;
- способность поражать противника вне пределов зоны действия его активных сил с минимальной собственной уязвимостью.

Ученые и проектанты, учитывая эти особенности и новые тенденции, пытаются найти ответ на вопрос, какими должны быть корабли XXI в.? Их усилия будут направлены на создание технологий, имеющих целью:

- создание многофункциональных кораблей с универсальным и эффективным оружием и радиоэлектронными комплексами;
- защиту кораблей от средств информационной и радиоэлектронной войны;
- повышение эффективности защиты от подводного оружия как серьезной угрозы будущего;

– придание кораблям специфических качеств для выполнения нетрадиционных задач;

– обеспечение высокой скрытности ПЛ и малой заметности надводных кораблей, а также их повышенной стойкости при поражении различными видами боеприпасов;

– обеспечение соответствия главных энергетических установок будущим задачам ВМС и требованиям защиты окружающей среды;

– достижение высокого уровня эргономичности обслуживания техники и эффективности действий личного состава кораблей.

За этими целевыми направлениями скрывается огромный пласт новых технологий, и тех, которые уже внедрены на лучших кораблях, и тех, которые можно отнести к прорывным технологиям будущего. Не ставя целью анализ подобных технологий, обозначим наиболее существенные из них:

– разработка и внедрение автономных безэкипажных подводных, надводных и летательных аппаратов. Это чрезвычайно масштабная проблема. Речь идет, скорее всего, о целом семействе нового типа вооружения. Назначением безэкипажных аппаратов будет решение самых разнообразных задач во всех средах. Это придаст возможность будущим кораблям решать нетрадиционные задачи: от уже применяемого обнаружения и уничтожения мин по курсу корабля до противовоздушной обороны ПЛ;

– принципиально новые способы хранения оружия, в частности забортные, и широкомасштабный набор самого оружия, в том числе на новых принципах для решения наступательных и оборонительных задач во всех средах;

– многофункциональные комплексы радиоэлектронного вооружения с использованием перспективных датчиков измерения физических параметров, в т.ч. на базе нанотехнологий (например, многостенных нанотрубок), для получения требуемой информации;

– системы активного управления собственным акустическим портретом корабля, включая управляемые покрытия;

– системы подавления морского оружия, в первую очередь ракетоторпед, физическими полями высокой энергии;

– системы полного электродвижения на новых принципах обеспечения частотного регулирования, получения значимых преимуществ в массогабаритных характеристиках, перехода к безвальным двигатель-двигательным установкам типа «интегрированный двигатель с корпусом»;

– автоматизация как средство снижения численности экипажа и, соответственно, стоимости жизненного цикла с функциями устранения неисправностей, борьбы за живучесть корабля и оружия, создания возможности дистанционного управления. Подобная автоматизация будет строиться как распределенная система открытого типа с общей шиной данных и единым интерфейсом, позволяющим входить в систему с любого боевого комплекса, а также общекорабельных систем типа пропульсивной, рулевого управления, обеспечения живучести и др.;

– совершенствование обводов кораблей для снижения уровней гидрофизических полей, заметного повышения мореходности, снижения гидродинамического сопротивления, повышения дальности плавания и соответствующего снижения стоимости жизненного цикла как результат экономии топлива. При этом узкими местами в развитии подобных технологий называют недостаточное развитие средств вычислительной гидродинамики, высокий риск исследований по управлению пограничным слоем различ-

ными способами: нагрев, электромагнитное воздействие, полимеры, вихрегенераторы и пр.

Этот далеко не полный перечень технических решений и технологий открывает простор фантазиям относительно концепций будущих кораблей.

В заключение хотелось бы напомнить вывод американского Совета по технологиям в области кораблестроения о влиянии технологий на повышение боевых возможностей ВМС. В нем отмечается, что заметное повышение боевых возможностей в последние 20 лет не могло быть ни предсказано, ни реализовано, если бы следовали политике ожидания крупных технологических прорывов. Этот ретроспективный опыт подтверждает правильность политики постоянного и стабильного финансирования программы НИОКР и своевременного внедрения результатов в практику проектирования, постройки и модернизации кораблей.

Рассматривая огромные научно-технологические изменения последних лет, было бы самонадеянно прогнозировать конкретный корабельный состав на 20–25 лет вперед. Однако, зная расклад сил в мире и географию горячих точек, а также предполагаемые возможности прорывных технологий, можно представить себе ВМС ведущих морских стран как силы многофункциональные, рассредоточенные, гибкие в отношении полезных нагрузок, со средствами обнаружения и оружием, способными поражать противника вне зоны действия его боевых средств с минимальной собственной уязвимостью.



Исходя из факта высоких боевых возможностей, высокой скрытности, мобильности и автономности, ряд специалистов считает, что главными многоцелевыми кораблями ВМС станут многофункциональные АПЛ. Выполнение расширенных задач в перспективе потребует создания новых концепций АПЛ, свободных от главной направленности «холодной войны» на стратегическое сдерживание и противолодочные действия. Изложенное мнение никак не отрицает изменившейся и резко возросшей роли в составе ВМС надводных кораблей, несмотря на их возрастающую уязвимость и лишенность скрытности. Новые технологии изменят облик надводных кораблей. В числе совсем нетрадиционных решений можно назвать американские ЭМ типа «Zumwalt», концепцию фрегата будущего и боевого корабля-носителя БПЛА (МО Великобритании), концепцию «электрического» корабля французской фирмы DCNS и др. Будут ли эти концепции прообразом надводных кораблей будущего, покажет время. ■

Термин «высокоскоростное судно» (и, соответственно, корабль или катер) узаконен международным «Кодексом безопасности скоростных судов ИМО», в России – национальными «Правилами классификации и постройки высокоскоростных судов» Морского Регистра судоходства издания 1998 г., а также национальными правилами ряда классификационных обществ, входящих в Международную ассоциацию классификационных обществ.

Существует ряд критериев, удовлетворение которых дает основание относить рассматриваемый объект к категории «высокоскоростного» (см. табл.).

Родоначальником катеров на подводных крыльях (КПК) был инженер барон Ганс фон Шертель, с 30-х гг. XX в. проводивший работы в Ростоке, на фирме братьев Заксенберг (Schertel-Sachsenberg Hydrofoil syndicate). В годы Второй мировой войны он разработал ряд проектов, по которым были построены катера военного назначения водоизмещением до 80 т со скоростью до 41 уз.



Ганс фон Шертель

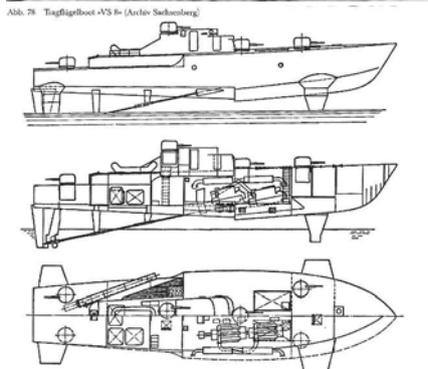
В 1953 г. на основе разработок фон Шертеля (V-образное крыло, пересекающее поверхность воды) началось строительство небольших пассажирских судов на подводных крыльях (СПК) (PT-20 – Supramar Ltd, PT-50 – Lürssen). Затем постройка экспериментальных и пассажирских СПК была предпринята в США.

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ СКОРОСТНЫХ СУДОВ

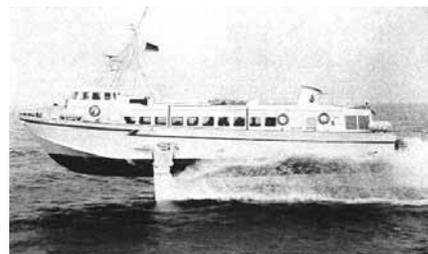
А.В. Шляхтенко, д-р техн. наук, проф., генеральный директор – генеральный конструктор ОАО «ЦМКБ «Алмаз», контакт. тел. (813) 373 8300



«Denison», 1958 г.



Экспериментальный катер VS-7 и проект VS-8 фон Шертеля



«Dolphin», 1966 г.



PT-10, 1953 г.



«Bras d'Or» (противолодочный)

Боевыми КПК вскоре после окончания войны начали заниматься в Канаде и США, где получило развитие создание противолодочных катеров с глубокопогруженными подводными крыльями с автоматическим управлением.



GEH-1 «Plainview» (противолодочный)

Таблица

Критерии определения высокоскоростных судов классификационными обществами

Характеристика	Классификационное общество, страна					
	DNV, Норвегия	LR, Англия	BV, Франция	ABS, США	RS, Россия	GL, Германия
Скорость наименьшая, уз (Δ – водоизмещение, м ³)	$v \geq 7,16\Delta^{1/6}$	$v \geq 7,19\Delta^{1/6}$	$v \geq 7,19\Delta^{1/6}$	$v \geq 2,44\Delta_{КВТ}^{1/6}$	$v \geq 7,19\Delta^{1/6}$	$v \geq 7,2\Delta^{1/6}$
Скорость наибольшая, уз	Не ограничена	Не ограничена	$v \leq 45$	$v \leq 50$	Не ограничена	Не ограничена
Водоизмещение Δ , т (полная масса)	$\Delta \leq 0,13(LB)^{1,5}$	$\Delta \leq 0,04(LB)^{1,5}$	Не ограничено	Не ограничено	1. Пассажирское – любое, но с ограничением в 4 ч от порта-убежища при $V_{ЭКСП}$ 2. Грузовое при $GT \geq 500$ т с ограничением до 8 ч от порта-убежища при $V_{ЭКСП}$	
Длина L, м	Не ограничена	$LL \geq 24$ $T/H < 0,55$	$L \leq 65$	Ограничения в зависимости от типа судна и констр. материала	Не ограничена	Не ограничена
Число Фруда: по водоизмещению	$Fr_D \geq 1,18$	$Fr_D \geq 1,19$	$Fr_D \geq 1,19$	–	$Fr_D \geq 1,19$	$Fr_D \geq 1,18$
	по длине	$Fr_l \geq 0,7$	–	–	–	–



PGH-1 «Flagstaff» (артиллерийский)



PGH-2 «Tucumcary»



PCH-1 «High Point»



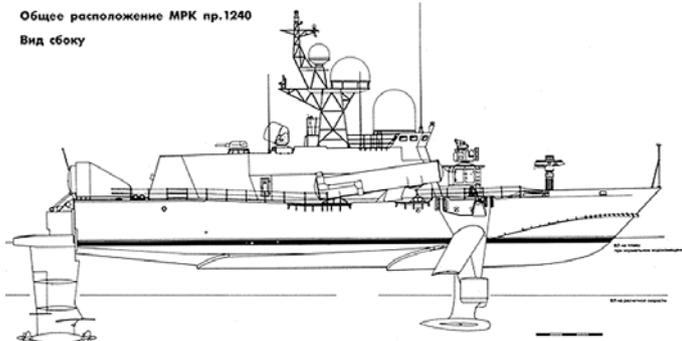
PHM-1 «Pegasus»

В нашей стране наибольших успехов достигло нижегородское ЦКБ по СПК под руководством главного конструктора Р.Е. Алексева, по проектам которого было построено несколько сот речных и морских СПК пассажирского назначения, преимущественно с малопогруженными подводными крыльями, что обеспечило неоспоримое лидерство СССР в постройке судов такого типа. Их строили и для внутреннего, и для внешнего рынков.

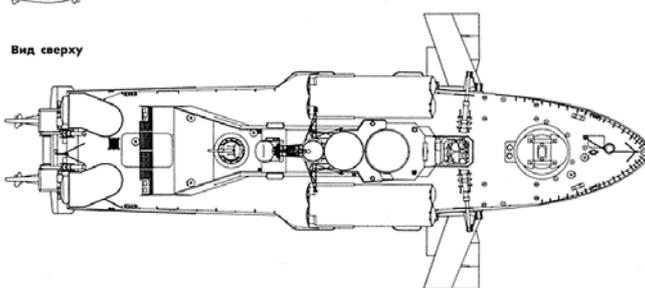
Самый крупный в мире ракетно-артиллерийский корабль на глубокопогруженных автоматически управляемых, поднимаемых из воды в режиме «на плаву», подводных крыльях пр. 1240 «Ураган» полной массой 432 т и со скоростью полного хода 60 уз



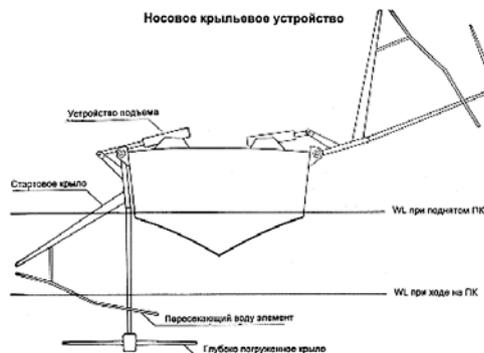
Общее расположение МРК пр.1240
Вид сбоку



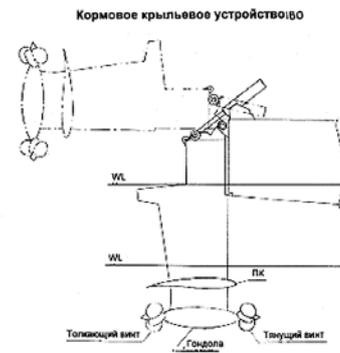
Вид сверху



Носовое крыльевое устройство



Кормовое крыльевое устройство

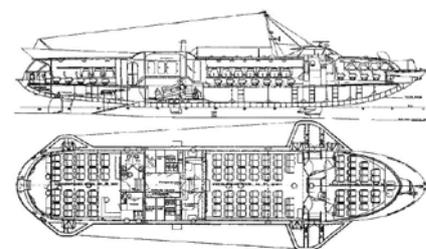


МРК-5 «Ураган»

(главный конструктор В.М. Бурлаков), спроектированный в ЦМКБ «Алмаз», был построен в 1975 г.

По своим мореходным и гидродинамическим качествам он заметно опередил свое время. Так, его эксплуатация на 5-балльном волнении позволяла выдерживать скорость 50 уз, при этом амплитуды бортовой и килевой качки не превышали 2°.

Его создание было обеспечено большим объемом НИОКР, в рамках которых была создана самоходная масштабная модель СПК пр. 1233 «Тайфун» на глубокопогруженных АУПК – опытный пассажирский катер.



СПК «Комета»



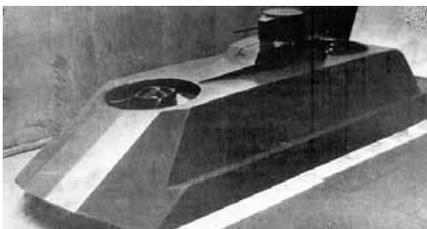
СПК «Тайфун» пр. 1233

Среди разработанных в ЦМКБ «Алмаз» высокоскоростных катеров особое место занимает созданный в 60-е гг. быстроходный сторожевой пограничный катер на ПК пр. 125А, который при полной массе 65 т развивал рекордную скорость – до 64 уз.



Сторожевой пограничный катер пр. 125А

Первые работы по созданию катеров на воздушной подушке (КВП) начались в нашей стране в 30-е гг. – под руководством проф. В.И. Левкова построено несколько экспериментальных катеров, достигавших скоростей выше 70 уз.

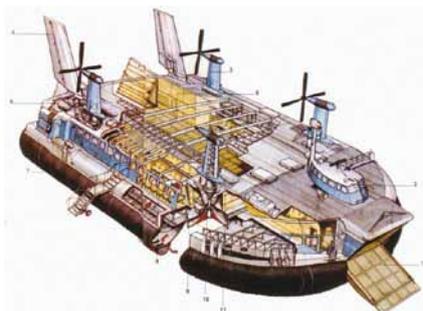


«Летающий танк» В.И. Левкова



Торпедный катер Л-5, 1937 г.

За рубежом интерес к созданию КВП возник в Англии в конце 50-х гг. после изобретения Кристофером Коккерелом струйного ограждения воздушной подушки. Работы английских судостроителей были связаны главным образом с гражданской тематикой.



SRN 4

Разработки КВП военного назначения в США начались в конце 60-х гг. Развитие амфибийных десантно-высадочных КВП также предварялись созданием опытных образцов – катеров JEFF A и JEFF B (полной массой 150–160 т, скоростью до 80 уз).



JEFF-B

На базе проведенных испытаний этих опытных кораблей разработан и построен крупной серией (90 ед.) десантно-высадочный корабль LCAC.



Landing Craft Air Cushion (LCAC)

Можно утверждать, что и в нашей стране объем НИОКР в обеспечение создания силами ЦМКБ «Алмаз» различных скеговых и амфибийных КВП был нисколько не меньше, чем в США, Великобритании, Франции. В рамках этих исследований с начала 60-х до конца 80-х гг. было испытано множество буксируемых моделей в опытовых бассейнах ЦАГИ и ЦНИИ имени акад. А.Н. Крылова и на открытом водоеме, а также построены и испытаны большие амфибийные самоходные модели МК-01 (22 т), МК-01 (27 т) и скеговые «Икар» (50 т) и «Стрепет» (27 т).

После выполнения большого объема ОКР в Советском Союзе в конце 60-х–начале 70-х гг. было создано первое поколение КВП военного назначения: «Скат», «Джейран» и «Кальмар».



МК-01



«Икар»



«Стрепет»



Модель малого ракетного корабля «Стрепет»

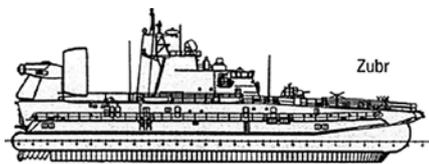
В результате дальнейших конструкторских работ, учитывающих опыт эксплуатации построенных кораблей, усилиями ЦМКБ «Алмаз» созданы боевые КВП различного назначения: «Косатка», «Кальмар-Т», «Омар», «Мурена», «Зубр» и «Чилим», а также гражданские «Ямал», «Бобер», «Харза».



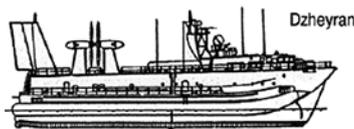
Десантно-штурмовой КВП пр. 1209 «Омар»

С начала 60-х гг. по настоящее время по проектам, созданному коллективом бюро, построено более ста КВП различных проектов – от самых маленьких водоизмещением до 10 т и

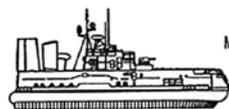
грузоподъемностью от 2,5 т до огромных, не превзойденных по сию пору 555-тонных «Зубров» грузоподъемностью до 150 т.



Zubr



Dzheyran



Murena



Kalmar



Omar



Skat

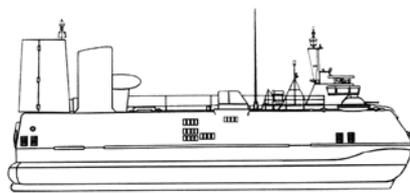
Боевые КВП разработки ЦМКБ «Алмаз»



Малый десантный корабль на ВП «Зубр» пр. 12322

Особо следует отметить десантные катера, приспособленные для размещения в док-камерах универсальных десантных кораблей, предназначенных для высадки десанта в районах, значительно удаленных от своих берегов и баз снабжения. Такая концепция применения десантно-высадочных сил и средств позволяет максимально использовать преимущества амфибийного средства на воздушной подушке, способного осуществить высадку десанта и техники на 70% береговой полосы Мирового океана, что значительно превышает аналогичные показатели традиционных десантно-высадочных средств использовавшихся еще в годы Второй мировой войны плашкоутов.

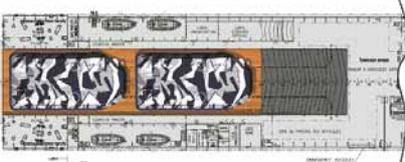
Начало положил разработанный в 70-х гг. пр. 1206, предназначенный для базирования в док-камере универсальных десантных кораблей (УДК) пр. 1174.



Десантный КВП «Кальмар» пр. 1206

За ним последовал катер пр. 12061, предназначенный для универсального десантного корабля пр. 11780.

На базе технических решений, реализованных в пр. 1206 и 12061, проработана возможность создания десантно-амфибийного катера специально для перспективных универсальных десантных кораблей типа «Мистраль».



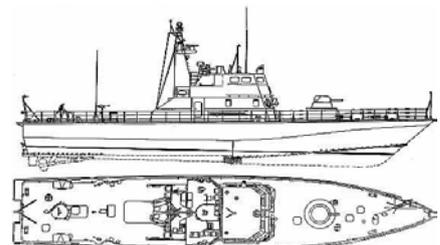
Десантно-высадочный КВП для УДК типа «Мистраль»

Катер предназначен для приема с УДК или военных транспортов в море военной техники и передовых подразделений десанта, транспортировки их морем, высадки на необорудованный берег и огневой поддержки, а так же, что особенно важно, для выполнения самостоятельных патрульных функций на мелководье и постановки мин.

Создание КПК и КВП позволило успешнее решить проблему значительного увеличения скоростей хода и повышения мореходности высокоскоростных кораблей, чем это было возможно для глиссирующих кораблей и катеров.

Наиболее востребованы в настоящее время высокоскоростные многоцелевые катера и корабли (как патрульные – перехватчики со скоростями движения до 50–60 уз, так и таможенные, рыбоохранные, МЧС и т.п.).

В их числе – первая категория созданных в ЦМКБ «Алмаз» патрульных кораблей, к которым относятся катера с механизированным днищем пр. 14310 «Мираж» и пр. 12200 «Соболь».



Патрульный катер «Мираж» пр. 14310 с комплексом автоматически управляемых интерцепторов



Патрульный катер «Соболь» пр. 12200

Столь же уникальны катера для силовых структур типов «Мангуст» (пр. 12150) и «Ястреб» (пр. 12260).



Патрульный катер «Мангуст» пр. 12150



Скоростная моторная яхта пр. 21990

Вторая категория высокоскоростных водоизмещающих (глиссирующих и полуглиссирующих) кораблей – это прежде всего корабли водоизмещением 300–600 т.

К их числу относятся корабли семейства «Молния» различных модификаций и назначений (более четверти века «Молния» остается лучшим в мире

кораблем в своем классе и по гидродинамическим, и по мореходным, и по боевым качествам) и корабли последнего поколения пр. 12300 «Скорпион» и пр. 20970 «Катран».



Ракетный корвет «Молния»



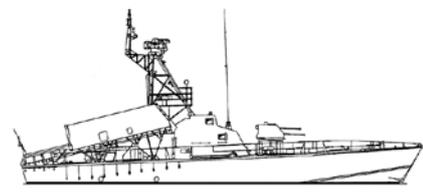
Ракетный катер «Скорпион» пр. 12300



Ракетный катер «Катран» пр. 21970

К категории высокоскоростных кораблей и катеров следует отнести и ранее созданные объекты, среди которых в первую очередь следует назвать:

– катера пр. 183Р «Комар», открывающие эру ракетных катеров;

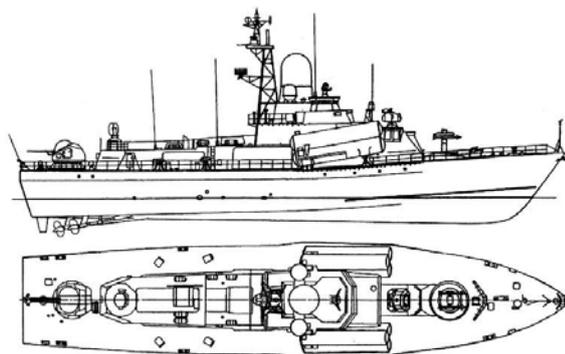


Ракетный катер «Комар» пр. 183Р

– катера пр. 205 «Оса», группа разработчиков которого была удостоена в СССР Ленинской премии;



Ракетный катер пр. 205У



Малый ракетный корабль «Овод» пр. 1234

– малый ракетный корабль пр. 1234 «Овод», положивший начало разработке в нашей стране нового направления – создания корветов.



Корвет «Сообразительный» пр. 20380

В 80-е гг. ракетные КВП «Сивуч» пр. 1239 полной массой более 1000 т и скоростью хода более 50 уз открыли дорогу новому классу сторожевых кораблей – корветов на ВП скегового типа (по классификации «Jane's Fighting Ships»).

Опыт применения скеговых КВП в Советском Союзе привлек внимание зарубежных специалистов, и сначала в качестве опытных вспомогательных кораблей они появились в США и во Франции, а затем уже в качестве боевых – в Норвегии.



Ракетный корвет на ВП скегового типа «Сивуч» пр. 1239

Интересно проанализировать мнения зарубежных специалистов о путях развития высокоскоростных кораблей и катеров.

Прогноз на ближайшие 20–25 лет по созданию высокоскоростных кораблей будущего рассмотрены в работе К. Садлера. Он называет одной из тенденций ближайшего будущего создание дистанционно управляемых быстроходных катеров массой до 250 т. Кроме традиционных однокорпусных кораблей,

прогнозируется развитие КВП катамаранных и тримаранных (аутригерных) компоновок, кораблей с малой площадью ватерлинии.

В отличие от этого эксперта Энтони Престон относится к применению кораблей и катеров с динамическим поддержанием более скептически. В то же время он считает важной задачей создание амфибийных десантных кораблей и катеров.



SES-100A (США)



Agnes 200 (Франция)



«Skjold» (Норвегия)

Работы и публикации зарубежных специалистов по скоростным кораблям и судам позволяют, таким образом, выявить концепцию современного корабля, эффективно используемого как в силовых структурах, так и в народном хозяйстве. ■

На протяжении уже многих лет ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» стабильно держит курс на развитие и укрепления своих позиций в судостроительной отрасли. Накопленный опыт и использование современных на-

«АЛМАЗ» – ТОЛЬКО ВПЕРЕД!

ОАО «СФ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 235 9436



учных и производственных технологий, а также тесное сотрудничество с ведущими конструкторскими бюро позволяют предприятию занимать лидирующую позицию в судостроении.

На сегодняшний день основными заказчиками продукции, построенной на предприятии, являются Пограничная служба ФСБ РФ и Военно-Морской Флот России.

26 июня 2012 г. на предприятии состоялось подписание акта приемопередачи первого серийного корабля нового поколения пр. 22460, зав. № 502, «Бриллиант» для Пограничной службы ФСБ РФ. На верфи продолжается строительство второго серийного корабля этого проекта, получившего название «Жемчуг», зав. № 503.

29 июня 2012 г. на второй площадке ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» состоялось торжественное мероприятие, посвященное подъему флага на первом серийном малом ар-

тиллерийском корабле пр. 21630 «Волгодонск», зав. № 702, построенном

на верфи для ВМФ России. Сейчас «Алмаз» продолжает строительство второго серийного корабля пр. 21630 «Махачкала», зав. № 703.

Необходимо отметить, что ОАО «СФ «Алмаз» в этом году уже передало Пограничной службе ФСБ РФ два пограничных катера пр. 12200 «Соболь» и продолжает строительство пограничного судна ледового класса пр. 22120. Это уже второй корабль данного проекта, построенный на верфи.

За небольшой период на фирме состоялось несколько важных и значимых событий, что еще раз показало – «СФ «Алмаз» – надежный партнер, всегда в срок и качественно, выполняющий свои обязательства. ■



Постановка проблемы. Путешествия по реке на судах – традиционная составляющая туристического бизнеса многих стран. Как отмечается в [2], ежегодно более 1 млн. человек совершают круизы по рекам и озерам в Европе (Волга, Днепр, Кама, Дон, Нева, Свирь, Ладога, Онега, Волхов, Ока, Рейн, Дунай, Майн и др.), Азии (Янцзы, Лена, Обь, Енисей, Иртыш, Амур, Иравади и др.), Америки (Амазонка, Ориноко, Миссисипи и др.), Африки (Нил и др.), Австралии (Муррей).

Российский рынок круизных услуг является частью общеевропейского туристического бизнеса. Некоторые европейские компании («Viking River Cruises») имеют свои дочерние компании в России, а остальные работают через ведущих отечественных туроператоров (Мостурфлот, «Водоход», «Ортодокс», Инфофлот и др.).

При этом в отличие от европейских круизных судов практически все существующие отечественные круизные суда (КС) для крупных рек и водохранилищ имеют возраст более 25 лет. Средний возраст этих судов, по данным Российского Речного Регистра (РРР), составляет 38,5 лет. КС были спроектированы и построены на иностранных верфях (в Германии, Словакии, Венгрии, Австрии), многие – в 50–60-е гг. прошлого столетия. Из 148 оставшихся в строю КС пр. 301, 302, 26-37, 92-016, 305, 588, Q-040, Q-056, Q-065 только 56 могут быть использованы для многодневных круизов с приемлемым для сегодняшнего дня уровнем комфорта и обслуживания. В ближайшие 10 лет ожидается списание подавляющей части действующих речных судов, а их адекватной замены нет.

Несмотря на наличие судов с недостаточным уровнем комфортабельности, речной круизный флот европейской части России загружен практически на все 100%, и дальнейший рост круизного рынка сдерживается ограничением предложения мест на речных круизных судах. По мнению туроператоров, дальнейшее развитие круизного рынка становится невозможным из-за отсутствия свободных КС.

В новейшей истории России было построено всего одно новое судно такого типа – трехпалубное КС разряда «М» пр. PV08 «Александр Грин» на 112 пассажиров, остальные были получены до 1990 г. При этом на Дунае, Рейне и Майне, Одере и других европейских реках с 1991 по 2012 г. вступило в строй более 110 новых КС.

С учетом ограниченности навигации инвестиции в строительство новых судов могут окупиться не ранее, чем через 15–20 лет, поэтому крайне важны совместные действия в этом направлении государства и бизнеса. В противном случае, по оценкам экспертов, через 20 лет само понятие «речного круиза» в России может исчезнуть.

Целью статьи является анализ опыта европейских речных круизов и пассажирских судов, построенных в последние десять лет и обоснование необходимости использования этого опыта для создания российских пассажирских судов нового поколения. Конечно, простой перенос опыта стран ЕС в Россию, без понимания особенностей регионов, условий плавания в них и погоды, невозможен. Например, навигационный период по ВВП Европы составляет порядка 240 дней, а в России – 150–165 суток.

Существенно отличаются ветроволновые нагрузки: КС в Европе работают на реках и каналах при высотах волн до 0,6 м, в России при эксплуатации по крупным озерам (разряд «М» для Ладоги и Онеги) при высоте волн до 3,0 м, а по водохранилищам (разряд «О») – до 2,0 м, что не может не отразиться на металлоемкости корпусов судов и на повышенных

АНАЛИЗ ОПЫТА ЕВРОПЕЙСКИХ РЕЧНЫХ КРУИЗОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Г.В. Егоров, д-р техн. наук, проф.,
генеральный директор ЗАО «Морское Инженерное Бюро-СПб»,
контакт. тел. (812) 232 8538

требованиях к остойчивости и судовым устройствам (масса якорей, спасательные устройства).

Среднее число пассажиров на КС – ок. 140 человек, экипажа – 25–35 (в России численность экипажа на такую же численность пассажиров примерно в полтора раза больше). Для европейских КС, соответствующих по комфортабельности трех-, четырехзвездочным гостиницам, отношение количества пассажиров к общему количеству экипажа и обслуживающего персонала находится в диапазоне 1:4–5; для пятизвездочных – 1:3–4. Это обусловлено тем, что в Европе очень активно применяются совмещение профессий, а также автоматизация СЭУ, палубных работ (автоматические якорно-швартовные лебедки), процесса погрузки припасов и механизация процесса уборки палуб (мочные машинки и т.п.). Основное отличие экипажей КС в Европе и России – в численности палубной команды (на 3 чел.) и машинной команды (на 10–12 чел.).

Европейские речные КС можно разделить на две основные группы:

Первая группа – это КС, характеризующиеся наличием спальных мест и позволяющие совершать туры от нескольких дней до нескольких недель:

- каютные суда, оборудованные каютами и спальными местами, эксплуатируются в качестве собственно круизных судов, а также как плавучие гостиницы во время стоянки у причала;
- «brown fleet» – бывшие торговые парусные суда, которые в настоящее время используются в качестве туристских в прибрежных районах и на озерах;
- бывшие грузовые суда – обычно эксплуатируются на каналах в качестве прогулочных судов с функцией «отеля на ночь»;
- прибрежные КС, эксплуатирующиеся вдоль побережья.

Вторая группа – суда для однодневных прогулок, эксплуатирующиеся на коротких рейсах, продолжительностью не более одного дня:

- суда, предназначенные для прогулки в течение одного дня с функцией ресторана на борту; обычно используют и для проведения праздничных мероприятий. На судах данного типа также увеличен спектр предоставляемых услуг (театр, музыкальные мероприятия, бизнес-встречи, корпоративы), появились и нестандартные услуги (встреча Рождества, Нового года). Современная тенденция развития судов данного типа влияет на их дизайн, к примеру, появляются суда-галереи и т.д.;
- малые экскурсионные суда, предназначенные для коротких экскурсий;
- скоростные суда и паромы, осуществляющие линейные перевозки пассажиров; зачастую входят в состав городского транспорта.

В последние годы наиболее интенсивно развивается рынок каютных судов, потребности в них до сих пор не исчерпаны, как и прибрежных экскурсионных судов и судов для

однодневных прогулок в тех районах, где речной туризм не получил еще должного развития.

В 2006 г. пассажирский флот европейских государств состоял из 369 круизных и 2127 малых судов (табл. 1).

Таблица 1
Пассажирский флот европейских государств (состояние на 2006 г.)

Суда для однодневных прогулок, по странам	Кол-во судов, ед.	Кол-во мест на борту
Германия	955	237 402
Бельгия	149	6 162
Франция*	303	45 035
Люксембург	4	1 250
Голландия	708	177 000
Швейцария	8	1 735
Всего	2 127	468 584
Круизные суда, по странам	Кол-во судов, ед.	Кол-во мест на борту
Германия	58	6 675
Бельгия	0	0
Франция	87	4 640
Люксембург	0	0
Голландия**	180	23 400
Швейцария	44	4 947
Всего	369	39 662

*Данные по Франции приведены за 2003 г. В общее число также включены грузовые суда, переоборудованные в пассажирские.
** Включены суда типа «brown fleet» и суда, переоборудованные в пассажирские.
Источник: [4]

Развитие рынка речных круизов можно оценить по динамике флота больших КС. Численность таких судов стремительно растет, например, за 1970–1990 гг. с 30 до 60 ед.; за 1990–2000 гг. – с 60 до 105 ед.; за 2000–2004 гг. – со 105 до 188 ед. В 2007 г. флот речных КС ЕС уже составлял 195 ед. Значительная часть КС работает под флагами Швейцарии (по состоянию на 2004 г. – 44 судна), Голландии (36), Германии (40) и Франции (более 30). Ежегодно пассажирский флот европейских государств пополняется в среднем десятком новыми судами.

Динамика пополнения пассажирского флота показана в табл. 2.

Следует отметить, что новые суда за 2002–2010 гг. создавались для центральной системы рек ЕС (реки Рейн, Дунай, Эльба, Мозель и Майн). Лишь 10 судов за это время построены для других бассейнов (реки Рона, Дору, Алгавре и др.).

Всего на внутренних водных путях объединенной Европы эксплуатируются примерно 210 больших КС. На них работают около 7,3 тыс. членов экипажа и обслуживающего персонала, т.е. примерно 35 чел. на судно [6].

В последние годы ускоренными темпами развивается еще один вид круизов, получивший название «прибрежного», который включает в себя как путешествие по реке, так и по морю (КС смешанного река-море плавания).

Морские КС слишком велики, и значительное число портов не в состоянии принять суда такого типа, из-за чего пассажирам приходилось пересаживаться на автобусы в большом порту, чтобы добраться до места экскурсии, что вызывало определенные неудобства.

С появлением судов прибрежного плавания стало возможным доставлять пассажиров напрямую к месту экскурсии вдоль средиземноморского побережья и т.п.

Рынок речных пассажирских перевозок в Европе, безусловно, зависит от экономической обстановки, но не настолько, как грузовой. Наибольшее влияние оказывают долгоиграющие факторы, такие как, например, менталитет нации. Эта тенденция хорошо прослеживается на примере отношения к речным перевозкам в Германии и Франции. Если в Германии речные пассажирские перевозки имеют долгую историю, то во

Таблица 2
Пополнение пассажирского флота европейских государств в 2002–2010 гг.

Год	Тип судна		Общее кол-во судов / суммарная мощность судов всех типов
	круизные (количество судов / суммарная мощность, кВт)	для однодневных прогулок (количество судов / суммарная мощность, кВт)	
2002	17	9	26
	13 251	4834	18 085
2003	10	1	11
	7238	1566	8804
2004	5	1	6
	4021	662	4683
2005	5	5	10
	6280	2832	9112
2006	4	2	6
	1644	1959	5430
2007	2	1	3
	1816	1570	3386
2008	3	6	9
	5092	3092	8184
2009	9	1	10
	-	-	-
2010 (на октябрь)	3	1	4
	2871	2710	5581

Источник: [6]

Франции этот вид пассажирских перевозок стал развиваться относительно недавно.

Основными операторами судов для однодневных прогулок (экскурсии, прогулки) являются главным образом компании среднего размера, имеющие лишь основной офис в месте эксплуатации своего флота (не имеющие филиалов по всему ЕС).

Флот КС эксплуатируется большими компаниями, зачастую интернациональными, имеющими несколько филиалов по всему ЕС, а то и по всему миру, в том числе и на территории России.

Основными реками, на которых эксплуатируются речные КС Европы, являются реки центральной системы (Дунай, Рейн, Мозель, Майн, Эльба), реки Рона, Сена и Сона. По данным на 2009 г., 209 речных КС (96% всего флота) эксплуатируются именно на этих реках [4]. Оставшиеся 4% флота эксплуатируются на реках Испании и Португалии (Дору, Гвадиана), Швеции и Польши и несколько судов эксплуатируется на р. По в Италии.

Тенденцию развития речного круизного сектора в Европе можно проследить на примере немецкого рынка, где с 1999 по 2008 г. количество речных круизов увеличилось на 186% (для сравнения, океанские круизы возросли на 210%).

В табл. 3 и 4 приведены основные данные по круизам одного дня по Рейну/Западной Европе и Дунаю/Восточной Европе за 2009 г. [5].

Продолжительность 75% всех речных круизов по Европе составляет одну неделю. Недельные маршруты европейских речных круизов охватывают несколько стран, каждая из которых имеет свою историю. Например, во время круиза по Дунаю турист пересекает девять стран от Балтики до Черного моря (Германия, Австрия, Словакия, Венгрия, Хорватия, Сербия, Румыния, Болгария и Украина). Тур Рейн–Майн–Дунай – от Роттердама до Измаила, протяженностью 3500 км, это самый длинный маршрут в Европе, соединяющий 14 стран.

По данным «Bundesverbandes der Deutschen Binnenschifffahrt» [4] (Федеральная ассоциация речного транспорта Германии), ежегодно пассажирский флот страны, наибольший в Европе, перевозит порядка 15 млн. пассажиров. Основные клиенты – семьи, пенсионеры, целевые группы. Отмечается значительное количество иностранцев на круизах по Рейну.

Основные данные о круизах одного дня на Рейне / по Западной Европе (2009 г.)

Кол-во	Страны Западной Европы				
	Германия	Франция	Голландия	Бельгия	Швейцария
Судов	642	378	713	26	7
Мест	148 709	47 268	177 000	Ок. 3000	1627
Пассажиров	-	10 700 000	-	-	94 601

Источник: [5]

Таблица 4

Основные данные о круизах одного дня на Дунае / по Восточной Европе (2009 г.)

Кол-во	Страны Восточной Европы			
	Австрия	Венгрия	Германия	Словакия
Судов	56	74	23	15
Мест	16 300	11 628	9249	1421
Пассажиров	850 000	-	-	122 000

Источник: [5]

По данным на 2007 г. [5], прямые продажи туров на речные круизы достигли 292 млн. евро, что на 60% больше, чем в 2004 г.

Оборот немецких компаний в речном круизном секторе составил более 250 млн. евро в 2005 г. Было перевезено 2,6 млн. чел. В том же году немецкая круизная компания «Transocean» заработала 21 млн. евро на речных круизах, перевезя при этом более 17 000 чел.

Согласно оценкам [5], при каждом заходе круизного судна в порт турист в среднем тратит 32 евро, что является неплохим источником средств для города, который принимает круизное судно. Некоторое время назад в Германии популяризировалась «идея проведения отпуска на родине». Во многом благодаря этой идее стали популярными речные прогулки (рис. 1). Наибольшим спросом пользуются круизы по Рейну, средний участок которого, находящийся между Майнцем и Кобленцем, причислен к числу мирового культурного наследия ЮНЕСКО.

В 2009 г. старейшая государственная немецкая компания «Koeln-Duesseldorf Deutsche Rheinschiffahrt» перевела 10 из 15 принадлежащих ей судов в дочернюю иностранную компанию (страна регистрации – Мальта). Поэтому эти суда больше не фигурировали в немецкой статистике, хотя в действительности продолжали активно эксплуатироваться на маршрутах по Рейну между Дюссельдорфом и Майнцем. Это и стало причиной, по которой Рейн больше не возглавляет рейтинг по пассажиропотокам (см. рис. 1), уступив первенство Эльбе.

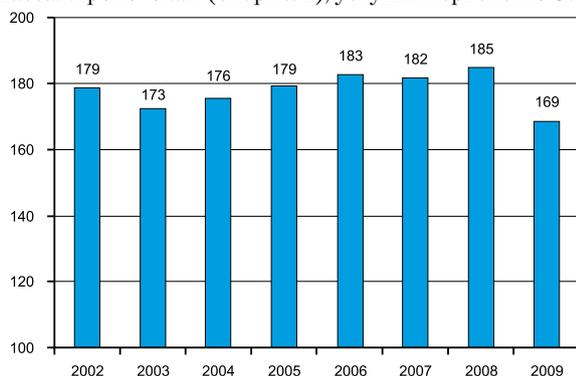


Рис. 1. Данные по речному пассажиропотоку (тыс. чел.) в Германии за 2002–2009 гг.

Источник: [5]

На рис. 2 представлена численность пассажиропотоков Германии по основным регионам в 2003–2009 гг. [5].

Следует отметить, что в 2007 г. немецкие речные круизные пассажирские суда перевезли порядка 300 тыс. чел. По каналам и рекам Берлина в настоящее время курсируют более 100 теплоходов, принадлежащих 31 пассажирской компании. Самая крупная из них – «Stern und Kreis» (32 теплохода). Флот компании «Саксонское пароходство» состоит из 13 судов, в том числе 9 исторических колесных пароходов. В 2011 г. пароходство отметило свой 175-летний юбилей.

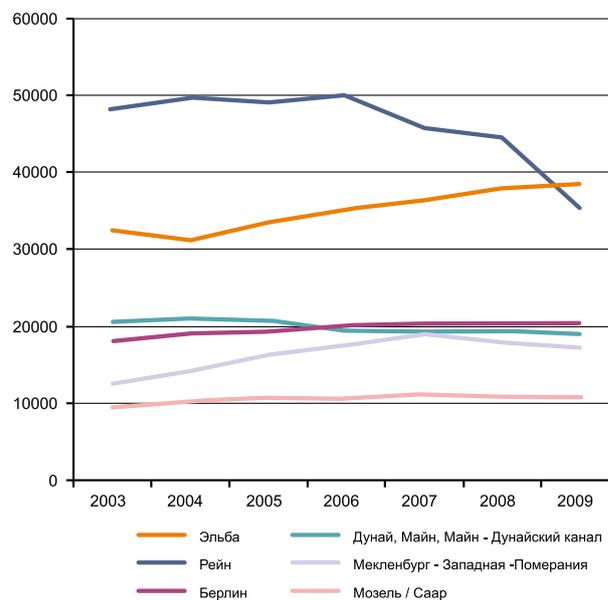


Рис. 2. Пассажиропотоки (тыс. чел.) в основных регионах Германии за 2000–2009 гг.

Источник: [5]

Всего на реках Германии в 2011 г. работало 1032 пассажирских судна, главным образом в регионах Берлина, Баварии и Мекленбурга-Передней Померании.

Во Франции, по данным на 2007 г., речным пассажирским транспортом было перевезено 10,3 млн. чел. [5]. Около 73% всех экскурсионных круизов приходится на Париж и его окрестности (Иль-де-Франс). Остальные регионы Франции занимают значительно более скромное положение (рис. 3).

Согласно результатам анализа [5], спрос на суда для однодневных прогулок во Франции значительно вырос: в Париже с 2002 по 2008 г. – на 36%, в других регионах – на 24%.

В Париже и его пригородах увеличение спроса в период с 2002 по 2008 г. значительно превысило рост предложения (+36%). В других регионах Франции увеличение спроса также превысило рост предложения, но разница не была столь существенной (+24% – увеличение спроса и 8,5% – рост предложения). На 2008 г. французский флот судов для однодневных прогулок состоял из 378 судов с 47 268 местами. Суда, которые эксплуатируются в Париже и его пригородах, значительно больше по размерам, чем суда в других регионах Франции. Средняя вместимость судов, эксплуатируемых в Иль-де-Франс, примерно 300 человек, в других регионах – 136. В 2006 г. около 150 тыс. чел. путешествовали по рекам Франции на каютных судах [4].

Ниже приведены статистические данные из публикации [5]:
1. В Амстердаме (Голландия) в 2004 г. 698 речных круизных пассажирских судов перевезли 87 830 пассажиров. В 2007 г. пассажиропоток составил 170 тыс. чел.

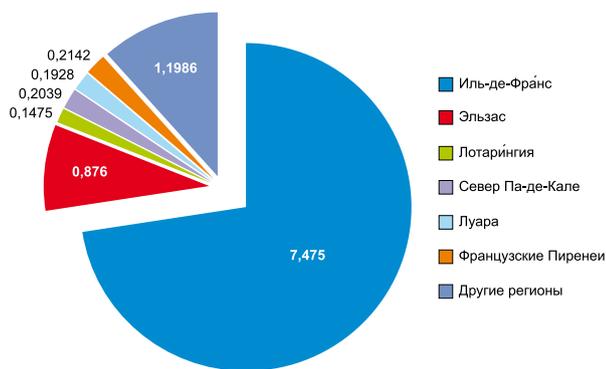


Рис. 3. Данные по речному пассажирообороту (млн. чел.) в регионах Франции на 2007 г.

Источник: [5]

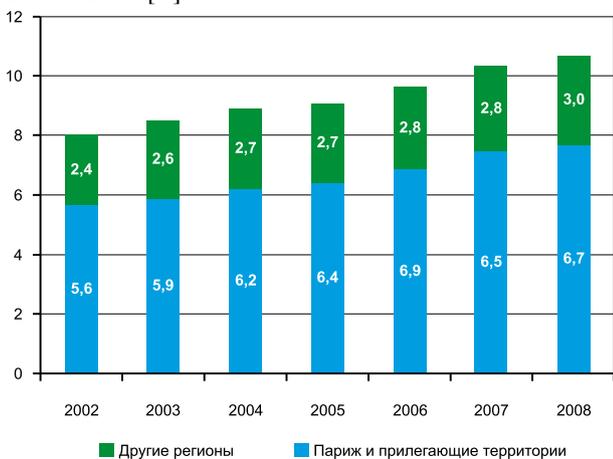


Рис. 4. Динамика спроса на суда для однодневных прогулок во Франции за 2002–2008 гг. В столбцах указана численность пассажирооборотов (млн. чел.).

Источник: [5]

2. В Швейцарии по данным за 2009 г., речным транспортом было перевезено 94 601 чел. Из них 67,6% пришлось на экскурсионные круизы, 13,5% – прогулки по рекам, 19% – на транзитные перевозки.

3. В Австрии в 2008 г. было перевезено 700 тыс. пассажиров на регулярных транспортных линиях и 150 тыс. транзитных пассажиров.

4. В Венгрии в 2009 г. было перевезено 115 670 пассажиров на регулярных транспортных линиях (в 2005 г. – 152 000).

5. В Словакии в 2008 г. было перевезено 121 509 пассажиров на регулярных транспортных линиях (из них 90 586 – собственным флотом и 30 923 – международным).

В 2010 г. в связи с экономическим кризисом, плохой погодой весной и в августе наблюдалось снижение количества клиентов, воспользовавшихся услугами прогулочных судов (однодневные путешествия). Свою негативную роль сыграло извержение вулкана в Исландии в мае 2010 г.

Интересно отметить, что эти же факторы не повлияли на рост круизных услуг (примерно 5% в год) во многом за счет американских туристов, которые продолжают составлять заметную долю в общем количестве пассажиров.

В 2011 г. банк «Irex», входящий в государственный банковский консорциум Германии KfW и швейцарский банк UBS, взяли на себя финансирование 75% стоимости заказа (срок действия кредита – 8,5 лет) на строительство пяти речных круизных теплоходов для швейцарской судостроительной компании «Viking River Tours», которые были построены на судостроительном предприятии «Neptunwerft» (Росток, Германия) к сезону 2012 г. Эта компания уже имеет 22 речных круизных теплохода.

В 2011 г. флот Европы насчитывал 2343 речных пассажирских судна (Германия – 1032 теплохода, Голландия – 701 теплоход и Франция – 493 теплохода).

Для внутренних водных путей Европы из-за определяющих ограничений ширины и высоты судна (габариты шлюзов и мостов) характерны двухпалубные КС с относительно малой шириной. Для судов, работающих в системе Рейн–Майн–Дунай, длина не превышает 135,0 м, ширина – 11,4 м. Суда для французских ВВП имеют длину и ширину 110,0 м и 11,4 м соответственно.

По архитектурно-конструктивному типу их можно охарактеризовать как самоходные плавучие гостиницы. На палубах надстройки, как правило, отсутствуют проходы по бортам. Самая верхняя палуба (Sun Deck) часто оборудуется бассейном и съемными (для обеспечения надводного габарита судна) тентами от солнца. Часто палубы с целью рационального использования внутренней площади выполняются закрытыми, а для прогулок используют Sun Deck.

Гостиничные пространства включают в себя пассажирские каюты, рестораны, места отдыха, бары, магазины, солнечные и прогулочные палубы, а также пространства, обеспечивающие связь между ними, т.е. коридоры, залы, лестницы и лифты. Сюда же входят помещения для обслуживающего персонала (служебные помещения, камбуз, кладовые, прачечные) и экипажа (каюты, кают-компания, комнаты отдыха).

Для более подробного анализа был выбран ряд судов ведущих операторов европейского рынка речных круизов. Сравнение распределения площадей палуб европейских речных круизных пассажирских судов представлены в табл. 5, сравнение удельных (из расчета на одного пассажира) площадей различных помещений европейских речных круизных пассажирских судов – в табл. 6.

На КС последних лет постройки, работающих на реках Западной Европы под флагами Германии, Голландии и Швейцарии, суммарная площадь помещений пассажирского блока составляет 61–71% (для сравнения, на эксплуатирующихся ныне в России судах – 43–50%). Понятно, что низкий коэффициент полезного использования площадей – признак меньшей эффективности судна.

Размеры кают зависят от категории: в стандартной категории размер каюты составляет 14–15 м², в категории повышенной комфортности – 18–25 м².

Заметно выросла площадь общественных помещений, приходящаяся на одного пассажира. Если в 80-е гг. она составляла около 6 м², то в XXI в. – уже 8–12 м².

При проектировании судовых жилых помещений особое внимание уделяется применению стандартизованных конструктивных элементов, так как нет никаких причин предусматривать, например, различия в оборудовании пассажирских кают одной и той же категории на разных пассажирских судах. Дальнейшим шагом в этом направлении является унификация всех кают на судах.

Для КС характерно расширение состава общественных помещений, которое достигается не за счет относительного увеличения размеров судов, а путем лучшей архитектурно-планировочной организации площадей палуб и помещений. Повышается удобство использования их оборудования и приспособленность к функциональным требованиям.

При этом увеличение пассажироместности речного КС до экономически целесообразной величины приводит к некоторому уменьшению доли площади общественных помещений. Приемлемое решение здесь может быть найдено, если крупные общественные помещения проектировать с учетом возможности совмещения их функций. Учитывая, что номенклатура услуг, предоставляемых пассажиру на борту, непрерывно возрастает, принцип совмещения различных функций может быть распространен и на другие помещения.

Рациональное использование площадей позволяет увеличить пассажироместность судна при тех же его размерах и снизить удельную себестоимость содержания в пересчете на одного пассажира.

Относительное распределение площадей палуб европейских речных круизных пассажирских судов, %

Тип судна	Помещения			
	пассажирские каюты	коридоры	салоны	прочие
«AmaBella»	28,0	6,4	16,8	38,5
«VIKING Freya»	28,3	5,1	20,5	30,8
«VIKING Sun»	31,9	7,3	26,9	33,9
«VIKING Europe»	29,4	6,1	21,8	42,8
«VIKING Prestige»	36,3	6,0	25,0	32,7
«AVALON Tranquility»	29,4	7,8	18,9	43,8
«AVALON Felicity»	20,2	6,3	19,0	42,0
«AVALON Panorama»	26,9	5,6	18,1	39,2
«A-Rosa Riva»	27,2	3,9	31,2	31,5
«A-Rosa Aqua»	30,5	3,5	33,5	32,4

Таблица 6

Удельная площадь помещений (м²/чел.) различных судовых помещений европейских речных круизных пассажирских судов

Тип судна	Помещения				
	пассажирские каюты	коридоры	салоны	прочие	суммарная площадь палуб
«AmaBella»	10,10	2,31	6,07	13,86	32,34
«VIKING Freya»	8,74	1,59	6,33	9,51	26,17
«VIKING Sun»	6,92	1,58	5,84	7,35	21,69
«VIKING Europe»	7,00	1,46	5,19	10,19	23,84
«VIKING Prestige»	8,21	1,36	5,66	7,40	22,63
«AVALON Tranquility»	9,72	2,57	6,25	14,48	33,03
«AVALON Felicity»	6,74	2,09	6,35	14,01	29,19
«AVALON Panorama»	9,04	1,88	6,08	13,16	30,16
«A-Rosa Riva»	10,79	1,53	12,37	12,50	37,18
«A-Rosa Aqua»	10,93	1,27	12,01	11,61	35,82

Принятая организация досуга на борту судна и берегового экскурсионного обслуживания предусматривает одноменное питание пассажиров в отличие от двухсменного, широко применяемого на отечественных судах. Для проведения широких общественных мероприятий хотя бы один из салонов (ресторан) имеет посадочную вместимость, близкую к полной пассажироместности судна. Особую роль играет носовой салон, который обеспечивает клиентам наилучший обзор окрестностей. В ряде случаев для тех же целей взамен носового салона используется открытая верхняя палуба Sun Deck.

На европейских КС стандартные каюты, как правило, двухместные, без верхних подвесных коек, две нижние кровати при необходимости могут трансформироваться в одну двухспальную. В каждой каюте обязательно имеются индивидуальный душ и туалет, телевизор, холодильник, есть доступ к Интернету, установлен телефон спутниковой связи. Часто имеется балкон для индивидуального пользования.

В настоящее время заметна тенденция дифференцирования услуг. Европейский бизнес предлагает теперь не просто стандартные услуги, а старается выделить каждый тур каким-либо особенным решением, например, особой кухней, классической музыкой, возможностью проводить концертно-развлекательные мероприятия и т.п. Такие подходы позволяют создать особые условия для каждой конкретной группы людей в зависимости от их образования, возраста, культурного уровня. Круизные суда все чаще используются как самоходные гостиницы, чтобы обеспечить прибытие клиентов на фестивали, выставки, проводимые в определенных городах по маршруту круиза.

Как правило, на крупных КС имеются в наличии фитнес-центр, солярий на открытой солнечной палубе, отдельный зал для курения.

В целом, как показал анализ опыта строительства европейских речных судов, можно выделить следующие проектные решения, применимые для отечественных перспективных речных КС:

1. При выборе главных размеров судов определяющим является наличие ограничений путей условий района эксплуатации судна (глубины, габариты судового хода, размеры

гидротехнических сооружений и т.п.); при полном или частичном отсутствии ограничений – соотношение главных размеров, полученное по результатам оптимизации ходовых качеств судна и весовых/пространственных характеристик судна.

2. При выборе архитектурно-конструктивного типа судна определяющим является:

а) наличие прогулочных галерей по бортам на всех палубах, обеспечивающих пассажирам круговой обзор достопримечательностей;

б) решение строить так называемые «плавающие гостиницы» с надстройкой по всей ширине судна без проходов по бортам (с устройством полноценных балконов/террас или «французских» балконов при каютах). Верхняя «солнечная» палуба оборудуется бассейном и тентами от солнца.

В отдельных случаях возможен промежуточный вариант, представляющий собой сочетание упомянутых выше вариантов.

Практически все новые КС, как морские, так и речные, строятся с максимальным количеством балконов.

3. Применение составных судов, состоящих из секции с судовой энергетической установкой и ходовым мостиком и секции с жилыми и общественными помещениями. Суда этого типа не только обеспечивают более комфортные условия по уровням шума и вибрации, но и имеют широкие возможности по продлению эксплуатационного периода.

4. Оборудование судов подъемными и опускаемыми рулевыми рубками. Подъемные рулевые рубки в основном требуются для составных судов (кормовое расположение). Опускаемые рулевые рубки в основном для судов с сильным ограничением надводного габарита. Для опускаемых рулевых рубок применимы следующие положения относительно палубы – приподнятое, на уровне палубы, частично утопленное (до уровня окон рулевой рубки) и полностью опущенная рубка заподлицо с палубой (наблюдение ведется по приборам и визуально судоводителем из открытого люка в крыше рулевой рубки).

5. При выборе планировки внутренних помещений судов используют модульные принципы формирования как жилых

блоков в целом, так и самих каютных модулей (стандартные каюты) и вертикальное зонирование жилых и общественных помещений (рестораны, салоны и бары размещаются в отдельных вертикальных зонах от жилых помещений, над каютами пассажиров и экипажа не размещаются помещения, в которых может создаваться шум).

6. При выборе пропульсивных установок судов применяются:

– классические трехвальные установки с гребными винтами;

– для двухвальных установок винторулевые колонки (ВРК), существенно повышающие управляемость (безопасность) судов и позволяющие уменьшить размеры машинных отделений (повышение экономической эффективности судна благодаря использованию высвобождающихся площадей под пассажирские помещения). Как правило, ВРК работают от дизель-электрической СЭУ;

– для судов с ограниченной осадкой – современные типы гребных колес.

7. При выборе судовых энергетических установок наиболее перспективны новые типы, существенно уменьшающие загрязнение окружающей среды и повышающие экономическую эффективность судна благодаря более рациональному использованию энергетических ресурсов, а именно:

– газовые двигатели, работающие на сжиженном природном газе (СПГ) и на компримированном природном газе (КПГ);

– гибридные двигатели (со встроенным компонентом электродвижения);

– системы, использующие в качестве вспомогательных источников энергии солнечную энергию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для наших условий может быть рекомендован традиционный монокорпусный тип пассажирского судна с широким внедрением модульного принципа формирования внутреннего пространства жилого блока судна. Применение стандартных модульных кают позволяет в одном и том же корпусе варьировать в достаточном широком диапазоне пассажироместности судна за счет изменения набора этих модулей пассажирских кают различной площади (в зависимости от требуемого уровня комфортабельности судна).

Для безопасного и ускоренного процесса эвакуации пассажиров могут быть использованы современные эвакуационные системы, состоящие из рукава и принимающей площадки (иногда посадка пассажиров может осуществляться прямо на спасательное средство), на которую спускаются пассажиры во время эвакуации и с которой они перемещаются на спасательные шлюпки и плоты.

Экипаж следует формировать, исходя из автоматизации СЭУ, палубных работ (автоматические якорно-швартовные лебедки), процесса погрузки припасов и механизации процесса уборки палуб (моечные машинки и т.п.) и с учетом использования совмещения специальностей.

В связи со снижением общего количества КС в эксплуатации необходима замена устаревшего флота на современный. На это потребуется достаточно много лет, значительные финансовые и трудовые затраты, освободившуюся же нишу на внутренних перевозках могут быстро занять иностранные судовладельцы. Во избежание подобной ситуации необходимо искать альтернативные пути решения проблемы. Одним из таких направлений является конверсия судов. Безусловно, кардинальным способом обновления парка флота являются строительство новых судов и вывод из эксплуатации физически и морально устаревших. Однако, несмотря на государственную поддержку отрасли, строительство новых судов ведется в основном для морских перевозок; появление новых судов для внутренних водных путей в ближайшие пять–десять лет представляется весьма проблематичным.

Ограниченность сроков навигации на российских реках значительно увеличивает сроки окупаемости инвестиций (более 15–20 лет) и делает недоступным привлечение кредитных ресурсов коммерческих банков и использование средств лизинговых компаний, работающих на рынке.

Следовательно, решение актуальной задачи обновления социально значимого, экологически чистого речного флота возможно только с привлечением государственных инвестиций.

Как известно, основное ядро существующего флота было построено в 1960–1980 гг. В настоящее время поддержание флота в работоспособном состоянии решается прежде всего за счет ремонта и модернизации судов. Однако такая возможность практически исчерпана. Последнее десятилетие обновление речного флота не осуществлялось. Сезонность работы и низкая рентабельность перевозок не позволяют сформировать необходимые ресурсы для воспроизводства судов. Длительные сроки окупаемости и высокие процентные ставки по кредитам и их краткосрочность, низкая капиталоемкость судоходных компаний не позволяют привлекать большие инвестиции в строительство судов.

В ближайшие 10 лет ожидается списание подавляющей части действующих речных судов. В эксплуатации останутся 56 относительно «новых» судов, прошедших модернизацию и конверсию (на сегодняшний день восемь уже прошли глубокую модернизацию и один – конверсию, на 10 КС заменены интерьер и каюты). Для российских туристов практически не останутся судов класса «М».

Размещение заказов на строительство речных судов требует больших капиталовложений, а в условиях сезонности работы и конкурентно-низких тарифов, окупаемость таких проектов имеет длительный срок.

Судоходные компании не имеют достаточного объема собственных денежных средств, а российские банки не выделяют дешевые и длинные кредиты на строительство речного флота.

В этих условиях система лизинга речных судов на принципах софинансирования со стороны государства, банков и заказчиков судов, включая государственные субсидии на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам и лизинговым платежам, является наиболее действенным механизмом решения задач обновления и модернизации флота.

Помимо исследованных выше проблем следует обратить внимание на то, что большинство пассажиров прогулочных рейсов в районе Берлина, Парижа, Лондона и Амстердама – местные и иностранные туристы. Появление в Санкт-Петербурге Морского фасада и введение безвизового посещения города в течение 72 часов пассажирами морских КС способствовало «взрывному» росту прогулочного флота в морской столице. Смягчение визового режима для туристов и строительство гостиниц в Москве и в других российских городах на реках также сможет придать импульс развитию малых пассажирских судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Н.А., Егоров Г.В. Как в условиях ограниченных ресурсов сохранить отечественный флот // Речной транспорт (XXI век). – 2005. – № 3. – С. 65–73.
2. Павлюченко Ю.Н., Новосельцев Е.М., Парняков А.В. История судостроения: Круизные суда. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. – 198 с.
3. Семин А.А. Речной круизный флот: современность и перспективы. – URL: www.r-flot.ru (дата обращения 19.08.2011).
4. Market Observation for inland navigation in Europe. Report on the economic situation - mid-2007. – Edited by the Secretariat of the Central Commission for Navigation on the Rhine Secretariat // Observation of the market. 2007. – No. 4 (September). – Strasbourg. – 58 p.
5. Market Observation for inland navigation in Europe. Supply and demand situation in 2009 and analysis of the state of the economy in mid-2010. – Edited by the Secretariat of the Central Commission for Navigation on the Rhine Secretariat // Observation of the market. – 2010. – No. 11 (June). – 124 p.
6. Market Observation for inland navigation in Europe. Analysis of the economic situation - Autumn 2010. Edited by the Secretariat of the Central Commission for Navigation on the Rhine Secretariat // Observation of the market. – 2010. – No. 12 (December). – 124 p. ■

В настоящее время признанным центром надводного военного кораблестроения, главным строителем боевых надводных кораблей всех классов по праву считается ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь». Предприятие только на сегодняшний день заключило контракты с Министерством обороны РФ на строительство шести корветов, шести фрегатов и судна специального назначения.

Всего за сто лет славной трудовой деятельности со стапелей завода сошли более 400 боевых кораблей и судов различного назначения. Наступивший 2012 г. для предприятия особенный – коллектив отмечает свою вековую историю.

Продукция завода всегда исключительно высоко оценивалась заказчиками, и такая традиция сохраняется. В значительной степени это объясняется тем, что на заводе действует универсальная система менеджмента качества, отвечающая самым высоким требованиям международных стандартов. Наличие этой системы позволяет предприятию упорядочить и оптимизировать все бизнес-процессы, в том числе и процессы, относящиеся к контролю качества выпускаемой продукции на всех этапах ее производства, начиная с входного контроля качества материалов и комплектующих изделий и заканчивая испытаниями готовой продукции.

В соответствии с требованиями времени и направленностью развития судостроительной науки «Северная верфь» неоднократно подвергалась широкомасштабной системной реконструкции и модернизации, в ходе которых на заводе был создан целый комплекс сооружений и производств, разработаны высокоэффективные технологии. Все реконструкции завода были ориентированы на повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции, в первую очередь своей основной продукции – боевых надводных кораблей.

Сегодня «Северная верфь» – единственное в России предприятие, которое имеет опыт строительства судов и кораблей с использованием 3-мерной математической модели, разработанной в специализированной судостроительной системе, что позволяет совместить выпуск рабочей конструкторской документации с разработкой геометрических и технологических параметров корпусных деталей.

Разрабатывая стратегию очередной системной реконструкции и модернизации производства, специали-

ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬСТВА КОРАБЛЕЙ ОГРАНИЧЕННОЙ СЕРИИ НА «СЕВЕРНОЙ ВЕРФИ» И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

В.Н. Половинкин, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
А.Б. Фомичев, канд. техн. наук, доцент СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 386 6703

сты завода исходят из того, что современные боевые корабли – это сложная, наукоемкая продукция, затраты на комплексную подготовку производства которой сопоставимы с затратами на само производство. Примерно равна и продолжительность подготовки производства и постройки корабля, особенно если речь идет о единичной или мелкосерийной продукции.

К сожалению, в настоящее время, да и в ближайшем будущем строительство боевых надводных кораблей для ВМФ РФ будет единичным или в лучшем случае мелкосерийным, что ограничивает возможности внедрения наиболее эффективных способов их постройки. Более того, при мелкосерийном или единичном производстве вообще приходится отказываться от ряда традиционных и общепризнанных прогрессивных способов постройки для достижения необходимых экономических показателей. Ограниченное производство становится для предприятия недостаточно рентабельным и даже убыточным.

В связи с этим на заводе разработана принципиальная схема автоматизированной подготовки начального этапа строительства каждого нового заказа. На базе современных информационных IT-технологий на «Северной верфи» также разрабатывается и принимается к реализации общий план подготовки производства.

Следует отметить, что верфь функционирует в едином информационном и информационно-управляющем пространстве, которое включает переродовые проектные организации – СПКБ и ПКБ «Алмаз», что позволяет практически исключить дублирование информации, использовать в IT-системах верфи информацию, формируемую в IT-системах ПКБ.

На базе этих документов на предприятии осуществляются планиро-

вание, материально-техническое обеспечение, организация и регулирование всех производственных процессов, а также учет изготавливаемых и затребованных деталей и комплектующих изделий с учетом особенностей производства. К таким особенностям относятся, например, длительный цикл строительства практически любого крупного боевого корабля, большой объем незавершенного производства, многоступенчатость системы плано-учетных единиц, практика начала постройки головного корабля еще до полного окончания рабочего проектирования и т.д. Все это значительно осложняет все виды технической подготовки производства и накладывает на нее жесткие ограничения как по времени, так и по затратам.

На «Северной верфи» традиционно выделяют следующие относительно обособленные виды подготовки производства:

1. Реконструкция и техническое перевооружение производства к постройке каждого корабля нового проекта представляют собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих выполнение нового заказа при минимуме затрат на обеспечение специализированными средствами, сооружениями, необходимыми площадями, коммуникациями, подъемно-транспортными механизмами. Такая реконструкция традиционно основывается главным образом на внедрении комплексной механизации и автоматизации производства. В свою очередь комплексная механизация производства сводится к сбалансированному внедрению в производственный процесс только тех средств и установок, которые способствуют снижению себестоимости, а также повышению качества продукции, увеличению производительности и снижению трудоемкости ручного труда.

Автоматизированные производственные составляющие «Северной верфи», например, автоматизированное оборудование, автоматизированные линии, отличаются тем, что имеют встроенные универсальные и единые для всего производства функции управления технологическим процессом. Для этого на заводе разработана и внедрена система формирования управляющих программ на базе использования современных информационных технологий и вычислительной техники, при этом геометрия деталей формируется непосредственно на базе проектных данных. При таком подходе комплексная автоматизация производства «Северной верфи» представляет собой не простое внедрение сложных автоматизированных комплексов, а совершенствование производства на основе внедрения сбалансированных средств автоматизации производственных процессов и инженерной подготовки производства, интегрированное по информационной компоненте с базами данных проектной организации. Такой опыт может быть востребован и другими верфями.

Однако при совершенствовании и реконструкции судостроительных заводов следует учитывать, что объективная неравномерность процесса механизации и автоматизации в различных видах судостроительного производства обуславливает существенное противоречие в перспективном развитии судостроения, которое заключается в неизбежном несоответствии мощностей (или пропускных способностей) отдельных производств по мере их развития. Уже сегодня единичные мощности механизированных линий в корпусообработывающем и сборочно-сварочном производствах, как правило, существенно превышают потребности судостроительного предприятия в целом. К сожалению, вопрос о сбалансированном развитии всех взаимосвязанных производств в рамках одного предприятия можно ставить только теоретически. Практически на каждом этапе развития конкретного судостроительного предприятия этого достичь невозможно. Данную проблему целесообразно решать на уровне отрасли или объединенной судостроительной корпорации. На современном этапе, например, «узкими местами» в судостроении являются корпусоборочное и монтажное производства, и попытка сбалансировать их с высококомеханизированным и автоматизированным корпусообработывающим производством неизбежно приведет к росту размеров судостроительного предприятия сверх разумных преде-

лов. В то же время предприятие с развитым корпусообработывающим производством может и должно выполнять заказы на выполнение этих видов работ от других предприятий отрасли. В настоящее время трудоемкость судоборочного производства занимает до 45–50% в трудоемкости постройки корпуса и до 20–25% в трудоемкости постройки судна. Производственные площади сборочно-сварочных цехов составляют до 20% и более общих производственных площадей верфей, в них заняты до 25% всех производственных рабочих.

На технологическую оснастку этих цехов используют до 15% металла от массы корпуса стоящихся судов, затрачивается на нее до 10% трудоемкости постройки корпуса.

2. Конструкторская подготовка производства на «Северной верфи» заключается в разработке с использованием IT-технологий:

- проектных конструкторских документов;
- ведомостей заказа материалов и комплектующего оборудования;
- принципиальных производственных технологий (в том числе и новых технологий) и организаций постройки корабля;
- рабочих конструкторских и технологических документов судостроительной верфи и изделий судового машиностроения;
- эксплуатационных и ремонтных документов применительно ко всем элементам жизненного цикла заказа;
- макетов, моделей устройств и стендов для проведения испытаний различных конструкций и устройств корабля и т.д.

Основной принцип организации конструкторской подготовки – максимально глубокая интеграция проектных и технологических баз данных, формирование единого информационно пространства. Это достигается за счет единства нормативно-справочной информации, согласования информационных потоков, в том числе при развитии программных комплексов.

3. Материально-техническая подготовка производства. Основной задачей материально-технической подготовки производства на «Северной верфи», как и на любом другом машиностроительном предприятии, является обеспечение постройки кораблей новых проектов необходимыми материалами и комплектующими изделиями в соответствии с заказными ведомостями и запланированной номенклатурой, а также объемами и сроками договорных поставок и выполнения собственных работ.

Такая деятельность включает пре-

жде всего поиск наиболее выгодных поставщиков, заключение договоров с ними, отслеживание сроков поставок данной качественной продукции, оплату своевременных поставок, составление претензий, исков, рекламаций и т.д. Важность данного вида деятельности определяется, например, тем, что затраты на комплектующие изделия и поставки могут составлять от 35 до 50% и более себестоимости выпускаемой продукции.

Следует отметить, что вся информация о номенклатуре, объемах и технических требованиях к материалам и оборудованию доступна в едином информационном пространстве в режиме реального времени непосредственно с момента включения этих данных в рабочую документацию. Это принципиальным образом влияет на процедуры материально-технической подготовки производства.

4. Экономическая подготовка производства в современных условиях приобретает особое значение. До недавнего времени традиционными задачами экономической подготовки судостроительного производства, в том числе и на «Северной верфи», являлись:

- определение цены корабля (например, прибыль регламентировалась порогом 20 % от всех издержек предприятия);
- согласование цены с заказчиком, установление сроков и источников финансирования работ, списание издержек;
- оценка вариантов строительства корабля, экономическое обоснование мероприятий, связанных с внедрением новых технологических процессов, модернизацией производства.

Получение государственного оборонного заказа теперь возможно исключительно через тендер. При этом заводская себестоимость заказа является одним из наиболее существенных факторов, определяющих сам факт его размещения на том или ином предприятии. К сожалению, конкуренция, в том числе и в военном кораблестроении, носит сугубо ценовой характер, а фактор высокой наукоемкости кораблей новых проектов и, что особенно важно, способность и готовность конкретного предприятия освоить такую наукоемкую продукцию сведены до минимума.

Таким образом, себестоимость корабля, как и любого коммерческого судна, признана в стране фактором конкурентоспособности предприятия. Кроме этого, и другие важнейшие показатели качества полученной продукции, например, тактико-технические характеристики постро-

енных кораблей, их потенциальная боевая эффективность, практически не учитываются. Отсюда вытекают объективные причины практически всех аварий и катастроф.

В этих условиях важнейшей функцией экономической подготовки производства на «Северной верфи» становится не учет всех затрат, а управление ими, направленное на их минимизацию или оптимизацию. При этом предприятие выполняет как самостоятельный поиск заказов, так и стратегическое и тактическое управление производством на основе экономического подхода. Этот подход положен и в основу определения предпочтительного способа или варианта постройки корабля нового проекта, особенно при мелкосерийном производстве. Прибыль – главная цель любого предприятия и показатель успешности его деятельности, а ключевой проблемой в обеспечении его позитивного развития является экономическое управление.

Управление в ходе экономической подготовки производства связано в первую очередь с выявлением резервов повышения его эффективности, величин этих резервов, а также конкретных технологических, управленческих или организационных процессов, требующих совершенствования для снижения затрат. Опыт «Северной верфи» свидетельствует, что основной повышении эффективности современного судостроительного производства являются прежде всего управленческая модернизация, а также поиск внутривзводских экономических механизмов, ценовых и транспортно-заготовительных резервов снижения потенциальных затрат на базе внедрения в систему управления новых информационных технологий.

5. Подготовка кадров для военного кораблестроения в настоящее время – наиболее значимая проблема, требующая незамедлительного решения. В отрасли явно выражен «кадровый голод». Не хватает в первую очередь инженеров-технологов, подготовка которых практически утрачивается. А ведь наличие компетентных инженеров-технологов – основа успешной деятельности любого предприятия. Для подготовки необходимых кадров рабочих и инженерно-технических специальностей соответствующей квалификации, владеющих новыми информационными технологиями, судостроительные предприятия вынуждены создавать собственные учебные центры, в которых специалисты осваивают новые технологии, новое программное обеспечение, внедряемое на данном предприятии.

Такой подход позволяет, с одной стороны, значительно ускорить процесс подготовки собственных высококвалифицированных кадров, снизить затраты на их обучение, а с другой – способствует нецелевому использованию наиболее подготовленных специалистов при отрыве их от участия в реальном производстве. Скорее всего, современное производство должно стать базой, где выпускники образовательных учреждений приобретают практические навыки, осваивают современные производственные технологии, местом проведения практических занятий и стажировок. При этом весь образовательный процесс должен быть сосредоточен в образовательном учреждении.

6. Социально психологическая подготовка на предприятии призвана создавать благоприятный социально-психологический климат, способствующий созданию и выпуску продукции самого высокого качества в установленные сроки с минимальными трудовыми и материальными издержками.

Однако важнейшее место в подготовке любого машиностроительного производства (и военное кораблестроение не исключение) должно быть по праву отведено организационной и технологической подготовке.

7. Технологическая подготовка производства на судостроительном предприятии включает определение полного состава работ, необходимых для постройки корабля, а также распределение этих работ по этапам строительства между цехами-участниками, производствами. В условиях мелкосерийного производства, выполнения единичного или головного заказа она включает комплекс работ по проектированию, созданию и внедрению новых технологических процессов и совершенствованию действующих, проектированию и изготовлению технологической оснастки, выбору оборудования, установлению нормативов использования труда, материалов, оборудования.

До недавнего времени продолжительность технологической подготовки на судостроительных предприятиях, в том числе и на «Северной верфи», была практически соизмерима с продолжительностью строительства корабля, особенно головного. Такое положение особенно характерно для единичного или мелкосерийного производства. Это связано с тем, что технологическая подготовка, с одной стороны, по своим масштабам охватывает все основные виды судостроительного производства, с другой – в этот период

вносятся различные конструкторские и технологические изменения, что значительно задерживает постройку головных кораблей.

Спецификой технологической подготовки производства верфи до недавнего времени являлось совмещение по срокам конструкторской подготовки производства в конструкторском бюро с технологической подготовкой производства на предприятии путем участия технологов завода в работе ЦКБ, начиная со стадии технического проектирования. Это касалось прежде всего разработки принципиальной технологии и организации строительства корабля, связанной с разбивкой корпуса корабля на сборочные единицы с учетом производственных условий предприятия-строителя, а также с выбором схемы формирования корпуса корабля на построечном месте и размещения производства на предприятии.

Продолжительность технологической подготовки производства на «Северной верфи» в связи с внедрением новых информационных технологий и совершенствованием организации труда технологов резко сократилась. Сегодня технологи работают параллельно с конструкторами, как заводскими, так и ПКБ, в едином информационном пространстве, технолог имеет доступ к геометрии объекта и его техническим параметрам до формирования бумажного документа. Разработка чертежей оснастки, технологических инструкций ведется на основе электронных данных, получаемых от проектных организаций.

Несколько слов надо сказать о тенденциях развития технологий судостроительного производства.

С одной стороны, дальнейшее развитие судостроительного производства возможно только при углублении его технологической специализации и внедрении на этой основе новых прогрессивных технологий и высокопроизводительного оборудования. Так было всегда, и так должно быть в будущем. С другой стороны, тенденция углубления специализации судостроительного производства неразрывно связана с тенденцией расширения кооперации предприятий в процессе производства продукции, особенно военного кораблестроения. Современный судостроительный завод при постройке боевого корабля кооперируется с сотнями предприятий десятков различных отраслей промышленности и народного хозяйства, многие из которых отделились в свое время от судостроения. По мнению специалистов, на долю современной верфи сегодня приходится не бо-

лее 25–35% общей трудоемкости постройки корабля как сложной технической системы.

Следующая тенденция развития технологии судостроения – концентрация промышленного производства. Однако данная тенденция не столь очевидна.

Таким образом, перспективные технологии судостроения и военного кораблестроения по сравнению с технологиями наших дней будут базироваться на следующем:

- более углубленной специализации судостроительного производства;
- более широкой кооперации как с другими отраслями промышленности и народного хозяйства, так и внутри самого судостроения;
- более высокой концентрации производства;
- более широком фронте параллельно выполняемых работ при постройке судов.

Конкретные технологические решения при этом должны будут обеспечивать:

- возможность дальнейшего углубления специализации производства при сохранении мелкосерийного и даже единичного характера судостроительной продукции;
- формирование принципов логистики, включая разработку транспортных схем по доставке на верфи-сдатчики крупногабаритных объектов (насыщенных блоков), изготавливаемых на предприятиях-смежниках;
- возможность внедрения комплексной и даже полной автоматизации процессов в отдельных видах производства при сохранении в приемлемых пределах размеров судостроительных предприятий в целом, диктуемых достигнутым к тому времени уровнем концентрации судостроения;
- соответствие между сложностью и стоимостью будущих построечно-спусковых сооружений и ограниченностью тех задач, которые будут возлагаться на них при дальнейшем расширении фронта работ в судостроении;
- единые принципы приемки и контроля качества элементов судна, изготавливаемых на различных предприятиях, исключающие дополнительные затраты на монтаж и сборку на верфи-сдатчике и т.д.

8. Организационная подготовка производства. В настоящее время в судостроении и военном кораблестроении применяют три основных метода организации производства: позиционный, поточно-бригадный и поточно-позиционный.

Наиболее рациональным методом организации серийной постройки как

боевых кораблей, так и различных судов является поточно-позиционный, позволяющий организовать ритмичное производство и на самих поточных линиях постройки судов, и в заготовительных цехах завода, максимально механизировать различные работы на специализированных позициях и участках.

Современное состояние техники, технологии и организации отечественного судостроительного производства позволяет применять на практике все указанные схемы постройки судов. Однако предпочтительный метод организации производства выбирается, в первую очередь, с учетом серийности, конструктивных особенностей выпускаемых кораблей или судов, а также с учетом производственных условий завода-строителя и заданной программы выпуска. При этом также необходимо учитывать существующие местные производственные потенциалы, транспортные возможности и расходы, климатические и географические условия расположения предприятия и возможные сроки доставки грузов.

Для выбора метода организации постройки должна быть создана методика математического моделирования схем постройки судов и разработан алгоритм их расчета, позволяющий анализировать возможные варианты схемы по целому ряду показателей, в первую очередь по продолжительности и трудоемкости постройки судна.

Опыт «Северной верфи» свидетельствует, что при единичном или мелкосерийном строительстве практически безальтернативным является позиционный метод. В математической модели процесса целесообразно рассмотреть и оптимизировать возможности участия всех судостроительных мощностей Северо-Западного региона. При таком подходе все контроленты могут рассматриваться как позиции единого технологического процесса. Кроме этого, на выбор варианта схемы постройки судов влияет большое число различных факторов, среди которых важнейшее значение имеет тип построечного места. Для мелкосерийного строительства боевых кораблей предпочтительнее горизонтальные построечные места. На заводах крупного военного кораблестроения весьма распространенным типом построечного места являются также строительные доки.

Одно из перспективных направлений дальнейшего совершенствования судостроительного производства – обязательный учет фактора времени в комплексной подготовке производства. Например, чрезмерное, недостаточно обоснованное увеличение за-

трат времени на все этапы комплексной подготовки производства обуславливает рост непроизводительных затрат труда и повышенное потребление ресурсов, а в отдельных случаях и моральное старение оружия и вооружения еще на стадии постройки корабля и его освоения. В свою очередь, продолжительность подготовки определяется продолжительностью стадий и этапов, из которых состоит комплексная система подготовки производства, а также степенью (коэффициентом) параллельности их выполнения.

Не менее важной задачей является формирование единого информационного пространства не только на уровне верфь-ПКБ, но и заводов-производителей основного комплектующего оборудования и всех основных ПКБ, участвующих в создании и строительстве корабля, его оружия и вооружения.

Основные задачи организации и планирования процессов подготовки производства с целью сокращения их длительности:

- снижение до минимума количества изменений, вносимых после передачи результатов из предшествующей стадии (этапа) в последующую;
- определение рациональной степени параллельности фаз, стадий и этапов цикла;
- обеспечение минимума затрат времени при выполнении работ и минимума потерь при передаче результатов работ из предыдущей стадии, в последующую.

Решение первой задачи достигается главным образом инженерно-техническими методами, обеспечивающими качество отработки и выполнения этапов подготовки производства. Вторая задача решается плано-координационными методами, в том числе методами сетевого планирования. При этом следует учитывать, что рациональное совмещение стадий и этапов работ подготовки производства (параллельно-последовательный или параллельный метод выполнения фаз, стадий, этапов и работ) приводит к сокращению цикла, не изменяя трудоемкости процессов. При решении третьей задачи используются организационные методы, которые влияют на продолжительность подготовки производства за счет сокращения трудоемкости этапов цикла и изменения характера и сроков их выполнения. Организационные методы обуславливают сокращение затрат на выполнение стадий и этапов системы подготовки производства, а также получение экономического выигрыша от сокращения продолжительности цикла.

Группа организационных методов в числе других включает:

- унификацию, стандартизацию и типизацию технических и организационных решений на стадиях подготовки производства;
- специализацию и четкое разделение труда в процессе выполнения этапов, связанных с изготовлением основных средств для нового производства (спецоборудования, оснастки, контрольно-измерительной и испытательной аппаратуры);
- механизацию и автоматизацию информационного обслуживания работников служб подготовки производства;
- автоматизацию различного рода технических, экономических и нормативных расчетов;
- механизацию и автоматизацию проектирования объектов производства (создание автоматизированных рабочих мест);
- автоматизацию конструкторско-технологического проектирования изделий, процессов, оснастки, инструмента.

Базой автоматизации является математическое моделирование, позволяющее в разумных пределах формализовать выполнение операций с целью нахождения наиболее рациональных решений в различных производственных ситуациях.

Следует особо подчеркнуть, что ускорение, например, технологической подготовки и повышение качества конструкторской и технологической документации способствуют снижению начальной себестоимости и сокращению цикла освоения новой продукции, что значительно повышает эффективность производства и эксплуатации новых изделий. В то же время, если начинать освоение производства до завершения технологической подготовки, будет иметь место рост себестоимости продукции и увеличение периода строительства корабля.

В настоящее время отечественные судостроительные предприятия ищут новые пути повышения своей конкурентоспособности и на мировом, и на внутреннем рынке. Специалисты, как правило, связывают эти пути с выбором управляющих информационных решений. Если раньше внедрение информационных технологий было локальным (автоматизация бухгалтерии, финансов, отдела кадров), то в настоящее время к информационным технологиям прибегают уже как к инструментарию для повышения эффективности бизнеса и в конечном итоге конкурентоспособности. Благодаря современным технологиям

становится возможным эффективно управление деятельностью предприятия, что позволяет контролировать все стороны деятельности предприятия, оперативно выявлять «узкие места».

Однако цели руководства судостроительных предприятий с появлением новых информационных технологий практически не меняются. На всех без исключения предприятиях у высшего руководства есть круг задач, без решения которых невозможно благополучное существование предприятия. Во-первых, это обеспечение портфеля заказов; во-вторых, обеспечение прибыльности бизнеса и, в-третьих, что вытекает из первых двух задач, необходимость владения полной и достоверной информацией о ходе выполнения заказов (сколько нужно разнообразных финансовых, людских, временных ресурсов вообще и на определенных стадиях работ, достаточны ли имеющиеся складские запасы, и т.д.).

Одной из проблем современно-го отечественного военного кораблестроения, которая оказывает непосредственное влияние на сроки строительства кораблей и на их цены, является сложившийся стереотип: привычка рассматривать процесс создания корабля как состоящий из двух независимых составляющих – проектирования и постройки.

Новые экономические условия позволяют решить эти проблемы, исходя из новых подходов, которые основываются на следующем: функции проектных предприятий и конструкторско-технологических подразделений (технические службы) предприятий должны дифференцироваться: ЦКБ должны сосредоточиться на исследовательском (концептуальном) проектировании с многовариантными проработками, уделяя особое внимание технико-экономическому анализу; всю рабочую, сдаточную и отчетную документацию должны выполнять инженерные службы (центры) судостроительных предприятий. Разработку рабочей конструкторской документации следует выполнять одновременно с технологической, что позволит повысить технологичность конструкций, сократить сроки технической подготовки производства, повысить эксплуатационные качества и конкурентоспособность кораблей

Однозначно необходим переход к новым информационным технологиям и основанным на них интегрированным автоматизированным системам проектирования и технологической подготовки производства типа CAD/CAM.

Первоочередного совершенствования, повышения его эффективности требует судокорпусное производство, которое составляет 40% и более от общей трудоемкости постройки кораблей и судов. Его характерными особенностями являются высокая стоимость основных фондов, непосредственное влияние на все другие работы по постройке судна и т.д. Все это предопределяет необходимость перехода к индустриальным методам производства, способствующим решению главной задачи – обеспечению выполнения работ судокорпусных производств при единичной и мелкосерийной постройке методами массового производства. Первоочередными задачами здесь являются:

- в корпусообработывающем производстве – увеличение количества перерабатываемой стали с использованием программного компьютерного обеспечения автоматизированного расчета изготовления деталей и оснастки;
- в сборочно-сварочном производстве – совершенствование организации производства, и, в первую очередь, повышение эффективности использования производственных площадей и трудовых ресурсов;
- в корпусостроительном производстве – сокращение продолжительности стапельного периода и повышение эффективности использования построечных мест, сокращение объема гидравлических испытаний корпусов на непроницаемость и замена их на воздушные, совершенствование спуска судов с наклонных стапелей.

Весьма важно для судокорпусного производства повышение точности выполнения работ. Это сложная научно-техническая проблема, включающая в себя комплекс различных проблем, к острейшим из которых следует отнести определение взаимосвязанных требований к точности изготовления и установки корпусных конструкций с учетом технических возможностей и экономической целесообразности, а также повышение точности методов и средств измерения.

В заключение следует отметить, что авторы обозначили лишь некоторые первоочередные проблемы совершенствования организации подготовки судостроительного производства, в значительной степени основанные на опыте ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь».

Пользуясь случаем, мы сердечно поздравляем коллектив завода с юбилеем и желаем ему дальнейших творческих успехов, трудовых подвигов на благо нашей Родины и ее славного ВМФ. ■

1 июля 2007 г. исполнилось 80 лет крупному российскому конструктору, ученому и педагогу, доктору технических наук, профессору Санкт-Петербургского государственного морского технического университета Юрию Николаевичу Кормилицину.

Будучи генеральным конструктором неатомных подводных лодок в ЦКБ морской техники «Рубин» Юрий Николаевич на рубеже XX и XXI вв. создает подводные корабли, опережающие свое время и на много лет определяющие тенденции мирового подводного кораблестроения. Это его подводные лодки, экспортируемые во многие страны мира, являются сегодня важнейшим фактором международной стабильности, реально формирующим многополярный мир.

А начиналось все на Дальнем Востоке в Хабаровске, где в 1932 г. родился Ю.Н. Кормилицин, затем во Владивостоке, где его отец строил подводные лодки, а он учился в школе и впервые задумался о покорении океанских глубин.

В 1956 г. Ю.Н. Кормилицин окончил Ленинградский кораблестроительный институт и поступил на работу в ЦКБ МТ «Рубин», которому отдал более пятидесяти лет своей жизни, последо-

К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА Ю.Н. КОРМИЛИЦИНА



вательно пройдя путь от молодого специалиста до генерального конструктора подводных лодок и глубоководных технических средств с неатомными энергетическими установками. Он – главный конструктор четырех поколений дизель-электрических подводных лодок

(проектов 641, 641Б, 877, 677 и их модификаций). При его непосредственном участии построены все современные российские неатомные подводные лодки общим количеством свыше 180 единиц.

Профессор Ю.Н. Кормилицин – автор более 250 научных трудов, среди которых – 11 монографий и учебников. Его классический труд «Проектирование подводных лодок», переведенный на другие языки, известен далеко за пределами России. Он – академик Российской инженерной академии.

Общение с Юрием Николаевичем, обаятельным человеком, прекрасным рассказчиком, обладающим искрометным юмором, доброжелательным и в то же время собранным, целеустремленным, требовательным и справедливым, одновременно ответственно и приятно. Кажется, время не властно над ним. Он всегда в прекрасной физической и творческой форме. Всегда в поиске, в движении к новым целям и достижениям. ■

Генеральному конструктору,
доктору технических наук, профессору,
лауреату государственных премий
Ю.Н. КОРМИЛИЦИНУ

г. Санкт-Петербург

УВАЖАЕМЫЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ!

От имени Военного совета Краснознаменного Северного флота, всех воинов-североморцев и себя лично искренне и сердечно поздравляю Вас со знаменательным юбилеем – 80-летием со дня рождения!

Вся Ваша сознательная жизнь неразрывно связана с укреплением боевой мощи Военно-Морского флота СССР и России.

Ваш профессионализм, трудолюбие, энергия и ответственность конструктора подводных лодок и глубоководных технических средств списали Вам заслуженный авторитет и уважение не только среди научно-технического персонала Центрального Конструкторского Бюро Морской Техники «РУБИН», но и среди всех подводников Военно-Морского Флота.

Уверен, что Ваша деятельность будет и впредь направлена на дальнейшее повышение боевой готовности Вооруженных Сил, укрепление обороноспособности Российской Федерации.

От всей души желаю Вам, уважаемый Юрий Николаевич, доброго здоровья, счастья, благополучия, жизненного оптимизма и дальнейшей плодотворной деятельности на благо великой России и ее славного Военно-Морского Флота.

С уважением,

КОМАНДУЮЩИЙ СЕВЕРНЫМ ФЛОТОМ
вице-адмирал

В.И. КОРОЛЕВ
«13» июля 2012 года
г. Североморск

ГУБЕРНАТОР САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
ПОСТАНОВЛЕНИЕ окуд

03.07.2012

№ 286 - пгк

**О награждении знаком отличия
«За заслуги перед Санкт-Петербургом»**

На основании постановления Правительства Санкт-Петербурга от 28.04.2004 № 660 «О почетном знаке «За заслуги перед Санкт-Петербургом» и знаке отличия «За заслуги перед Санкт-Петербургом» наградить знаком отличия «За заслуги перед Санкт-Петербургом» Кормилицина Юрия Николаевича – генерального конструктора неатомных подводных лодок открытого акционерного общества «Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин».

Губернатор
Санкт-Петербурга

Г.С.Полтавченко



Редакционный совет, редколлегия журнала «Морской вестник», а также друзья и коллеги поздравляют Юрия Николаевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

В современных условиях научно-технического прогресса и развития проектирования судов особое значение приобретает обеспечение безопасности плавания в прибрежных морских районах [1, 2]. Здесь важен и анализ причин аварийности, и улучшение конструкций судов на основе совершенствования классификационной документации. Повышение безопасности мореплавания может быть достигнуто и повышением методического уровня проектных разработок: совмещением структурного и функционального подходов к обеспечению

безопасности, достижением приоритета использования «жестких» мер, исключающих состояния судна, которые приводят к авариям и катастрофам, а также путем использования многоуровневой защиты, что должно учитываться на всех этапах проектирования, включая начальный [3].

Актуальной задачей остается совершенствование теории и практики проектного обоснования оптимальных характеристик судов прибрежного и смешанного плавания на основе оптимизационного анализа особенностей их эксплуатации. При таком анализе частью модели оптимизации обязательно должен быть блок (подмодель), связанный с учетом требований к комплексной безопасности, включающей как меры обеспечения безопасности, так и способы контроля и надзора.

Основным этапом создания нового эффективного и безопасного судна является рациональная разработка его оптимального проекта. Для судов прибрежного и смешанного плавания важной задачей становится такое полноценное логико-математическое формулирование их оптимизационной модели, при котором будут рационально учтены дополнительные ограничивающие условия, например, ограничения осадки, а иногда ширины и длины. При этом для обеспечения эксплуатации на морском участке могут быть рассмотрены с целью увеличения осадки и повышения уровня мореходности судна его догрузка или балластировка.

Традиционной схемой разработки проектной документации судов является следующая [4, 5]:

1. Эскизный проект, постепенно трансформирующийся в дизайн-проект, который отличается ярко выраженной вариантноностью, связанной с детальной проработкой чертежей общего расположения. При традиционных способах проектирования судов проблема выбора наилучшего варианта рассматривается как решение сформулированной специальным образом задачи математического программирования, что приобрело высокую актуальность с внедрением систем автоматизированного проектирования. При этом критерии экономической эффективности содержат оценку капитальных затрат и эксплуатационных расходов без какого-либо учета отдельных элементов риска [4, 6].

А ведь строительство и эксплуатация современных судов чреватой вероятной возможностью аварий и катастроф, влекущих за собой гибель судна и людей, груза, загрязнение окружающей среды. Именно поэтому на практике трудно найти судно, полностью удовлетворяющее существующим на момент проектирования нормативным требованиям. В связи с этим изначально отрабатываются наиболее подходящие варианты, которые, с одной стороны отвечали бы требованиям заказчика, а с другой – удовлетворяли бы международным нормам безопасности пла-

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ДОКУМЕНТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННОГО ПРОЕКТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДНА

*С.В. Преснов, канд. техн. наук,
начальник корпусного отдела Российского Речного Регистра,
контакт. тел. 8 (495) 365 4933, 8 916 195 5729*

вания и конкретным нормативам классификационного общества. В этом плане еще предстоит большая работа, направленная на обеспечение навигационной безопасности судов и их комплексной живучести по примеру такого подхода к живучести, который утвердился при проектировании кораблей на основе идей С.О. Макарова и А.Н. Крылова [7, 8].

2. Технический проект, детализирующий конструктивные и мореходные аспекты будущего судна и позволяющий согласовать позиции всех участников процесса создания судна: заказчика, проектантов, научно-исследовательских организаций, завода-строителя, главных контрагентов, представителей надзорных и эксплуатационных организаций. Для судов со значительными элементами новизны на этом этапе могут быть проведены модельные испытания и другие исследования, позволяющие реализовать проектные показатели будущего судна. На основе этого проекта принимается решение о сроках постройки и о порядке финансирования.

3. Рабочий проект, конкретизирующий технологические вопросы постройки судна и позволяющий непосредственного использовать чертежи и другую документацию при подготовке производства, постройке отдельных частей и судна в целом, его испытании и сдаче в эксплуатацию.

Зачастую технический и рабочий проекты объединяют в технорабочий проект с целью снижения длительности проектирования, особенно в рамках одной проектной организации или заводского инженерного центра. До последнего времени единый технорабочий проект разрабатывался лишь для модернизации и переоборудования судов. Это позволяло разрабатывать общепроектную документацию в объеме технического проекта, а переоборудование частей судна и его оборудования – в объеме рабочего проекта.

В соответствии с правилами классификационных обществ по усмотрению проектной организации техническая документация может быть представлена на рассмотрение в два этапа (технический проект, затем рабочие чертежи) или в один этап (технорабочий проект). При этом состав и объем представляемой документации по техническому и рабочему проектам регламентированы правилами.

Необходимость преобразований. В настоящее время ситуация начинает меняться. Так, судостроительные и судоремонтные предприятия, занимающиеся строительством новых судов, скованные большой задержкой по времени поступления рабочей документации, заявляют о своей готовности строить суда без рабочей документации как таковой. И если данный подход в момент «зарождения» идеи составлял исключение и носил единичный характер, то сейчас он стал массовым. Это требует определения рос-

сийскими классификационными обществами конкретной номенклатуры представляемой документации, а также формулирования требований к глубине проработки вопросов, отраженных в этой документации.

Практика показывает, что зарубежные классификационные общества, такие, например, как Германишер Ллойд (Германия), Регистр Ллойда (Великобритания), Бюро Веритас (Франция) и ряд других, получают на рассмотрение документацию только в один этап. При этом представляемая документация именуется классификационным проектом, который, по сути, является расширенным техническим проектом. Рабочая документация как таковая или не разрабатывается совсем, либо имеется на судостроительном предприятии (верфи) в некотором упрощенном, в понимании российских стандартов, виде (без подетальной расцеховки, маршрутной технологии и т.п.). Такая документация проходит по разделу «документы верфи» и может разрабатываться самими судостроительными предприятиями.

Не все классификационные общества имеют конкретный перечень документации классификационного проекта, так как объем их требований зачастую носит обобщенный характер. Например, таковы требования Германишер Ллойда к составу документации. При таком подходе практикуется составление временных перечней, которые могут далее меняться по ряду причин (смена классификации, изменение правил, уточнение объема наблюдения и др.). Наступило время и для российских классификационных органов ввести подобную гибкую практику рассмотрения документации, введя понятие классификационного проекта (или расширенного технического проекта) нового судна.

Попытки введения классификационного проекта ранее предпринимались, например, ЗАО «Морское Инженерное Бюро» (Одесса). Однако они базировались на упрощенном подходе, основанном на дизайн-проекте, что приводило к неполноте представляемой документации, недостаточной степени проработки вопросов. Это зачастую ставило заказчика и судостроительные предприятия в тупик, особенно крупные предприятия судостроительного комплекса, которые априори работать без рабочей документации не могут в силу сложившейся практики. Они были вынуждены начинать разработку рабочей документации своими силами или заказывать в иных проектных организациях. При этом техническое наблюдение на предприятиях со стороны классификационного общества оказывалось парализованным в силу отсутствия согласованной технической документации.

Проектные организации, занимающиеся проектированием новых судов, порой по-разному подходят к наименованию документов и схем, в которых прорабатываются по существу одни и те же технические вопросы и решения. Этот аспект был учтен при разработке перечня документов классификационного проекта (рис. 1).

Предварительный перечень классификационного проекта был сформирован и апробирован организациями, имеющими большой опыт проектирования судов прибрежного и смешанного плавания: ОАО РПЦКБ «Стапель» и ОАО КБ «Вымпел» на примере классификационного проекта «Петровский-2».

Так как конкретные проектные организации по-разному подходят к насыщенности (объему информации) чертежей классификационного проекта, для того чтобы организации могли завершить работу по проекту с классификационным обществом, оказалось необходимым получение согласительных писем. Поэтому были разработаны дополнительные требования к содержанию ряда документов (в данной статье не детализируются), кото-

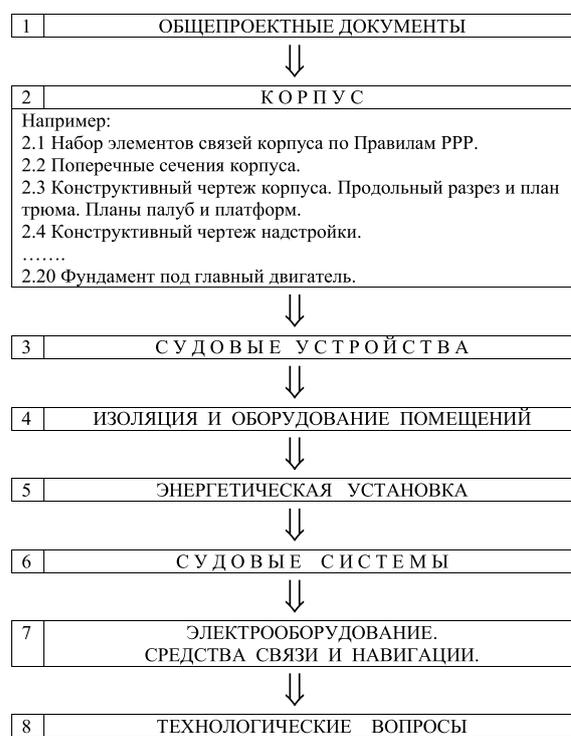


Рис. 1. Структурная схема состава классификационного проекта судна

рые содержатся в укрупненном перечне классификационного проекта.

Нами были сопоставлены имеющиеся перечни документации классификационных обществ и перечни документации реальных классификационных проектов, конкретно представленные на согласование. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что номенклатура документации классификационного проекта близка к техническому, предоставляемому на согласование. Принципиальным отличием является глубина проработки информации, представляемой в расчетах, чертежах и схемах, которая позволяет без последующего рассмотрения рабочих чертежей определить выполнение правил и частных требований классификационного общества, на класс которого в дальнейшем планируется постройка судна, достаточных для присвоения класса.

Рациональное распределение состава проектной документации по частям в зависимости от вида проекта показано на рис. 2.



Рис. 2. Распределение состава проектов в зависимости от их вида

Системы автоматизированного проектирования судов (например: Sea Solution, FORAN, TRIBON, CATIA и др.), используемые в настоящее время в судостроении, позволяют уже на начальных этапах проекта разрабатывать документацию классификационного и рабочего (содержащего документы верфи) проектов. Это дает возможность сблизить подходы российских и иностранных судостроителей к рациональной разработке проектов судов.

В объем документации технического проекта входят ведомости заказа материалов, комплектующих изделий и оборудования, на которые имеются документы классификационного общества. Однако современная практика показывает, что при заказе этого оборудования в силу ряда обстоятельств (тендер на заказ, желание судовладельца и др.) происходит замена части, а порой и всей номенклатуры оборудования. При наличии рабочей документации в этом ничего страшного нет, так как все изменения отражаются в рабочих чертежах и согласуются с классификационным обществом. Это снимает неопределенность при согласовании проекта с заказчиком, проектантом, предприятием-строителем и классификационным обществом, наблюдающим за строительством.

В случае же отсутствия этапа рассмотрения рабочих чертежей при утверждении классификационного проекта нужно будет согласовывать если не оборудование как таковое, то те технические требования, которые предъявляются к нему проектантами и по которым будет осуществляться выбор этого оборудования. Именно поэтому в объем документации классификационного проекта включены обозначенные технические требования.

Классификация и переклассификация судов. Для примера рассмотрим классификацию судов смешанного (река–море) и ограниченного районов плавания. Требования к судам данных типов разработаны всеми ведущими классификационными обществами. В табл. 1 показано условное соответствие требований различных классификационных обществ к удалению судов от мест убежища. Обращает на себя внимание отсутствие жесткой регламентации районов плавания и сезонов у ведущих классификационных обществ: ABS, LR, НКК. Их подход заключается в соответствии проектных данных «конкретным параметрам удаления от берега или места убежища, а также ветроволнового режима, которые устанавливаются в каждом конкретном случае при классификации судна».

Большое количество классов судов смешанного (река–море) плавания имеется в классификации PPP с допускаемыми высотами волн 3%-ной обеспеченности 2,0–3,5 м и разнообразными ограничениями по районам и сезонам плавания [9]. В соответствии с этими требованиями PPP в 50-х гг. прошлого столетия и происходило становление флота смешанного плавания, изначально предназначенного для эксплуатации на магистральных реках с выходом в морские порты [10].

В связи с изменением технического состояния судна, элементов его конструкции, назначения, переоборудованием и пр. классификационное общество по заявке судовладельца на переклассификацию судна (изменение класса со старого на новый) вправе изменить символ класса в формуле класса или его типа и назначения.

Работы по подготовке судна к переклассификации проводятся в соответствии с технической документацией, разработанной и согласованной с классификационным обществом. Расчеты и проверки выполняются на соответствие правилам, действующим на момент разработки документации по переклассификации. Они должны быть ориентированы на новые условия эксплуатации в связи с изменением внешних нагрузок, технических характеристик, рода перевозимого груза и др.

Уже более полувека основными направлениями изменения класса (переклассификации) судов являются следующие: из класса одного классификационного общества в класс другого; понижение класса; повышение класса. Два последних направления и актуальны в рамках одного классификационного общества либо в рамках разных, но имеющих практически одинаковую формулу класса.

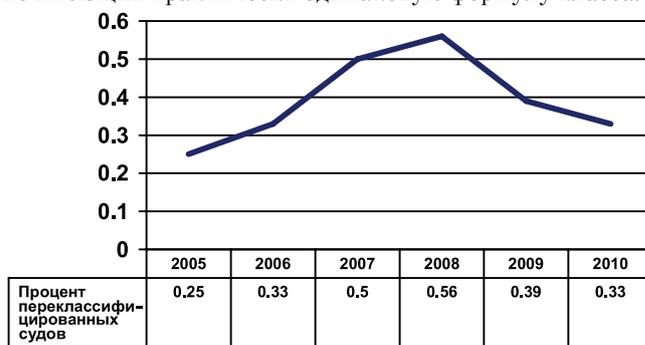


Рис. 3. Динамика переклассификации судов, находящихся на классификационном учете PPP

Требования различных классификационных обществ к удалению судна от мест убежища

Таблица 1

Классификационное общество	Удаленность от мест убежища, l_{\max} , мили				
	200	100	50	20	порт
Российский Морской Регистр судоходства (PC)	R1	R2, R2-RSN	R2-RSN, R3	R3	R3
Российский Речной Регистр (PPP)	-	-	M-СП3,5	M-ПП2,5	O-ПП2,0
American Bureau of Shipping (ABS)	Restricted	Coastwise	Short Coastwise, Inter-island	River and Intra-coastal	River and Harbour
Germanischer Lloyd (GL)	M	-	K50	K20	W
Det Norske Veritas (DNV)	R0	R1	R2	R3	R4, RE
Lloyd's Register (LR)	Specified operating area	Specified Route	Specified Coastal	Extended protected waters	Protected Waters
Bureau Veritas (BV)	-	-	Coastal	Sea and River waters	Sheltered waters
RINA	Nav G	Nav P	Nav N	Nav NC	Nav NLi, Nav NLo
Polski Rejestr Statkov (PRS)	I	II	II	III	-
Nippon Kaiji Kyokai (NKK)	CS, CS, Ar	CWS, CTL	TWS, IIS	LSWS	HS, PU, RHS
China Classification Society (CCS)	GCS	-	CS	SWS	-

На рис. 3 представлена динамика переклассификации судов с классом PPP по отношению к их количеству на каждый календарный год. Проводимая переклассификация судов, даже в рамках одного классификационного общества, полностью отражает ситуацию, происходящую в стране.

Можно отметить, что рост числа переклассифицированных судов до 2007 г. был обусловлен практическим отсутствием перевозок, осуществляемых водным транспортом на внутреннем рынке, и ростом мелкопартийных перевозок на внешнем. В этот период шел интенсивный вывод судов внутреннего и смешанного (река–море) плавания в морские районы, которые для этих судов расширялись.

События 11 ноября 2007 г. в Керченском проливе, когда из-за резкого ухудшения погодных условий произошли аварии с большим числом судов, привели к ужесточению требований PPP к «возрастным» судам. Этим и объясняется пиковое значение процента переклассифицированных судов в 2008 г. Плановая реализация принятых решений и начавшееся строительство новых судов с 2010 г. в рамках государственной программы поддержки российского судостроения обусловили дальнейшее снижение количества переклассифицированных судов (поведение функции приблизилось к гиперболической кривой). Кривая рис. 3 носит характер экспоненциальной функции, когда нарастание одной тенденции тормозится постепенно накапливающимся сопротивлением противоположающей тенденции.

Вне зависимости от направления переклассификации первоочередным является проверка соответствия судна тому или иному классу с установлением технического состояния элементов, влияющих на формулу класса судна (элементы корпуса судна, конструктивной противопожарной защиты, надводного борта, закрытия отверстий и др., характеристики прочности, остойчивости и непотопляемости, незаливаемости, ходкости и мореходности и др.). Первым шагом при переклассификации судна является проведение дефектации корпуса (с целью установления остаточных толщин его элементов и групп связей) одним из методов, одобренных классификационным обществом, например, ультразвуковым. Дефектация, аналогичная предремонтной дефектации, осуществляется в соответствии с признанными методиками и инструкциями. Например, классификационными обществами – членами Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) используются инструкции серии Z10. Объем дефектации зависит от конструктивных особенностей и возраста судна, вида износов, условий эксплуатации и др. [11]. Выходным документом является *акт дефектации*, замеры которой используются при проведении расчетов общей и местной прочности.

Изменение класса судна возможно только на основании проектной документации по переклассификации тех частей корпуса, механизмов и оборудования, которые подлежат переоборудованию, модернизации, ремонту, восстановлению. С целью определения минимального объема технической документации выполняется *анализ соответствия элементов судна требованиям Правил классификационного общества*, в ходе которого устанавливается его соответствие судна тому или иному классу и возможность доведения его до требований этого класса. Это оформляется самостоятельным документом, который в требованиях российских классификационных обществ значителен (PPP, РС), но рассматривается в составе проекта переклассификации, а в требованиях ряда иностранных классификационных обществ (например, GL, BV) отсутствует. Тем не менее этот документ необходим и его следует рассматривать отдельно, так как от принятых судовладельцем на его основании

решений зависит дальнейшая судьба судна (от решения о восстановлении, переоборудовании, модернизации, до решения о разделке на металлолом).

Первые два направления переклассификации наиболее понятны. В первом случае идет установление соответствия судна тому или иному классу с принятием решения о модернизации, дооборудовании, оснащении до требований правил на основании разработанного проекта по переклассификации, вытекающего из «анализа соответствия элементов судна требованиям правил классификационного общества». Например, морское судно, имеющее класс РС ставится на классификационный учет Речного Регистра. Для этого необходимо:

- 1) подать заявку в Речной Регистр о постановке на учет;
- 2) поднять судно в док или на слип и провести дефектацию под техническим наблюдением Речного Регистра;
- 3) выполнить «Анализ соответствия элементов судна требованиям правил PPP»;
- 4) разработать проект переклассификации, с разработкой новых или внесением изменений в имеющиеся общепроектные документы;
- 5) под техническим наблюдением Речного Регистра провести работы по дооборудованию и дополнительному снабжению судна (средства связи, якорное устройство, сигнальные средства).

Организации, выполняющие работы по 2, 3, 4, должны быть признаны Речным Регистром.

Понижение класса может осуществляться классификационным обществом по заявке судовладельца на основании результатов дефектации и выполненных расчетов прочности, подтверждающих соответствие судна требованиям более низкого класса. В случае некомплектности снабжения, как правило, снижения класса не происходит, а вводятся ограничения на число людей, находящихся на борту, на грузоподъемность, на район плавания и др.

Пример актуальной переклассификации. Наибольший интерес представляет переклассификация судов на более высокий класс, которая на протяжении уже многих лет является предметом обсуждения большинством классификационных обществ. Связано это с целым рядом факторов правового, организационного и технического характера, влияющих на обеспечение безопасности эксплуатации переклассифицированных судов [12].

Судно, построенное на определенный класс, имеет конструктивные характеристики, соответствующие этому классу. Повышение же последнего приведет к изменению элементов конструкции (размеров связей, введению дополнительных подкреплений и др.). На основании проведенной дефектации и выполненного «анализа соответствия элементов судна требованиям правил классификационного общества» определяются объемы проектной документации и предварительные объемы требуемых работ, так как не всегда можно переклассифицировать судно по конструктивным показателям (например, обеспечить минимальную осадку носом и высоту надводного борта), а иногда она экономически будет нецелесообразна.

Остаточных толщин элементов конструкции корпуса судна для нового класса, как правило, оказывается недостаточно. Поэтому основным аргументом при принятии положительного решения являются расчеты общей и местной прочности для нового класса, учитывающие фактическое техническое состояние корпуса и вводимые подкрепления.

Вполне понятно желание судовладельца получить судно более высокого класса, позволяющее расширить географию и сезоны его эксплуатации при минимальных вложениях в переклассификацию. Именно поэтому на протяжении уже длительного времени методы судоремонта прочно вошли в практику подкрепления конструкций (например,

накладными полосами) при проведении переклассификации. Таким способом с начала 90-х гг. прошлого века было переклассифицировано более тысячи судов внутреннего плавания, имевших класс РРР, в суда смешанного (река–море) плавания, основное число которых имеет уже класс РС. Пример подкрепления накладными полосами палубы танкера показан на рис. 4.

Число накладных полос ряда судов по днищу доходит до 13, по палубе – до 6, имеют место случаи использования двойных полос (полоса на полосе). Это порочная практика, так как работа полосы на деле обеспечивается только вдоль сварных швов, что показывает появление трещин в околошовной зоне на отдельных группах судов (пр. 1565, 2-95А – по днищу, 1743 – по палубе), а участки под накладными полосами образуют зоны неконтролируемой повышенной коррозии. Эти зоны плохо поддаются дефектации. Кроме того, установить непрерывность полосы по всей длине без швов в силу ограниченности длины листа (до 12 м) сложно.



Рис. 4. Накладные полосы по палубе теплохода пр. 1577 типа «Волгонефть» (нефтеналивное судно на слипе в период ремонта)

Переклассифицированные таким образом суда оказались в новых спецификационных условиях, схема районирования морских зон которых допускает вероятность их попадания на высоту волны, превышающую нормативную. В результате работы судна в зонах упругоэластических деформаций происходит перераспределение внутренних напряжений конструкций, приводящих к образованию остаточного прогиба или перегиба. Примером служит ряд сухогрузных судов пр. 781 типа «Сормовский» с классом РС и нефтеналивных судов пр. 1577 типа «Волгонефть» с классами РС и РРР. Это при определенном стечении обстоятельств создает угрозу безопасности мореплавания, жизни людей, сохранности грузов, экологической безопасности окружающей среды.

Вместе с вышеуказанными элементами, непосредственно влияющими на переклассификацию судов, немаловажное значение имеют более мягкие требования российских классификационных обществ к судам в эксплуатации, чем требования правил к судам в постройке. Это позволяет использовать резерв прочности, заложенный при постройке судна, применив нормативы для судна в эксплуатации непосредственно сразу после его сдачи.

При переклассификации функционирующего судна в некоторых случаях можно ограничить срок эксплуатации, связанный с классификационными периодами, что позволяет минимально необходимые толщины обшивки, настилов палубы и второго дна, внутренних бортов, продольных и поперечных переборок, флоров и кильсонов в междудонном пространстве определять по формуле

$$t_{\min} = [t_{\text{ост}}]_{\min} + c(1+2v)(T-5),$$

где $[t_{\text{ост}}]_{\min}$ – минимально допустимая толщина рассматриваемого конструктивного элемента, нормируемая классификационным обществом, мм; c – рекомендуемое в расчете

значение скорости изнашивания, мм/год; v – коэффициент вариации; T – планируемый срок службы, число лет.

Такая переклассификация судна с использованием снижения срока его эксплуатации является аналогом подхода к строительству судна на ограниченный срок, при соблюдении требуемых нормативов безопасности [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация предлагаемых методических и организационных подходов к оценке документации классификационного проекта судов прибрежного и смешанного плавания на этапах их проектирования позволит повысить уровень их безопасности. Кроме того, это будет способствовать гармонизации российского и европейского направлений установления нормативов безопасности эксплуатации судов, в том числе за счет определения рационального состава проектной документации и организации ее прохождения и разработки.

Классификационные общества, в свою очередь, смогут реализовать единый подход к объему рассматриваемой и согласуемой проектной документации. При этом упрощенная схема прохождения документации на судостроительных предприятиях приведет к минимизации состава рабочей документации путем унификации стандартных узлов и деталей, что делалось частично и раньше, но в рамках самих проектов.

Наибольшее внимания заслуживает переклассификация судна на более высокий класс в одном классификационном обществе, что непосредственно сказывается на безопасности эксплуатации судов в ограниченных районах плавания. Переклассификация на более низкий класс и из класса другого классификационного общества связана с вероятностью появления ошибки вследствие «человеческого фактора» из-за не всегда достаточной квалификации классификационного общества.

Рецензент: **Б.М. Сахновский**, д-р техн.наук

ЛИТЕРАТУРА

1. Преснов С.В. Направления развития конструктивных решений судов, используемых на внешнеторговых перевозках. – Сб. науч. тр. МГАВТ «Проблемы судостроения и судоремонта». – М.: РосКонсульт, 2000, с. 143–151.
2. Он же. Аварийность судов внутреннего и смешанного (река – море) плавания в морских районах. – Информ. сб. «Наука и техника на речном транспорте». – М.: ЦБНТИ, 2003, Спец. вып., с. 22–31.
3. Махутов Н.А., Котоусов А.Г. Концепция обеспечения безопасности. – Тез. докл. XI Дальневосточной науч.-техн. конфер. «Повреждения и эксплуатационная надежность судовых конструкций», Владивосток, 1990, с. 3–5.
4. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
5. Ногид Л.М. Теория проектирования судов. – Л.: Судпромгиз, 1955.
6. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007.
7. Царев Б.А., Кизилов Д.И. Комплексная оценка живучести судов на этапе их проектного анализа // Морской журнал. – 2001. – № 1/2. – С. 26–30.
8. Он же. Проектный анализ навигационной безопасности. – Тр. ЛКИ: Проектирование морских судов, 1988, с. 36–41.
9. Преснов С.В. Обновление флота – первоочередная задача настоящего времени // Korabel.ru. – 2009. – №3. – С. 37–42.
10. Он же. Влияние возрастной составляющей на задержания российских судов смешанного плавания в иностранных портах. – Сб. науч. тр. МГАВТ «Проблемы судостроения и судоремонта». – М.: Альтаир, 2004, с. 31–39.
11. Правила освидетельствования судов в эксплуатации. Прилож. 1,2. – М.: ОАО Типография «Новости», 2008, т. 1, с. 109–118.
12. Преснов С.В. Обновление флота – первоочередная задача настоящего времени // Korabel.ru. – 2009. – №3. – с. 37–42.
13. Он же. Роль классификационного общества в решении общей задачи по обновлению флота // Korabel.ru. – 2009. – №6. – с. 45–50. ■

В период с 8 по 15 июня 2012 г. в Италии (Палермо) прошла очередная конференция «Международное научно-техническое сотрудничество–2012», организованная Международным союзом научных и инженерных общественных объединений.

Российскую делегацию возглавлял президент Международного и Российского союзов НИО, академик РАН Ю.В. Гуляев. В состав делегации входили академики РАН и других отечественных академий естественных и инженерных наук, президенты научно-технических и инженерных обществ, руководители и главные специалисты ведущих предприятий, научно-исследовательских учреждений, проектно-конструкторских организаций, высших учебных заведений страны. В конференции принял участие и ряд видных представителей российского судостроения: генеральный директор ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» Л.Г. Грабовец, вице-президент НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова Л.А. Промыслов, генеральный директор ОАО «Компрессор» профессор Л.Г. Кузнецов, генеральный директор ОАО «Электроавтоматика» В.С. Татарский, генеральный директор ЗАО «Транзас» А.В. Белентьев и др.

Проблемам российского судостроения был посвящен ряд докладов, сделанных на пленарном заседании (доклад Л.М. Клячко «Проблемы инновационного развития российского судостроения» по материалам III Международного форума «Морская индустрия России») и на секциях.

Благодаря поддержке Чрезвычайного и Полномочного посланника, Генерального консула России в Палермо



В.Л. Короткова было организовано посещение судоремонтной верфи в этом городе, входящей в государственный финансово-промышленный холдинг «Финкантьери». На верфи имеются два сухих дока (вместимостью 20 тыс.т, длиной 163 м и шириной 22,8 м и вместимостью 400 тыс.т, длиной 370 м и шириной 68 м), двумя плавдоками (вместимость 30 тыс.т, длина 193 м, ширина 30,18 м, вместимость 150 тыс.т., длина 286 м, ширина 46,2 м), а также стальной плитой размерами 200×50 м и развитой глубоко-

СУДОСТРОЕНИЕ ИТАЛИИ: НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ПОСЛЕ КРАТКОГО ЗНАКОМСТВА

Л.М. Клячко, д-р техн. наук, генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс», контакт. тел. 8 (495) 365 1453

водной причальной стенкой. На верфи состоялась рабочая встреча с ее директором Рафаэлем Давасси, на которой были обсуждены направления возможного сотрудничества, состояние и проблемы российского и итальянского судостроения, что позволило сделать некоторые выводы.

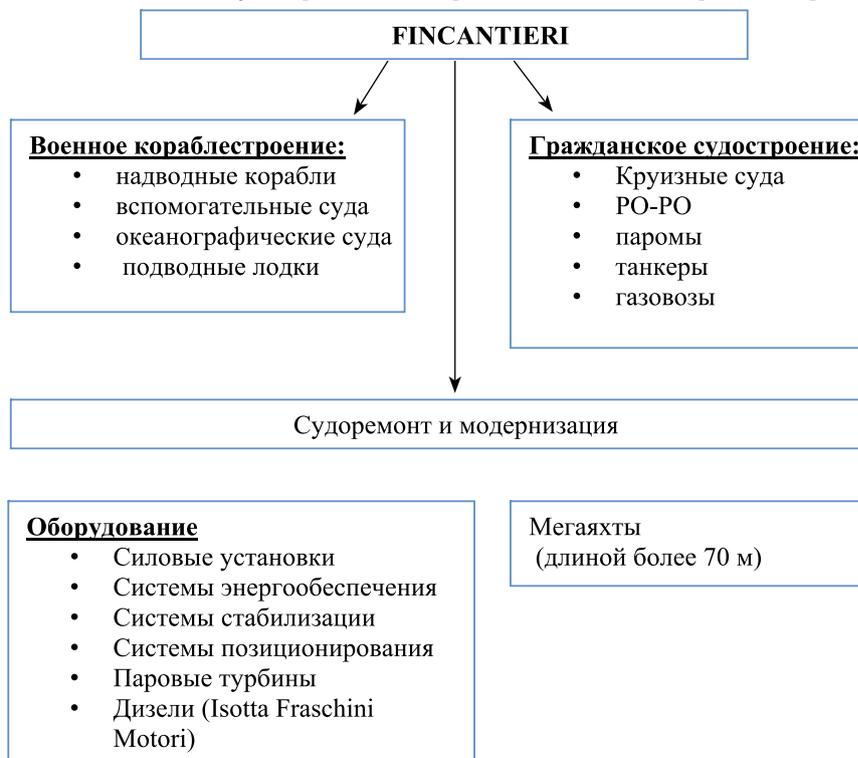
До 70-х гг. Италия была одной из крупнейших судостроительных держав. В 1974 г. судовой верфи Италии спустили на воду торговые суда водоизмещением 1028 тыс. бр.-рег. т. Однако уже в 80-х гг. объем судостроительного производства в Италии (как и в других европейских странах) резко уменьшился в связи с масштабным развитием судостроения в Японии, а затем в Южной Корее и Китае: объем тоннажа сократился до 150–200 тыс. т в год. В этих условиях итальянские судостроители сосредоточились на постройке военных кораблей, круизных судов, паромов и мегаяхт. В этих нишах Италия имеет крепкие конкурентные позиции.

Аналогичная позиция отражена и в «Стратегии развития российского судостроения», где в качестве основных ниш отечественного судостроения оп-

ределены сложные, наукоемкие средства морской техники, военное кораблестроение, оффшорная техника и т.д. (курсив мой – Л.К.).

В настоящее время практически все предприятия военного и крупного гражданского судостроения в Италии (ок. 85%) объединены в государственный финансово-промышленный холдинг «Fincantieri – Cantieri Navali Italiani S.p.A.». Портфель заказов оценивается в 7 млрд. евро, а годовой товарооборот превышает 1,5 млрд., численность сотрудников – порядка 9,5 тыс., из них производственных рабочих – ок. 60%.

Исходя из принятой, в том числе в России, концепции, в соответствии с которой государственное управление не сочетается с принципами конкурентной борьбы на мировом рынке и не является достаточно эффективным, Евросоюз в целом и итальянские «рыночники» в том числе неоднократно ставили вопрос о приватизации холдинга «Финкантьери». В официальных же заявлениях правительства Италии заявлялось, что холдинг, имеющий стратегический национальный интерес, не может быть приватизирован.



Структура холдинга «Финкантьери»

Правительство России на заседании 7 июня 2012 г. приняло решение ратифицировать протокол о вступлении России в ВТО, сопроводив его масштабным пакетом предложений по приватизации в стратегически важных областях.

Коммерческое судостроение сосредоточено на верфях «Монфальконе», «Маргера», «Сестри-Поненте», «Анкона», «Ливорно» и «Кастелламаре»; судоремонт – в городах Палермо, Триест (ATSM), Венеция (CNOMV), Неаполь (SEBM) и Генуя (OARN и MGM). Дизельные силовые установки производятся на заводе «Гранди мотори Триесте» (головная компания расположена в г. Триест). В состав холдинга также входят научно-исследовательский институт холдинга Четена (Cetena)*, а также проектно-конструкторское бюро.

Военное кораблестроение сосредоточено на верфях «Рива-Тригозо» (г. Генуя) и «Муджано» (г. Специя). При этом, как правило, закладка корпусов происходит на верфи «Рива-Тригозо», а затем они переправляются в Специю для монтажа систем и агрегатов и окончательной достройки на верфи «Муджано».

В доступных автору проектных материалах, например о проекте «Расширение действующих мощностей ОАО «ДВЗ «Звезда» и проекте будущей верфи «Звезда-ДСМЕ», предусматривается создание на обеих площадках блока корпусных производств, что отличает в рамках холдинга «Финкантиери».

Итальянские судостроительные компании работают в кооперации с ведущими военно-промышленными предприятиями государств Европейского Союза. Эта кооперация касается совместного проектирования кораблей, а также создания систем корабельного оружия (совместно с Францией реализуется программа закупки зенитных ракетных комплексов FSAF (Future Surface-to-Air Family) и PAAMS (Principal Anti-Air Missile System) среднего радиуса действия (ассигнуется соответственно 1090 и 890 млн. евро до 2014 г.), фирма WASS (Whitehead Alenia Sistemi Subaquei) проводит работы по усовершенствованию торпеды MU-90 нового поколения

* Во всех отечественных источниках (www.flotprom.ru., журнал «Зарубежное военное обозрение» и др.) местом расположения центра Cetena называется Палермо. На самом деле в Палермо находится только представительство этого центра, а сам научно-исследовательский институт Cetena – в Генуе.

(191 млн. евро до 2007 г.) и системы противоторпедной защиты SLAT (39 млн. до 2009 г.). Однако все корабли для ВМС Италии строятся на итальянских верфях.

Особо надо сказать о практике финансирования: общая доля финансирования ВМС Италии в военном бюджете страны (в 2006 г. он составил 19,5 млрд. евро) остается практически неизменной на протяжении последних нескольких лет и составляет ок. 20%. Иными словами, если взять десятилетний период (срок действия государственной программы вооружения), то расходы ВМС Италии составят примерно 1,6 трлн. руб.

В качестве примера назовем основные корабли ВМС Италии постройки «Fincantieri»:



1. Фрегат типа Carlo Bergamini проекта FREMM (FRigate Europeene Multi-Missione). Предназначен для обеспечения противовоздушной, противокорабельной и противолодочной обороны боевых кораблей и судов в море; нанесения ударов по кораблям и судам в море и базам; поддержки боевых действий сухопутных войск и обеспечения высадки морского десанта; нанесения ракетных ударов по наземным целям и других задач. Для ВМС Италии фрегаты проекта FREMM строятся в вариантах противолодочной обороны и ударном. Планируется постройка 10 фрегатов до 2020 г. (заказано шесть, два противолодочных и четыре многоцелевых). Стоимость серийного корабля – около 500 млн. евро. Общая стоимость программы – 5,68 млрд. евро.



2. Дизельные подводные лодки пр. 212А (Германия). В июне 2005 г. и

в мае 2006 г. флоту были переданы ПЛ «Сальваторе Тодаро» (S 526) и «Шире» (S 527) (стоимость проекта в кооперации с Германией составила 920 млн. евро).



3. Легкий авианосец «Кавур» (С 552) заложен в июле 2001 г., спущен на воду в июле 2004 г., передан флоту в 2007 г. Стоимость проекта – 1,39 млрд. евро.



4. Эскадренный миноносец УРО типа «Андреа Дориа» (по совместному франко-итальянскому проекту «Горизонт»). Головной корабль был заложен в июле 2002 г., второй – «Кайо Дуильо» – в 2003 г. Стоимость проекта – 1,5 млрд. евро.

Среди гражданских судов необходимо отметить строительство круизных лайнеров, таких как новейший лайнер «Costa Deliziosa» (см. фото) водоизмещением 92 600 т, рассчитанный на 2862 человек.



И, наконец, скажем о программно-целевом планировании. Неоднократно у нас (в том числе на Совете безопасности в июне 2010 г.) ставился вопрос о необходимости разработки самостоятельной программы кораблестроения, расширения горизонтов планирования до 15–30 лет.

Развитие ВМС Италии осуществляется в соответствии с утвержденной парламентом страны 15-летней программой. В России самостоятельная кораблестроительная программа отсутствует, государственная программа вооружения рассчитана на 10 лет. ■

Современные корабли и суда (далее – объекты) оснащены сложным техническим оборудованием, содержащим большое количество элементов и устройств, поэтому обеспечение надежности их работы имеет особое значение. Это усугубляется еще и тем, что процесс эксплуатации оборудования связан с высокой автономностью объектов и их удаленностью от ремонтных баз. В связи с этим в процессе проектирования объектов обязательным условием является выполнение расчетов надежности. С увеличением количества элементов и устройств, участвующих в расчете, с повышением требований к их надежности усложняются и совершенствуются и методы расчета надежности. В современных условиях без применения информационных технологий достичь качественного моделирования и расчета надежности достаточно сложно и трудоемко.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Большое количество элементов объектов, сложность их структуры, многообразие режимов работы (в том числе изменение их под влиянием внешних возмущений), наличие как непрерывно действующих элементов, так и элементов дискретного действия – все это характерные особенности судовых систем, отражающиеся на методах моделирования их надежности. Среди существующих на сегодняшний день современных методов моделирования надежности применительно к судовому оборудованию, благодаря высокому уровню соответствия полученных при моделировании данных практическим результатам, выявленным при эксплуатации, распространение получают технологии автоматизированного моделирования надежности. В их основе лежит общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ) моделирования и расчета надежности, живучести и безопасности структурно и качественно сложных системных объектов и процессов [6]. Эти технологии направлены на обеспечение полной автоматизации процессов построения математических моделей и расчетов показателей структурных свойств устойчивости сложных объектов. Результаты этих расчетов можно использовать для выработки решений по повышению надежности оборудования объекта и точнее рассчитать количество одиночного ЗИП в процессе проектирования систем.

Применение ОЛВМ к расчету показателей надежности. Общий логико-вероятностный (ОЛВМ) метод

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СУДОВЫХ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Рудницкий, канд. техн. наук., доцент,

В.С. Виноградов, аспирант,

Нижегородский государственный университет им. Р.В. Алексеева, контакт. тел. +7 (831) 436 7896

разработан в начале 80-х гг. XX в. путем расширения теоретической базы классических монотонных логико-вероятностных методов на общий класс задач построения всех видов монотонных и немонотонных моделей различных свойств структурно-сложных и высокоразмерных систем. В ОЛВМ расчета надежности аппарат математической логики используется для первичного графического и аналитического описания условий реализации функций отдельными элементами и группами элементов в проектируемой системе. Методы теории вероятностей и комбинаторики применяются для количественной оценки безотказности и/или опасности функционирования проектируемой системы в целом.

Представление о применении ОЛВМ для расчета показателей надежности судового оборудования и систем может дать приведенная методика определения работоспособности системы управления техническими средствами (СУТС) глубоководного водолазного комплекса (ГВК) (функциональную схему системы привести не представляется возможным по из-за ограниченности объема данной статьи).

Применение ОЛВМ к исследованию свойств системы начинается с построения схемы функциональной целостности (СФЦ) в соответствии с методикой ее применения [6]. Система может быть корректно представлена множеством различных форм ее логического описания и видов СФЦ. СФЦ СУТС ГВК приведена на рис. 1.

Составляем систему логических уравнений для прямых выходных функций всех вершин СФЦ:

$$y_1 = x_1 \cdot y_{4243}; y_2 = x_2 \cdot y_{4243}; \dots y_{4647} = y_{46} \vee y_{47}. \quad (1)$$

Строим функцию работоспособности системы (ФРС), используя метод прямой аналитической подстановки. Работоспособность всей системы определяется реализацией выходных функций одновременно восьмью элементами (эл. 19–26):

$$Y_p = y_{19} \cdot y_{20} \cdot y_{21} \cdot y_{22} \cdot y_{23} \cdot y_{24} \cdot y_{25} \cdot y_{26}. \quad (2)$$

Используя метод прямой аналитической подстановки и преобразовав выражение по правилам алгебры логики, получим многочлен из более чем 10 000 членов:

$$Y_p = x_{19} \cdot x_{20} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot x_{25} \cdot x_{26} \cdot x_{46} \cdot x_{44} \cdot x_{39} \cdot x_{42} \cdot x_{38} \cdot x_{35} \cdot x_{11} \cdot x_5 \cdot x_1 \cdot x_9 \cdot x_{13} \cdot x_{15} \cdot x_{17} \cdot x_{18} \vee x_{19} \cdot x_{20} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot x_{25} \cdot x_{26} \cdot x_{46} \cdot x_{44} \cdot x_{39} \cdot x_{42} \cdot x_{38} \cdot x_{35} \cdot x_{11} \cdot x_5 \cdot x_1 \cdot x_9 \cdot x_{13} \cdot x_{15} \cdot x_{33} \cdot x_{18} \vee x_{19} \cdot x_{20} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot x_{25} \cdot x_{26} \cdot x_{46} \cdot x_{44} \cdot x_{39} \cdot x_{42} \cdot x_{38} \cdot x_{35} \cdot x_{11} \cdot x_5 \cdot x_1 \cdot x_9 \cdot x_{13} \cdot x_{15} \cdot x_{34} \cdot x_{17} \vee x_{19} \cdot x_{20} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot x_{25} \cdot x_{26} \cdot x_{46} \cdot x_{44} \cdot x_{39} \cdot x_{42} \cdot x_{38} \cdot x_{35} \cdot x_{11} \cdot x_5 \cdot x_1 \cdot x_9 \cdot x_{13} \cdot x_{15} \cdot x_{33} \cdot x_{34} \vee \dots \vee x_{19} \cdot x_{20} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot x_{25} \cdot x_{26} \cdot x_{47} \cdot x_{45} \cdot x_{40} \cdot x_{43} \cdot x_{41} \cdot x_{37} \cdot x_{12} \cdot x_8 \cdot x_4 \cdot x_{10} \cdot x_{27} \cdot x_{28} \cdot x_{29} \cdot x_{30} \cdot x_{31} \cdot x_{32} \cdot x_{33} \cdot x_{34}. \quad (3)$$

Построим многочлены вероятностной функции (ВФ) путем двух последовательных преобразований исходной ФРС:

1) квазиортогонализация ФРС по одной логической переменной:

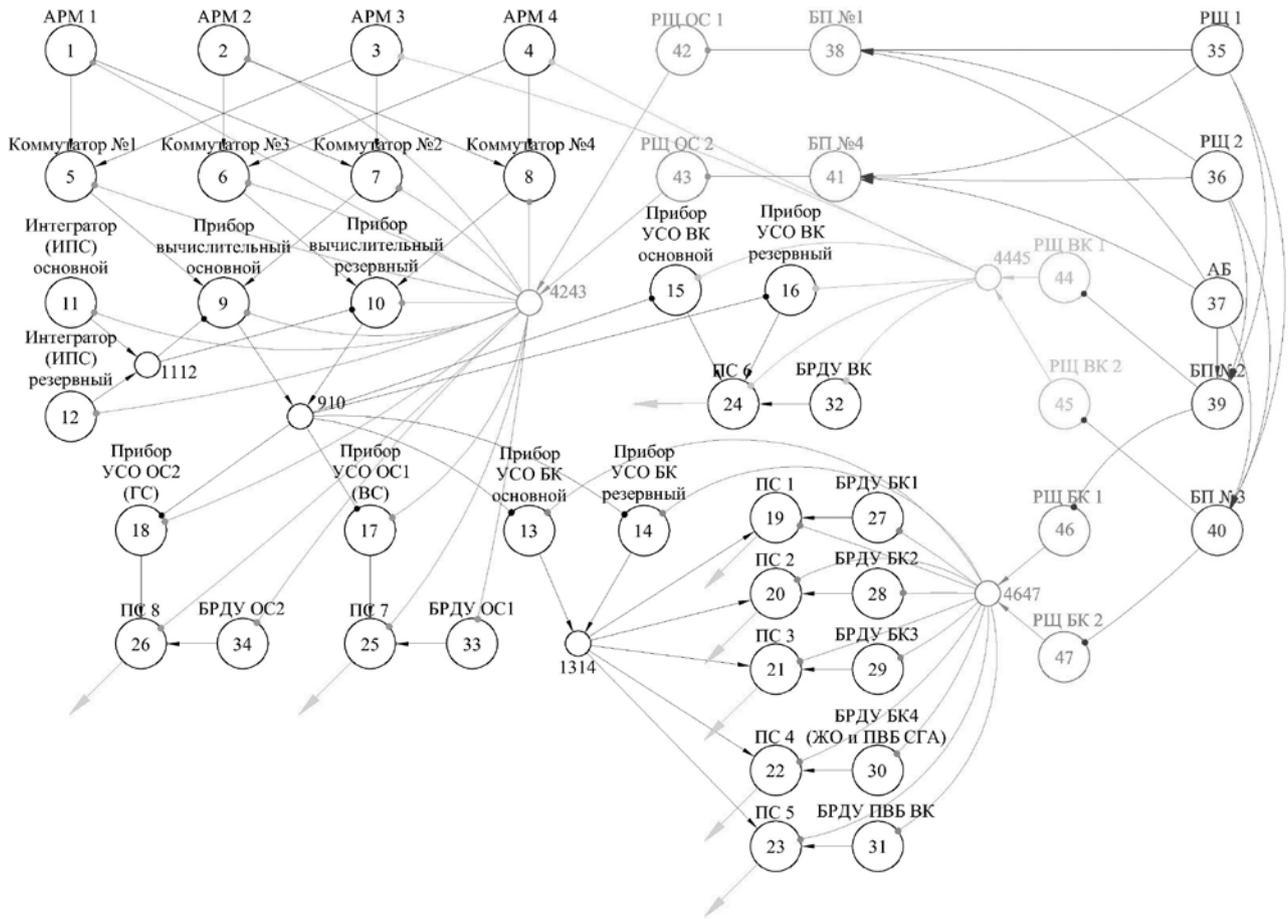


Рис. 1. Схема функциональной целостности

$$\begin{aligned}
 & X_{19} \cdot X_{20} \cdot X_{21} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot X_{24} \cdot X_{25} \cdot X_{26} \cdot \\
 & X_{46} \cdot X_{44} \cdot X_{39} \cdot X_{42} \cdot X_{38} \cdot X_{35} \cdot X_{11} \cdot X_5 \cdot \\
 & X_1 \cdot X_9 \cdot X_{13} \cdot X_{15} \cdot X_{17} \cdot X_{18} \vee \\
 & \vee X_{19} \cdot X_{20} \cdot X_{21} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot X_{24} \cdot X_{25} \cdot X_{26} \cdot \\
 & X_{46} \cdot X_{44} \cdot X_{39} \cdot X_{42} \cdot X_{38} \cdot X_{35} \cdot X_{11} \cdot X_5 \cdot \\
 & X_1 \cdot X_9 \cdot X_{13} \cdot X_{15} \cdot X_{33} \cdot X_{18} \cdot X_{17} \vee \\
 & \vee X_{19} \cdot X_{20} \cdot X_{21} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot X_{24} \cdot X_{25} \cdot X_{26} \cdot \\
 & X_{46} \cdot X_{44} \cdot X_{39} \cdot X_{42} \cdot X_{38} \cdot X_{35} \cdot X_{11} \cdot X_5 \cdot \\
 & X_1 \cdot X_9 \cdot X_{13} \cdot X_{15} \cdot X_{34} \cdot X_{17} \cdot X_{18} \vee \\
 & \vee X_{19} \cdot X_{20} \cdot X_{21} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot X_{24} \cdot X_{25} \cdot X_{26} \cdot \\
 & X_{46} \cdot X_{44} \cdot X_{39} \cdot X_{42} \cdot X_{38} \cdot X_{35} \cdot X_{11} \cdot X_5 \cdot \\
 & X_1 \cdot X_9 \cdot X_{13} \cdot X_{15} \cdot X_{33} \cdot X_{34} \cdot X_{18} \cdot X_{17} \vee \\
 & \dots \\
 & \vee X_{19} \cdot X_{20} \cdot X_{21} \cdot X_{22} \cdot X_{23} \cdot X_{24} \cdot X_{25} \cdot X_{26} \cdot \\
 & X_{47} \cdot X_{45} \cdot X_{40} \cdot X_{43} \cdot X_{41} \cdot X_{37} \cdot X_{12} \cdot X_8 \cdot \\
 & X_4 \cdot X_{10} \cdot X_{27} \cdot X_{28} \cdot X_{29} \cdot X_{30} \cdot X_{31} \cdot X_{32} \cdot \\
 & X_{33} \cdot X_{34} \cdot X_9 \cdot X_{11} \cdot X_6 \cdot X_2 \cdot X_{44} \cdot X_{42} \cdot \\
 & X_{35} \cdot X_{36} \cdot X_{13} \cdot X_{14} \cdot X_{15} \cdot X_{16} \cdot X_{18} \cdot X_{17};
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

2) символьный переход к многочлену исходной функции:

$$\begin{aligned}
 P_p(t) = & P_F(Y_{19} \cdot Y_{20} \cdot Y_{21} \cdot Y_{22} \cdot Y_{23} \cdot Y_{24} \cdot Y_{25} \cdot \\
 & Y_{26}; t) = P_{19} \cdot P_{20} \cdot P_{21} \cdot P_{22} \cdot P_{23} \cdot P_{24} \cdot P_{25} \cdot \\
 & P_{26} \cdot P_{46} \cdot P_{44} \cdot P_{39} \cdot P_{42} \cdot P_{38} \cdot P_{35} \cdot P_{11} \cdot P_5 \cdot \\
 & P_1 \cdot P_9 \cdot P_{13} \cdot P_{15} \cdot P_{17} \cdot P_{18} + P_{19} \cdot P_{20} \cdot P_{21} \cdot P_{22} \cdot \\
 & P_{23} \cdot P_{24} \cdot P_{25} \cdot P_{26} \cdot P_{46} \cdot P_{44} \cdot P_{39} \cdot P_{42} \cdot P_{38} \cdot \\
 & P_{35} \cdot P_{11} \cdot P_5 \cdot P_1 \cdot P_9 \cdot P_{13} \cdot P_{15} \cdot P_{33} \cdot P_{18} - \\
 & - P_{19} \cdot P_{20} \cdot P_{21} \cdot P_{22} \cdot P_{23} \cdot P_{24} \cdot P_{25} \cdot P_{26} \cdot P_{46} \cdot \\
 & P_{44} \cdot P_{39} \cdot P_{42} \cdot P_{38} \cdot P_{35} \cdot P_{11} \cdot P_5 \cdot P_1 \cdot P_9 \cdot P_{13} \cdot \\
 & P_{15} \cdot P_{33} \cdot P_{18} \cdot P_{17} + P_{19} \cdot P_{20} \cdot P_{21} \cdot P_{22} \cdot P_{23} \cdot \\
 & P_{24} \cdot P_{25} \cdot P_{26} \cdot P_{46} \cdot P_{44} \cdot P_{39} \cdot P_{42} \cdot P_{38} \cdot P_{35} \cdot \\
 & P_{11} \cdot P_5 \cdot P_1 \cdot P_9 \cdot P_{13} \cdot P_{15} \cdot P_{34} \cdot P_{17} - \\
 & \dots \\
 & + P_{19} \cdot P_{20} \cdot P_{21} \cdot P_{22} \cdot P_{23} \cdot P_{24} \cdot P_{25} \cdot P_{26} \cdot P_{47} \cdot P_{45} \cdot \\
 & P_{40} \cdot P_{43} \cdot P_{41} \cdot P_{37} \cdot P_{12} \cdot P_8 \cdot P_4 \cdot P_{10} \cdot P_{27} \cdot P_{28} \cdot \\
 & P_{29} \cdot P_{30} \cdot P_{31} \cdot P_{32} \cdot P_{33} \cdot P_{34} \cdot P_9 \cdot P_{11} \cdot P_6 \cdot P_2 \cdot \\
 & P_{44} \cdot P_{42} \cdot P_{35} \cdot P_{36} \cdot P_{13} \cdot P_{14} \cdot P_{15} \cdot P_{16} \cdot P_{18} \cdot P_{17}.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Данные средней наработки на отказ элементов системы приведены в таблице.

Исходными данными для расчета вероятности безотказной работы невосстанавливаемой системы являются многочлен $P_F(t)$ вероятностной функции рассматриваемого режима F функционирования исследуемой системы (5) и числовые значения средней наработки до отказа T_{oi} всех элементов системы в часах.

Сначала выполняется расчет ВБР элементов системы для законов распределения времени их безотказной работы. Согласно принятым допущениям, закон распределения отказов для всех элементов системы экспоненциальный. Полученные значения ВБР элементов системы также приведены в таблице.

Подставляя аналитические выражения в многочлен ВФ, получаем закон распределения ВБР системы по реализации функции F . На основе этого закона выполняются расчеты ВБР системы для заданной наработки $t = 1100$ ч. Вероятность безотказной работы СУТС ГВК за период непрерывной работы 1100 ч составляет $P(t) = 0,85868$. Так как в ТЗ заказчик определил значение уровня ВБР системы равным не менее 0,999 за время непрерывной эксплуатации 1100 ч, можно сказать, что по надежности система не удовлетворяет условиям, поставленным в задаче, а также что требования по надежности заказчиком явно завышены.

Полученный результат расчетов подтвержден традиционным расчетом с использованием Булевых таблиц [4, 7]. Расчет показателей надежности методом

Таблица

Параметры надежности элементов СУТС ГВК

Составная часть	Наработка на отказ (по данным изготовителя) T_{oi} , ч.	Вероятность безотказной работы при $t=1100$ ч.
АРМ	10 000	0,89583
Коммутатор	465 570	0,99764
Прибор вычислительный	80 000	0,98634
Интегратор (ИПС)	200 000	0,99451
Прибор УСО	100 000	0,98906
ПС	60 000	0,98183
БРДУ	10 000	0,89583
РЩ	75 000	0,98544
АБ	43 800	0,97519
БП	200 000	0,99451

структурной схемы надежности является одним из методов, часто используемых при анализе рисков технических и технологических систем согласно ГОСТ Р 51901.14–2005 (МЭК 61078:1991).

Оптимизация структуры СУТС ГВК по показателям надежности. Расчет показателей надежности системы проводится в том числе, с целью обоснования оптимального по надежности варианта конструкторского решения, для выявления номенклатуры сборочных единиц, лимитирующих надежность в целом, а также выбора и объемов резервирования составных частей.

Опираясь на вклад элементов в целевую функцию системы, т.е. в функцию переменных, от которых зависит достижение оптимального состояния всей системы, можно развивать функциональную структуру.

Возможный вклад элементов в изменение значения целевой функции системы определяется показателем положительного вклада характеристики элемента при изменении вероятности отдельного элемента от его текущего значения до 1, т.е. предельной величины [5]:

$$\beta_i^+ = P_C|_{p_i=1} - P_C|_{p_i}; (i=1,2,\dots). \quad (6)$$

Построение диаграммы положительных вкладов показывает, что больший положительный вклад делают элементы 19–26 (значения вкладов 0,01589). Путь повышения надежности этих элементов наиболее целесообразен для надежности всей системы. В результате повышения надежности системы резервированием элементов 19–26 текущее значение ВБР системы возросло до $P_C = 0,99171$. При этом значение положительного вклада элементов 19–26 составило 0,00033.

Ввиду явно завышенных требований к надежности СУТС ГВК при корректировке ТЗ можно ориентироваться на приведенные выше результаты расчета. В случае необходимости повышения значений показателей надежности до требований ТЗ возможно аналогичное усовершенствование системы до достижения необходимого уровня значений показателей надежности.

Очевидно, что «ручное» применение метода ОЛВМ для анализа реальных структурно-сложных судовых систем крайне затруднительно по причине сложности их структуры и большого количества элементов, что делает объем процессов аналитического моделирования непреодолимым без автоматизации расчетов с использованием соответствующих программных комплексов и вычислительной техники. Их применение позволяет свести задачу разработчика в части расчета надежности к вводу структурной модели системы и показателей надежности конкретных ее элементов,

таких как ВБР. На сегодняшний день технология ОЛВМ уже реализуется в некоторых программных комплексах.

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Этапы жизненного цикла современного судна сопровождаются работой сотен предприятий (начиная с организационно-заказчиков и заканчивая предприятием, утилизирующим объект). Для сбора и анализа данных о техническом состоянии объектов и их оборудования, об отказах, режимах использования и условиях эксплуатации, а также для выработки мер по обеспечению надежности должна быть создана система информационного обеспечения надежности. На сегодняшний день таких систем у эксплуатирующих организаций нет. По этой причине ни эксплуатирующие предприятия, ни проектант объекта не имеют возможности достоверно оценивать фактический уровень надежности и принимать соответствующие меры по его повышению. Ретроспективная достоверная информация о техническом состоянии оборудования, его наработке и причинах отказов, расходовании и фактической потребности в одиночном ЗИП у проектанта объекта, как правило, отсутствует. Помимо вышеупомянутого существуют ситуации, когда для сложных объектов на стадии их разработки не удается с необходимой точностью определить соотношение времени функционирования оборудования в различных режимах работы и времени возможного его простоя. В процессе эксплуатации головного объекта проектанту необходимо получать уточненные значения показателей надежности для корректировки ее расчетов, выполненных на начальной стадии проектирования, учета их результатов в серийных образцах объектов.

Из вышесказанного следует, что для организаций, эксплуатирующих большое количество объектов, необходима система, обеспечивающая полной и достоверной информацией о техническом состоянии этой техники и его изменении в течение всего срока службы, о режимах использования оборудования, условиях эксплуатации, принятых мерах по восстановлению работоспособности, техническом обслуживании и ремонтах. То есть необходима информационно-функциональная модель жизненного цикла изделия и выполняемых в этом цикле процессах. Разработка ее позволит отслеживать повторяющиеся происшествия, гораздо более эффективно и рационально воспользоваться технологиями автоматизированного моделирования надежности объектов и вырабатывать меры по повышению надежности морской техники.

Электронная информационно-функциональная модель жизненного цикла изделия и выполняемых в нем процессов лежит в основе CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) (аналог – российские ИПИ-технологии) [1, 3]. Внедрение CALS-технологий позволяет обеспечить не только «внутреннюю» информационную интеграцию в среде одного предприятия, но и «внешнюю» (от организации-заказчика до предприятия-утилизатора), что позволяет говорить о применении CALS-технологий как о глобальной стратегии повышения эффективности взаимодействия предприятий отрасли судостроения. Данные о надежности элементов могут быть интегрированы в библиотеку описаний компонентов изделия, являющуюся общей и неотъемлемой частью всего проекта, что расширяет возможности в области моделирования надежности. При использовании такой интеграции скорость получения и актуальность данных с мест базирования флота многократно возрастают по сравнению с традиционными методами. В ситуации, когда для сложных объектов не удается на стадии разработки с необходимой точностью определить временное соотношение различных режимов работы оборудования, наличие системы сбора информации о выходах из строя отдельного оборудования или о нарушениях его работы в процессе эксплуатации делает возможным своевременную корректировку требуемых показателей. Такая интеграция в данные электронной модели информации о надежности компонентов с эксплуатируемого объекта позволит также оперативно корректировать потоки сменно-запасных частей и обменного фонда оборудования, тем самым сокращать издержки на содержание объекта.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Надежность техники определяет ее готовность к эксплуатации, которая обеспечивается техническим обслуживанием (ТО) и ремонтом. В мировой практике технической эксплуатации систем и оборудования разработке методов планирования потребного количества сменно-запасных частей (СЗЧ) и обменного фонда оборудования (ОФ) придается большое значение. Большая номенклатура СЗЧ и ОФ оборудования, используемого при технической эксплуатации судовых систем, имеет значительную стоимость, и создание их больших запасов по экономическим соображениям нецелесообразно. Однако стремление уменьшить простои объектов в ремонте говорит в пользу создания некоторого запаса СЗЧ и ОФ оборудо-

вания. Поэтому важнейшим вопросом является формирование оптимальных запасов сменных узлов и деталей.

Известны попытки создания расчетных методов определения потребного количества СЗЧ и ОФ судовой техники. Концепции, положенные в основу этих методов, как правило, не учитывают условия проведения ТО и ремонта, которые определяют интенсивность ввода изделия в эксплуатацию после отказа. Все эти методы базируются на статистике и требуют большого объема собранной информации в результате эксплуатации.

Разработанная модель процесса эксплуатации техники, заключающегося в чередовании состояния нормальной эксплуатации и ремонта, и процесса потребления (производства) СЗЧ и ОФ наиболее приближена к реальным условиям, так как не требует предварительного сбора большого количества информации.

Математическая модель процесса восстановления эксплуатационной готовности систем и оборудования. Законы распределения времени между отказами и распределения времени ремонтов техники позволяют реальный процесс эксплуатации аппроксимировать марковским случайным процессом с непрерывным временем и дискретным числом состояний.

Любое оборудование и объект в целом могут находиться в состоянии нормальной работы или ремонта, проводимого в результате отказа. Для того чтобы вернуть оборудование или объект в работоспособное состояние (в результате ремонта), необходимо затратить определенное количество единиц СЗЧ и ОФ. Если рассматривать процесс расходования последних, то можно также принять два состояния: первое – наличие СЗЧ и ОФ в запасе в результате их изготовления или агрегатного ремонта и второе – потребление каждой единицей оборудования или объекта СЗЧ и ОФ для возвращения в работоспособное состояние [2].

Указанные состояния и переходы между ними для этих процессов представим размеченными графами состояний (рис. 2 и рис. 3).

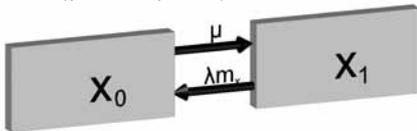


Рис. 2. Граф состояний процесса эксплуатации техники

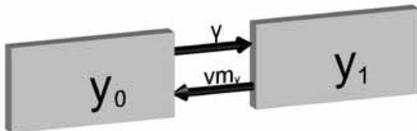


Рис. 3. Граф состояний процессов потребления и производства (ремонта) СЗЧ и ОФ оборудования

Введем обозначения величин: t – текущее время эксплуатационного периода; $x(t)$ – число однотипного оборудования или объекта в эксплуатации; x_1 – состояние, соответствующее тому, что k -е оборудование или объект из n_1 рассматриваемых единиц процесса $x(t)$ находится в нормальном работоспособном состоянии; x_0 – состояние, соответствующее тому, что k -е оборудование или объект из n_1 рассматриваемых единиц процесса $x(t)$ в результате отказа находится в ремонте; $y(t)$ – число единиц СЗЧ или ОФ для обеспечения эксплуатации n_1 оборудование или объект; y_1 – состояние, соответствующее тому, что e -е количество единиц СЗЧ или ОФ из n_2 рассматриваемых процесса $y(t)$ находится в наличии и не использовано для ремонта оборудование или объект; y_0 – состояние, соответствующее тому, что e -е количество единиц СЗЧ или ОФ из n_2 рассматриваемых процесса $y(t)$ использовано для ремонта оборудование или объект; $\lambda = \lambda(t)$ – интенсивность выхода оборудование или объект из эксплуатации в результате отказа; $\mu = \mu(t)$ – интенсивность ввода оборудование или объект в эксплуатацию в результате ремонта; $\gamma = \gamma(t)$ – интенсивность ремонта или производства ОФ или СЗЧ; $\nu = \nu(t)$ – интенсивность потребления (расходования) ОФ или СЗЧ; m_x – среднее количество оборудование или объект в эксплуатации; m_y – среднее количество ОФ и СЗЧ в запасе (на складе).

Исходя из графов состояний процессов (см. рис. 2 и рис. 3), будем иметь случайную функцию $x_k(t)$, принимающую значение «1», если k -е оборудование или объект находятся в состоянии нормальной эксплуатации, и значение «0», если k -е оборудование или объект находятся в состоянии ремонта. Аналогично для процесса потребления и производства (ремонта) СЗЧ и ОФ будем иметь случайную функцию $y_e(t)$, принимающую значение «1», если e -е количество единиц СЗЧ и ОФ находится в наличии и не использовано для ремонта оборудование или объекта, и значение «0», если e -е количество единиц СЗЧ и ОФ израсходовано для ремонта.

Таким образом, для процесса эксплуатации будет иметь место равенство:

$$x(t) = \sum_{k=1}^{n_1} x_k^1(t), \quad (7)$$

а для процесса потребления и производства (ремонта) СЗЧ и ОФ аналогичное равенство

$$y(t) = \sum_{e=1}^{n_2} y_e^1(t). \quad (8)$$

С течением времени в результате отказов в работоспособном состоянии будет находиться разное количество оборудования или объектов. Вследствие этого в наличии будет и разное количество СЗЧ и ОФ. Изменение во времени $x(t)$ и $y(t)$ можно представить как

$$\begin{aligned} \Delta x &= x(t + \Delta t) - x(t), \\ \Delta y &= y(t + \Delta t) - y(t). \end{aligned} \quad (9)$$

Поскольку исходными характеристиками процессов являются средние значения случайных величин, то в дальнейшем будем пользоваться также средними значениями получаемых результатов. Определим математические ожидания приращений Δx и Δy . Для этого составим матрицу распределения приращений Δu за Δt (рис. 4).

Необходимо отметить, что процессы изменения $x(t)$ и $y(t)$ взаимосвязаны. Процесс ввода оборудования или объекта в эксплуатацию определяет процесс потребления или производства СЗЧ и ОФ. Процесс изменения $x(t)$ будет управлять процессом изменения $y(t)$. Учтем наличие взаимодействия между процессами. Расход СЗЧ и ОФ зависит от среднего количества оборудования или объектов, находящихся в состоянии эксплуатации, и равен произведению интенсивности потребления ν каждым оборудованием или объектом СЗЧ (или ОФ) и среднего количества объектов (или оборудования) m_x , находящихся в состоянии эксплуатации.

Переход оборудования (или объекта) из состояния нормальной эксплуатации «1» в состояние ремонта (в результате отказа) «0» будет зависеть от среднего их количества, находящегося в состоянии нормальной эксплуатации, и интенсивности отказов, т. е. определится произведением λm_x .

Математические ожидания Δx и Δy получим, суммируя произведения зна-

$\Delta y \backslash \Delta x$	-1	0	+1
-1	$0(\Delta t)$	$m_x \nu \Delta t$	$0(\Delta t)$
0	$m_x \lambda \Delta t$	$1 - [m_x(\lambda + \nu) + \mu + \gamma] \Delta t + 0(\Delta t)$	$\mu \Delta t$
+1	$0(\Delta t)$	$\lambda \Delta t$	$0(\Delta t)$

Рис. 4. Матрица распределения приращений $x(t)$ и $y(t)$ за Δt

чений случайных функций на их вероятности:

$$\begin{aligned} M(\Delta x) &= \mu \Delta t - \lambda m_x \Delta t + 0(\Delta t); \\ M(\Delta y) &= \gamma \Delta t - \nu m_y \Delta t + 0(\Delta t). \end{aligned} \quad (10)$$

При Δt , стремящемся к нулю, получим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{dm_x}{dt} &= \mu - \lambda m_x; \\ \frac{dm_y}{dt} &= \gamma - \nu m_y, \end{aligned} \quad (11)$$

которая является моделью процесса эксплуатации техники, заключающегося в чередовании состояния нормальной эксплуатации и ремонта и процесса обновления (производства) СЗЧ и ОФ.

Для более точного анализа описанных процессов можно определять значения дисперсий и корреляций аналогично определению математических ожиданий. Однако для точности практических инженерных расчетов в этом нет необходимости.

Оптимизация технических систем (ТС) на этапе параметрического синтеза предполагает решение двух основных задач – определение номинальных значений внутренних параметров системы и допустимых пределов их изменения. Внутренние параметры – это параметры элементов ТС, которые характеризуют состояние и свойства самой системы. При проектировании они определяют вектор \mathbf{X} управляемых (варьируемых) параметров. Математическая функциональная модель ТС представляет собой алгоритм вычисления вектора выходных параметров \mathbf{Y} при заданных векторах внутренних параметров \mathbf{X} и внешних параметров \mathbf{V} . Внешние параметры характеризуют свойства внешней по отношению к ТС среды и оказывают влияние на ее функционирование. Выходные параметры характеризуют свойства ТС, интересующие потребителя. Они представляют собой параметры-функционалы, т.е. функциональные зависимости фазовых переменных ТС и параметры, являющиеся граничными значениями диапазонов внешних переменных, в которых сохраняется работоспособность системы. К выходным параметрам на стадии параметрического синтеза относятся показатели назначения, параметрической надежности и экономичности [1].

Показателем параметрической надежности при ограниченных статистических данных о законах распределения внутренних параметров ТС во времени является запас работоспособности [1, 2]. Область работоспособности $\mathbf{G} = \mathbf{P} \cap \mathbf{M}$

ВЫВОДЫ

Автоматизация расчета показателей надежности сложных систем за счет применения информационных технологий позволяет с большой вероятностью определить надежность и скорректировать структуру и состав на уровне элементов на этапе проектирования.

На этапе эксплуатации объекта применение информационных технологий позволяет обеспечить достоверность, полноту, периодичность поступления информации о конкретном оборудовании в различных условиях и на основе этой информации вносить коррективы в потоки средств обеспечения ремонта, планировать потребное количество СЗЧ и ОФ, формировать оптимальные запасы сменных узлов и деталей, разрабатывать эффективные средства обеспечения надежности систем и оборудования, обеспечивая готовность объекта к эксплуатации и уменьшая простои в ремонте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудницкий А.В. Рудницкий В.И., Титов В.Г. Принципы использования информационных технологий для управления надежностью энергетического оборудования автономных объектов. – Н.Новгород: Изд. НГТУ, 2008. – С. 66–69.
2. Рудницкий А. В. Прогнозирование потребности в сменно-запасных частях и обменном фонде агрегатов судовых дизельных установок. Диссер. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Н.Новгород: 1998. – 141 с.
3. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Информационные технологии в проектировании и производстве. – СПб.: Политехника, 2008. – 304 с.
4. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
5. Кошко В.А. Расчет надежности системы мониторинга повышенной стойкости «Буревестник» с применением технологии общего логико-вероятностного метода // Науч.-техн. сб. ОАО «Концерн «НПО «Аврора». – 2010. – №20. – С. 140–150.
6. Можжев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем. – Л.: Изд.ВМА, 1988. – 68 с.
7. Беляев Ю.К., Бозатырев В.А., Болтин В.В. Надежность технических систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 440 с. ■

ПОСТРОЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ПОИСКЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

А.В. Саушев, канд. техн. наук, доцент СПГУВК, контакт. тел. +7 921 755 8976

определяет множество допустимых значений внутренних параметров, при которых выполняются все требования, предъявляемые к выходным параметрам ТС. Она определяется условиями работоспособности, которые в случае двухсторонних ограничений на параметры имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} Y_{j\min} \leq Y_j = F_j(\mathbf{X}) \leq Y_{j\max}, j = \overline{1, m}; \\ X_{i\min} \leq X_i \leq X_{i\max}, i = \overline{1, n}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $Y_{j\max}(X_{i\max})$, $Y_{j\min}(X_{i\min})$ – соответственно максимально и минимально допустимые значения j -го выходного Y_j (i -го внутреннего X_i) параметра; F – оператор, устанавливающий связь между внутренними и выходными параметрами.

Первое и второе неравенства (1) определяют допусковые области \mathbf{D} и \mathbf{P} соответственно. При этом области \mathbf{D} в пространстве внутренних параметров будут соответствовать допусковая область \mathbf{M} .

Трудность решения задач параметрического синтеза обусловлена тем, что эти задачи приходится решать в условиях многокритериальности [1, 3].

В статье рассматривается поисковый метод оптимизации, который предпола-

гает, что каждая из функций-ограничений неравенства (1) $Y_{j\max} - F_j(X) \geq 0$ и $F_j(X) - Y_{j\min} \geq 0$ аппроксимирована конечным множеством линейных гиперповерхностей f_j и область \mathbf{M} задана в виде следующей системы неравенств:

$$\sum_{j=1}^{2m} f_j(\mathbf{X}) \geq 0, f_j(\mathbf{X}) = b_{j0} + \sum_{i=1}^n b_{ji} X_i \geq 0.$$

Методы аппроксимации области работоспособности системой линейных неравенств рассмотрены, например, в работах [1, 4, 5]. В отличие от известных методов параметрической оптимизации [1] предлагаемый метод позволяет сформировать такую целевую функцию, для которой возможно применение любого известного алгоритма поисковой оптимизации. При этом достигается максимально возможный или заданный запас работоспособности ТС.

Анализ литературных источников показывает, что для большинства ТС на первое место выдвигается требование высокой надежности. Для ТС, характеризующихся параметрической нестабильностью вследствие влияния на работоспособность системы внешних факторов, особую актуальность приобретает необходимость обеспече-

ния параметрической надежности. Это требование в полной мере относится к ТС водного транспорта. Применительно к решаемой задаче это означает, что в качестве параметра оптимизации целесообразно выбрать вероятность безотказной работы или запас работоспособности системы. Непосредственное использование важнейшего показателя параметрической надежности – вероятности безотказной работы в качестве целевой функции при оптимизации внутренних параметров системы – не всегда эффективно вследствие его малой чувствительности вдали от границ области работоспособности и большой трудоемкости вычислений [1]. Кроме того, при отсутствии статистических данных о распределении параметров элементов ТС этот показатель принципиально не может являться целевой функцией.

В качестве целевой функции при оптимизации предлагается выбрать запас работоспособности ТС, который необходимо максимизировать. Для некоторых ТС возможна оптимизация по одному из показателей назначения, например, по времени переходного процесса или по интегральному показателю качества. Необходимым условием при этом является обеспечение требуемого запаса работоспособности. Обоснование и особенности выбора предлагаемой целевой функции рассматриваются в работах [1, 6].

Формирование целевой функции. В пространстве R^n внутренних параметров введем метрику l , которая является функцией координат двух любых точек этого пространства, например точек A и B .

При этом $l = \sqrt{\sum_{i=1}^n \mu_i (X_i(A) - X_i(B))^2}$, где $X_i(A)$, $X_i(B)$ – координаты векторов точек A и B соответственно; μ_i – нормирующий множитель по i -ой координате параметров \mathbf{X} . Если одна из точек, например точка A , является граничной точкой области работоспособности, а точка B находится внутри этой области и ее координаты характеризуют состояние ТС в рассматриваемый момент времени, то данная метрика будет определять запас работоспособности системы и служить критерием поиска координат оптимальной точки.

Для формирования целевой функции представим область работоспособности в виде единого аналитического выражения. С этой целью введем в рассмотрение и воспользуемся свойствами логических R -функций [7].

Пусть $Y = F(\mathbf{X})$ есть функция, определенная всюду в пространстве R^n . Согласно определению R -отображения [7] данная функция является R -функцией, если в каждой из областей H_j ($j = 1, 2, \dots, 2^n$) она сохраняет

постоянный знак. При этом область H_j представляет собой совокупность всех точек пространства R^n , для которых хотя бы одна координата X_i равняется нулю. В результате использования R -функций область работоспособности может быть задана следующим неравенством:

$$\left(\dots \left(\left(\varphi_1 \wedge_{\alpha_1}^k \varphi_2 \right) \wedge_{\alpha_2}^k \varphi_3 \right) \wedge_{\alpha_3}^k \dots \right) \rightarrow \leftarrow \wedge_{\alpha}^k (g-1) \varphi_d = \wedge_{\alpha}^k (g) \varphi_g \geq 0, \quad (2)$$

где \wedge_{α}^k – R -конъюнкция R -функций φ_g , обеспечивающая возможность взятия k производных; α_g , $g = 1, d$ – величины, принадлежащие интервалу $\alpha_g \in [-1; 1]$.

Если все ограничения (1) двухсторонние, то $d = 2(m+n)$. При этом для функций-ограничений $f_j(\mathbf{X})$: $Y_{j\max} - F_j(\mathbf{X}) \geq 0$ и $F_j(\mathbf{X}) - Y_{j\min} \geq 0$ – $\varphi_g = f_j(\mathbf{X})$, $g = j$, $j = 1, 2m$, а для функций-ограничений $f_i(\mathbf{X})$: $X_{i\max} - X_i \geq 0$ и $X_i - X_{i\min} \geq 0$ – $\varphi_g = f_i(\mathbf{X})$, $g = i$, $i = 1, 2n$. В формуле (2) могут быть опущены скобки, и конечный результат не будет зависеть от последовательности свертки R -функций φ_g . Для построения R -конъюнкции в случае, если не требуется, чтобы она была дифференцируема, принимая $\alpha = 1$, получим

$$\varphi_1 \wedge \varphi_2 = 0,5(\varphi_1 + \varphi_2 - |\varphi_1 - \varphi_2|). \quad (3)$$

В развернутой форме записи функция $G = G(\mathbf{X})$, аналитически описывающая область работоспособности \mathbf{G} , имеет следующий вид:

$$\begin{cases} G = \varphi_{(d)} = 0,5(\varphi_{(d-1)} + \varphi_{(d)} - |\varphi_{(d-1)} - \varphi_{(d)}|); \\ \varphi_{(d-1)} = 0,5(\varphi_{(d-2)} + \varphi_{(d-1)} - |\varphi_{(d-2)} - \varphi_{(d-1)}|); \\ \dots \\ \varphi_{(g)} = 0,5(\varphi_{(g-1)} + \varphi_{(g)} - |\varphi_{(g-1)} - \varphi_{(g)}|); \\ \dots \\ \varphi_{(3)} = 0,5(\varphi_{12} + \varphi_3 - |\varphi_{12} - \varphi_3|); \\ \varphi_{(2)} = 0,5(\varphi_1 + \varphi_2 - |\varphi_1 - \varphi_2|). \end{cases} \quad (4)$$

Уравнение $G = 0$ определяет границу области работоспособности. Представим функцию G в виде R -конъюнкции функций $M = M(\mathbf{X})$ и $P = P(\mathbf{X})$, описывающих соответственно области \mathbf{M} и \mathbf{P} . В результате получим:

$$G = 0,5(M + P - |M - P|) \geq 0. \quad (5)$$

Для аналитического описания областей \mathbf{M} и \mathbf{P} в системе уравнений (4) нужно произвести следующие замены: $g = j$, $d = 2m$, $G = M$ – для описания области \mathbf{M} и $g = i$, $d = 2n$, $G = P$ – для описания области \mathbf{P} .

В случае если $m = n = 2$, а внутренние параметры заданы в относительных единицах, причем $X_{1\min} = X_{2\min} = -1$, $X_{1\max} = X_{2\max} = 1$, области \mathbf{M} и \mathbf{P} запишутся в виде следующих неравенств:

$$\begin{aligned} M = & 0,25(Y_{1\max} + Y_{2\max} - Y_{1\min} - Y_{2\min} - \\ & - |2F_1(X_1, X_2) - Y_{1\max} - Y_{1\min}| - \\ & - |2F_2(X_1, X_2) - Y_{2\max} - Y_{2\min}| - |Y_{1\max} + \\ & + Y_{2\min} - Y_{1\min} - Y_{2\max} + \\ & + |2F_1(X_1, X_2) - Y_{2\max} - Y_{2\min}| - \\ & - |2F_2(X_1, X_2) - Y_{1\max} - Y_{1\min}|) \geq 0; \end{aligned}$$

$$P = 0,5(2 - |X_1| - |X_2| - \||X_2| - |X_1|\|) \geq 0.$$

Используя основное свойство R -функций, заключающееся в том, что логические и простейшие арифметические операции над ними образуют новую R -функцию, можно заключить, что аналитические описания областей \mathbf{M} , \mathbf{P} и \mathbf{G} также будут являться R -функциями. Получим уравнение границы области \mathbf{G}_μ , расположенной эквидистантно области работоспособности \mathbf{G} и внутри нее. При этом граничные точки областей \mathbf{G} и \mathbf{G}_μ будут располагаться относительно друг друга по направлению градиента к функции $G(\mathbf{X})$ на одинаковом расстоянии l .

Рассмотрим две граничные точки $N \in f_j(\mathbf{X}) \in \mathbf{M}$ и $N^\mu \in f_j^\mu(\mathbf{X}) \in \mathbf{M}_\mu$. Координаты точки N^μ можно выразить через координаты точки N по формуле

$$\begin{aligned} X_i^\mu &= X_i + \frac{(\partial f_j(\mathbf{X}) / \partial X_i) l}{|\text{grad } f_j(\mathbf{X})|} = \\ &= X_i + \frac{b_{ji}}{|\text{grad } f_j(\mathbf{X})|} l, \end{aligned}$$

$$\text{grad } f_j(\mathbf{X}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\partial f_j(\mathbf{X}) / \partial X_i)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n b_{ji}^2}.$$

Откуда

$$f_j^\mu(\mathbf{X}) = f_j(\mathbf{X}) - |\text{grad } f_j(\mathbf{X})| l. \quad (6)$$

Область \mathbf{M}_μ аналитически описывается аналогично области \mathbf{M} по формуле (5), в которой $\varphi_g = f_j^\mu(\mathbf{X})$, а функция M заменяется функцией M_μ .

В том случае, если граничная точка принадлежит области \mathbf{P} , координаты точки N^μ определяются выражением $X_i^\mu = X_i \pm l$. Аналитическое описание области \mathbf{P}_μ аналогично описанию области \mathbf{P} , при этом $\varphi_g = f_i^\mu(\mathbf{X})$. На основании формулы (5) получим:

$$G_\mu = 0,5(M_\mu + P_\mu - |M_\mu - P_\mu|) \geq 0.$$

Можно показать, что численное значение R -функции G_μ определяется значением функции, которое является наименьшим среди всех R -функций $\varphi_g(\mathbf{X})$, и для любой точки каждой из гиперповерхностей $f_j^\mu \subset \mathbf{G}_\mu$, численное значение этой функции одинаково.

Таким образом, функция G_μ принципиально может быть использована в качестве целевой функции при параметрическом синтезе ТС по критерию запаса работоспособности. Недостаток этой функции – невозможность

использования поисковых методов оптимизации, поскольку для разных граничных точек области G_{μ} , функция G_{μ} не является постоянной, а принимает значение из множества возможных значений $\{f_1^{\mu}, f_2^{\mu}, \dots, f_{2m}^{\mu}, l\}$.

Построим R -функцию, которая будет принимать единственное значение для любой точки, находящейся на одинаковом расстоянии от границы области работоспособности. С этой целью на основании (6) сформируем R -функции:

$$\phi'_j(\mathbf{X}) = \frac{f_j^{\mu}(\mathbf{X})}{|\text{grad} f_j(\mathbf{X})|} = \frac{f_j(\mathbf{X})}{|\text{grad} f_j(\mathbf{X})|} - l.$$

Для любой внутренней точки области работоспособности, находящейся на одинаковом расстоянии от ее ближайшей граничной точки, вычисленное значение функции $\phi'_j(\mathbf{X})$ будет равно l . Искомая функция будет иметь вид

$$G_i = 0,5(M_i + P_i - |M_i + P_i|). \quad (7)$$

В формуле (7) функция M_i вычисляется аналогично функции M_{μ} . Для этого в формуле (5) следует заменить f_{μ} на $\phi'_j(\mathbf{X})$, а вместо \mathbf{M} писать M_i . Функция P_i тождественно равна функции P_{μ} . Полученная функция G_i может быть целевой при оптимизации ТС на максимум запаса работоспособности, причем для вычисления координат оптимальной точки по критерию $\max G_i$ может быть использован любой поисковый метод оптимизации. Зацикливание при поиске исключается. Важным свойством функции G_i является возможность распознавания состояния ТС. Если вычисленное значение функции положительное, то система находится в работоспособном состоянии. Если результат окажется отрицательным, то система находится в неработоспособном состоянии. В том случае, если значения внутренних параметров выражены в относительных единицах, вычисленное в любой внутренней точке области работоспособности значение функции будет характеризовать относительное значение запаса работоспособности ТС, принадлежащее интервалу $[-1; 1]$.

При использовании для оптимизации градиентных методов, характеризующихся наибольшим быстродействием, при построении функции G_i следует использовать формулу (2), которая позволяет осуществлять операции дифференцирования.

Пример. Пусть внутренние параметры ТС заданы в относительных единицах,

область работоспособности совпадает с областью \mathbf{M} и определяется следующими ограничениями:

$$\begin{aligned} f_1(X_1, X_2) &= X_1 + 4X_2 - 1 \geq 0; \\ f_2(X_1, X_2) &= -X_1 + 2X_2 + 0,2 \geq 0; \\ f_3(X_1, X_2) &= 3X_1 - 2X_2 + 0,2 \geq 0; \\ f_4(X_1, X_2) &= -7X_1 - 6X_2 + 8,8 \geq 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= f_1(X_1, X_2) \wedge f_2(X_1, X_2) \rightarrow \\ &\leftarrow \wedge f_3(X_1, X_2) \wedge f_4(X_1, X_2). \end{aligned}$$

На основании (7) целевая функция будет иметь следующий вид:

$$G_i = 0,5(\phi_{12}(X_1, X_2) + \phi_{34}(X_1, X_2) - |\phi_{12}(X_1, X_2) - \phi_{34}(X_1, X_2)|),$$

$$\phi_{12}(X_1, X_2) = 0,5(\phi_1(X_1, X_2) + \phi_2(X_1, X_2) - |\phi_1(X_1, X_2) - \phi_2(X_1, X_2)|);$$

$$\phi_{34}(X_1, X_2) = 0,5(\phi_3(X_1, X_2) + \phi_4(X_1, X_2) - |\phi_3(X_1, X_2) - \phi_4(X_1, X_2)|);$$

$$\begin{aligned} \phi_1(X_1, X_2) &= f_1(X_1, X_2) / \text{grad} f_1(X_1, X_2) - l = \\ &= (X_1 + 4X_2 - 1) / \sqrt{17}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_2(X_1, X_2) &= f_2(X_1, X_2) / \text{grad} f_2(X_1, X_2) - l = \\ &= (-X_1 + 2X_2 + 0,2) / \sqrt{5}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_3(X_1, X_2) &= f_3(X_1, X_2) / \text{grad} f_3(X_1, X_2) - l = \\ &= (3X_1 - 2X_2 + 0,2) / \sqrt{13}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_4(X_1, X_2) &= f_4(X_1, X_2) / \text{grad} f_4(X_1, X_2) - l = \\ &= (-7X_1 - 6X_2 + 8,8) / \sqrt{85}. \end{aligned}$$

При оптимизации использовался симплексный метод [8], не требующий дифференцирования целевой функции. В результате оптимизации были получены значения $X_1 = 0,5377$ и $X_2 = 0,4512$ внутренних параметров, которые с заданной погрешностью характеризуют максимально возможный запас работоспособности системы $G_i = l = 0,2526$.

Рис. 1 иллюстрирует исходную область работоспособности, заданную ограничениями $A(X_2) = f_1(X_1, X_2)$, $B(X_2) = f_2(X_1, X_2)$, $C(X_2) = f_3(X_1, X_2)$, $D(X_2) = f_4(X_1, X_2)$, и оптимальную точку.

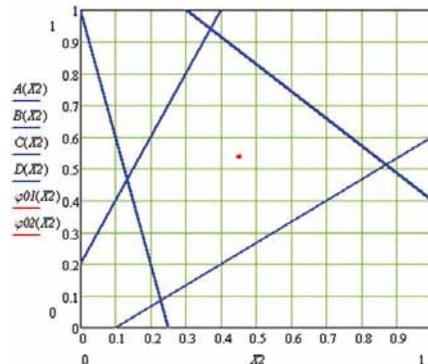


Рис. 1. Область работоспособности и оптимальная точка системы

Вывод

Выбор оптимальных значений внутренних параметров ТС по кри-

терию максимального или заданного запаса работоспособности обеспечивает работоспособное состояние системы на предстоящий период времени. Это особенно актуально для ТС водного транспорта, характеризующихся параметрической нестабильностью. В том случае, если известна информация о границе области работоспособности, заданная в виде системы линейных ограничений на значения ее внутренних параметров, возможно построение целевой функции, обеспечивающей поиск оптимума на основе известных алгоритмов. При этом исключается зацикливание в процессе поиска, а полученный результат в относительных единицах характеризует запас работоспособности системы. Аналитическое описание области работоспособности на основе использования логических R -функций, позволяет достаточно просто идентифицировать текущее состояние ТС и решать задачи прогнозирования. Рассмотренный метод был апробирован при решении задач параметрического синтеза электромеханических систем и устройств водного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саушев А.В. Методы управления состоянием электротехнических систем. – СПб.: Изд.СПГУВК, 2004. – 126 с.
2. Норетков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
3. Шауб П.А. Об одном подходе к поиску оптимального решения // Морской вестник. – 2012. – № 1 (41). – С. 95–97.
4. Дуго Г.Б., Дуго Н.Б. Реализация параллельного алгоритма аппроксимации области работоспособности выпуклым многогранником // Информатика и системы управления. – 2006. – № 1 (11). – С. 167–174.
5. Шарая И.А. Строение допустимого множества решений интервальной линейной системы // Вычислительные технологии. – 2005. – Т. 10, № 5. – С. 103–119.
6. Саушев А.В. Запас работоспособности как целевая функция при синтезе технических систем. – Математика и ее приложения: Сб. научн. тр. – СПб, 2011. – Вып. 3. – С. 190–198.
7. Он же. Аналитическое описание областей работоспособности электротехнических систем // Журнал университета водных коммуникаций. – СПб.: СПГУВК, 2009. Вып.4. – С. 34–41.
8. Он же. Сеточный метод построения областей работоспособности технических объектов на основе алгоритма симплексного поиска // Журнал университета водных коммуникаций. – СПб.: СПГУВК, 2010. – Вып.1(V). – С. 58–69. ■

135 лет завод «Компрессор» работает на благо России. Производимым предприятием оборудованы надводные и подводные корабли, ледокольный флот, научно-исследовательские суда, объекты ракетно-космического комплекса, используется оно войсками стратегического назначения, на атомных электростанциях, компрессорных станциях, обеспечивающих транспортировку газа, МЧС, железнодорожном транспорте, другими объектами, где к надежности оборудования предъявляются повышенные требования.

Датой основания завода считается 17 февраля (1 марта) 1877 г. Тогда инженер В.С. Барановский, изобретатель первой в мире скорострельной пушки с упругим лафетом и унитарным патроном, основал завод, ставший родоначальником ОАО «Компрессор». Пушки Барановского вошли в состав артиллерии морских десантов, ими, в частности, были вооружены легендарный крейсер «Варяг» и канонерская лодка «Кореец».



В первые годы завод изготавливает пушечные гильзы, дистанционные трубки (взрыватели), гранаты, лафеты, чугунные и стальные снаряды, приборы снаряжения и разряжения артиллерийских патронов, гидравлические и механические прессы для переобжимки стреляных гильз различных калибров.

Завод Барановского оставался вплоть до Великой Октябрьской революции единственным в России предприятием, изготавливающим дистанционные трубки, которые, по оценке артиллеристов, были по своей конструкции и качеству лучшими из всех систем, существовавших тогда. Для увеличения времени горения требуется медленно горящий порох. В России такой порох не производился, а закупался во Франции. Правление завода принимает решение в 1913 г. создать новое отделение Порохового завода. К 1916 г. он уже производил

ОАО «КОМПРЕССОР» – 135 ЛЕТ НА ПЕРЕДОВЫХ РУБЕЖАХ

Л.Г.Кузнецов, д-р техн. наук, проф.,

генеральный директор ОАО «Компрессор»,

Ю.Л.Кузнецов, канд. техн. наук,

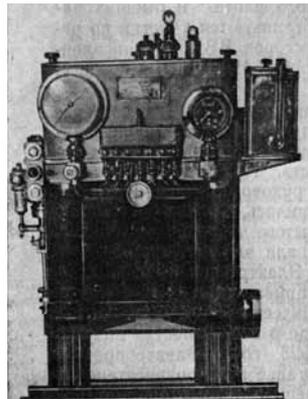
генеральный директор ООО «Компрессор газ»,

контакт. тел. (812) 295 5090

80 000 пудов пороха. Руководил этим отделением завода Л.Б. Красин.

Одновременно с выполнением военных заказов разворачиваются работы по выпуску мирной продукции: авто- и авиасвечей, фарфоровых изоляторов высокого напряжения. В начале 1923 г. на заводе был разработан проект массового производства автосвечей системы И.В.Кузнецова, инженера-электрика технического бюро завода.

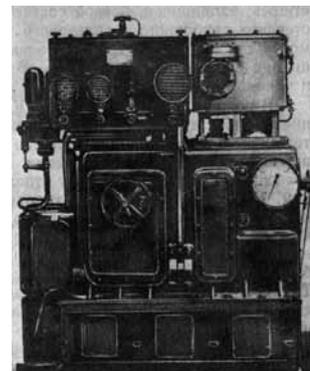
К разработке и созданию непосредственно компрессорного оборудования для подводных и надводных судов ВМФ предприятие приступило в 20-е гг. XX в.



В довоенный период завод разработал и освоил выпуск первых отечественных корабельных компрессоров с паровым приводом (ПК-12, К-2) и электрокомпрессоров (К-6, К-7, К-12) первого поколения. Ими оснащались практически все корабли советской постройки, начиная с дизель-электрической подводной лодки «Якобинец» и кончая крейсером «Киров» (1938 г.). Одновременно изготавливались торпедные аппараты для подводных лодок.

12 мая 1932 г. открывается новая страница в истории советского судового компрессоростроения – флоту сдается первый воздушный электрокомпрессор высокого давления (ВД), изготовленный полностью из отечественных материалов. Первоначально компрессор назывался минным. Это был двухступенчатый вертикальный двухцилиндровый, поршневой простого действия компрессор закрытого типа, приводимый в движение электродвигателем постоянного тока. Цилиндры смазывались мыльной эмульсией. Механизм движе-

ния смазывался маслом под давлением при помощи масляного насоса. Компрессор по своей конструкции относился к так называемому типу «мокрых» компрессоров. Позднее ему был присвоен индекс К-6.



В марте 1934 г. завод освоил новый тип судового компрессора, прообразом которого послужил компрессор конструкции С.И. Барановского с приводом от паровой машины, установленный в 1864 г. на канонерской лодке «Дождь». Выпуск этих компрессоров (ПК-12) знаменовал собой полное освобождение страны от иностранной зависимости в этой важной отрасли отечественного судостроения. Компрессоры этого типа имели долгую жизнь, их производство продолжалось почти двадцать лет, вплоть до 1953 г.

В 1940–1941 гг. изготавливаются опытные образцы электрокомпрессоров типа ЭК-15 и 1-К и начинается их серийное производство. Они уже относятся уже ко второму поколению компрессоров, освоенных предприятием.



В 1941 г. завод, располагая производственной базой, оснащенной современным станочным и технологическим оборудованием, высококвалифицированными специалистами

ми был готов к проведению опытно-конструкторских работ по созданию новых, более современных образцов компрессорной техники, отвечающей все возрастающим потребностям развивающегося флота. Но война прервала эти работы.

В годы Великой Отечественной войны завод ремонтирует и устанавливает компрессоры и торпедные аппараты на корабли и подводные лодки.

С 1947 г. коллектив предприятия приступил к созданию компрессоров новых поколений для нужд флота. Над проектированием новой техники работало вновь созданное специальное конструкторское бюро (СКБ-103). В декабре 1959 г. постановлением правительства на его базе создается Центральное конструкторское бюро «Компрессор», все разработки которого находят серийное воплощение в изделиях завода.



Уже с 60-х гг. XX в. предприятие оснащало компрессорами нового поколения все строящиеся военные корабли, подводные лодки и значительную часть гражданских судов. Это прежде всего свободно-поршневые дизель-компрессоры и кривошипно-шатунные электрокомпрессоры, а также автоматизированные станции на их базе (компрессоры ДК-2, ДК-10, ЭК7,5, ЭК10, ЭК30А и станции 18ДКС, ЭКСА7,5, ЭКСА25). Предприятием были выпущены многие тысячи этих изделий, которые устанавливались на всех строящихся кораблях.

В 70-е гг. КБ завода впервые в стране разработало для нужд сельского хозяйства широкозахватные дождевальные машины, их серийное производство было развернуто на специально построенных заводах в городах Первомайск и Кропоткин.



В 80-е гг. нами был создан и впервые в отечественном компрессоростроении

внедрен в производство принципиально новый тип компрессоров с аксиально-поршневой схемой движения, обладающей рядом преимуществ по сравнению с традиционной кривошипно-шатунной схемой. Это привело к снижению виброактивности компрессоров и позволило удовлетворить повышенные требования заказчика к виброакустике.

На базе аксиально-поршневой схемы внедряются в серийное производство компрессорные станции АЭК7,5 и КСВА7,5, а также газоплотные компрессоры вакуумирования ГК2М и ГКВ2А.

Решается важная задача – обеспечение низкой виброактивности в компрессорах с традиционной схемой – кривошипно-шатунным механизмом, а также путем использования оппозитной схемы. Благодаря созданию устройств уравновешивания инерционных сил и применению специальных средств виброизоляции и виброгашения были созданы и внедрены оригинальные конструкции малолитражных компрессоров ЭК0,35С, ЭК0,77С и газоплотного компрессора вакуумирования ЭК0,9В, удовлетворяющего предъявляемым требованиям к виброакустике.



Возросли требования и к чистоте сжатого воздуха, в связи с чем были созданы агрегаты для очистки воздуха и газов от влаги, масла и механических частиц.

На предприятии создается комплекс уникальных испытательных и измерительных стендов, на которых отработываются новые конструкции компрессоров и отдельных узлов, в том числе проводятся большие научные работы по самодействующим клапанам, уплотнениям поршней без смазки.

В 90-е гг. разрабатывается и внедряется в производство типоразмерный ряд судовых автоматизированных компрессоров для пуска судовых дизельных и дизель-электрических установок.



Освоено новое направление по разработке и производству газотопливных систем (ГТС) для перевода карбюраторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на сжиженный нефтяной газ, а с 1994 г. – к разработке ГТС для сжатого природного газа. Были созданы автомобильные газонаполнительные компрессорные станции АГНКС БК-75, АГНКС БК-125, АГНКС БК-150.

Серийно изготавливаются компрессоры «Старт» на давление 200 кг/см² с электродвигателем и с бензиновым двигателем, предназначенные для заправки аквалангов, изолирующих противогазов воздухом, пригодным для дыхания человека.



Позднее, в 2000-е гг., для этих же целей разработаны и освоены компрессоры нового поколения СКАВ20/30 на давление 320 кг/см², которые позволяют заменить аналогичные компрессоры зарубежного производства, и переносной компрессор СКАВ5/30. Создан и производится типоразмерный ряд винтовых компрессоров с использованием отдельных деталей и узлов передовых западноевропейских фирм.



Сегодня практически нет ни одного отечественного надводного или подводного корабля, на котором не стояли бы компрессоры нашего производства. Ими оборудованы всемирно известные научно-исследовательские суда «Академик Королев» и «Космонавт Юрий Гагарин», ледоколы «Сибирь» и «Арктика», крупнейшие танкеры, суда космической связи, авианосцы и крейсера, такие как «Адмирал Горшков» и «Петр Великий», эсминцы, тральщики, суда береговой охраны, малолитражная подводная лодка «Санкт-Петербург».

Среди атомных торпедо- и ракетносца – это десятки лодок первого и второго поколений, лодки третьего

поколения типа «Акула», «Антей» и «Барс».



Для новых проектов ВМФ созданы несколько типов компрессорных станций, компрессоров и блоков осушки и очистки воздуха, которые имеют свое назначение:

- для всплытия и погружения;
- для работы в ядерном отсеке;
- для запуска торпед и ракет;
- для системы регенерации воздуха;
- для проведения водолазных работ.

В настоящее время поставлены первые серийные образцы новых компрессоров для подводных атомоходов четвертого поколения «Юрий Долгорукий», «Северодвинск» и др.

Уникальность оборудования – в его маломощности, высокой степени очистки сжатого воздуха, малых массогабаритных характеристиках, высоких ресурсных показателях, полной автоматизации, возможности эксплуатации в условиях крена и дифферента, наддува и разрежения, в радиоактивной среде.

Ориентируясь на новые тенденции развития экономики в России, используя накопленный огромный опыт работы, нам удалось в трудное для отечественного компрессоростроения время сохранить не только производство, но и кадры. Сегодня наряду с выпуском традиционного оборудования компания расширяет номенклатуру изготавливаемых изделий, причем системы автоматической разрабатываются и изготавливаются в ОАО «Компрессор».

Предприятие создает не только специальные компрессоры для нужд ВМФ, но и для гражданского флота, теперь они используются энергетиками, нефтяниками, металлургами, в пищевой и других отраслях промышленности. Компрессоры нашей фирмы автоматизированы, обладают высокими технико-экономическими показателями. Они работают как в различных регионах России, так и в странах СНГ, а также в Германии, Финляндии, Норвегии, Индии, Иране, КНР, Корее, Алжире, Ливии, ОАЭ, на Кубе и др.

ОАО «Газпрому» необходим сухой очищенный природный газ для пневмоуправляемой арматуры, в связи с этим нами сначала была разработана установка подготовки импульсного

газа (УПИГ), а сегодня предприятием строятся цеха подготовки газа (БПТГ).



ОАО «Компрессор» имеет богатый опыт создания автоматизированных компрессорных станций как высокого, так и низкого давления, отвечающие самым высоким требованиям к качеству осушки и очистки сжатого воздуха. Предлагаются воздушные станции для обеспечения сжатого воздухом пневмоуправляемой арматуры компрессорных станций (КС), дожимных компрессорных установок (ДКУ) и подземных хранилищ газа (ПХГ) на любые необходимые параметры.



Модульные воздушные компрессорные станции типа БВКС предназначены для размещения технологического оборудования и подачи сжатого воздуха в качестве барьерного, в концевые лабиринтные сухие газовые уплотнения (СГУ) нагнетателя газоперекачивающего агрегата (ГПА), для запирания утечек газа проходящих через первичные уплотнения ротора нагнетателя и для других целей.

Компрессорные станции типа «Блок-контейнер воздушной компрессорной станции» (БВКС) полностью автоматизированы, имеют систему контроля и поддержания микроклимата внутри контейнера, систему очистки и осушки сжатого воздуха.

Для безопасной разработки месторождений и проведения регламентных

и ремонтных работ (испытания трубопроводов) и для предотвращения аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса необходимо использовать инертную газовую среду, которая исключает возможность горения и взрыва природного газа и нефтепродуктов. Наиболее доступным инертным газом является азот, содержание которого в атмосферном воздухе достигает 78 %.

В настоящее время ОАО «Компрессор» проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области разработки процессов разделения воздуха мембранным способом. Достигнутые значительные успехи позволили разработать мембранные установки разделения воздуха нового поколения. Такие установки выгодно отличаются от криогенного комплекса оборудования и установок, работающих по принципу короткоциклового адсорбции, так как упрощают процесс производства азота и позволяют получать его непосредственно на месте эксплуатации.

Технология использования полимерных мембран, выполненных в виде полых волокон, в настоящее время является наиболее эффективной, и она получила всемирное признание и быстро развивается, находя все новые области применения.

ОАО «Компрессор» разработало и поставляет оборудование для акустической геологоразведки на арктическом шельфе с применением воздуха высокого давления. Изделия ОАО «Компрессор», поставляемые для судов ВМФ, характеризуются надежностью. При плавании в условиях Крайнего Севера необходимо использовать только надежное, зарекомендовавшее себя оборудование. На морской ледостойкой стационарной платформе «Приразломная», предназначенной для разработки нефтяного месторождения в юго-восточной части Баренцева моря, установлены компрессоры производства нашего завода. Ведутся переговоры о поставке оборудования на Штокмановское газоконденсатное месторождение.

Продукция ОАО «Компрессор» нашла применение в ракетно-космическом комплексе, где она используется для пневмоиспытаний оборудования ракет-носителей и наземных систем, управления арматурой заправочных систем и отдельных механизмов стартовых устройств, в вентиляции шахт стратегического назначения. Оборудование завода «Компрессор» установлено на космодромах «Байконур» и «Плесецк».

Для нужд энергетики предприятие разработало конструкцию малолитражного электрокомпрессора, работающего без смазки цилиндров маслом, предназначенного для установки на подстанциях высоковольтных линий электропе-

редач, в том числе в районах Крайнего Севера и Сибири.

Компрессоры и блоки осушки (ЭКЗ-1; ЭКЗ-1М; ЭКПВ30/64; ЭКВ 140/40; ЭК720/6,5; 32БО; 10БО-2; 48БО) производства ОАО «Компрессор» используются для обеспечения пневматических сетей и обдува высоковольтных переключателей на электростанциях. Изделия завода эксплуатируются на Ленинградской, Калининской АЭС, осуществлены поставки для АЭС Нововоронежская, Балаковская, в Индию и Иран, планируется установка на атомных электростанциях Белене (Болгария), Тянь-Ваньская (Китай).



Особо надо отметить, что первая плавучая АЭС укомплектована ком-

прессорами производства нашего предприятия.

На железнодорожном транспорте для обслуживания железнодорожных магистралей, пневматических систем торможения сортировочных станций и других пневматических устройств могут использоваться компрессоры нашего производства (БВКС). Предприятием ОАО «Компрессор» разработаны специально для грузового электровоза компрессорные агрегаты:

– основной АКВЗ/1ЖТ ХЛ (агрегат компрессорный винтовой) для пневмосистемы привода тормозов;

– вспомогательный АКП 0,05/0,7 (агрегат компрессорный поршневой) для привода пантографа и другого оборудования.

Винтовые компрессоры серии АКВ комплектуются влагомаслоотделителем и фильтрами грубой и тонкой очистки и обеспечивают подачу очищенного и осушенного в соответствии с предъявляемыми требованиями сжатого воздуха в тормозную систему железнодорожных электропоездов нового поколения.

В московском метрополитене также работает наше оборудование.

Выпускаемая предприятием номенклатура оборудования постоянно обновляется благодаря внесению конструктивных изменений, применению

современных технологий и материалов, замены старых систем автоматики на новые, отвечающие требованиям эксплуатирующих организаций.

Однако наименование изделия – компрессор – не меняется, так как имеет устоявшийся позитивный имидж, прочно ассоциирующийся у потребителей с определенным оборудованием.

Для исключения взрывов воздушных систем из-за скапливания масла в трубопроводах на предприятии ведутся работы по созданию компрессора без смазки.

На океанском спасательном судне «Дельфин» устанавливается блок очистки сжатого воздуха, по своим характеристикам (рабочему давлению и пропускной способности) не имеющий мировых аналогов. В нем воздух, прошедший предварительную очистку в блоке осушки и очистки компрессорной станции, дополнительно очищается от вредных веществ, не пригодных для дыхания: CO_2 , CO , NO и др.

Санкт-Петербургское предприятие ОАО «Компрессор», начало которому было положено почти полтора столетия назад, остается ведущей в Российской Федерации фирмой по разработке и производству компрессорного оборудования самого широкого назначения. Мы уверены в успехе и готовы идти дальше. ■

- Информационно-поисковая - система -

К  рабел.ру

Судостроение. Судходство. Судоремонт.

ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ

Бурный рост информационных систем, электроники и вычислительной техники привели к тому, что современные суда стали представлять собой довольно сложные автоматизированные комплексы. Десятки тысяч единиц оборудования, сотни километров кабелей и проводов, сотни различных систем... Для надлежащей эксплуатации, обслуживания и оперативного ремонта судов требуются высококвалифицированные специалисты и исчерпывающая наглядная документация с мобильным доступом. В связи с этим все более актуальным становится переход от традиционной эксплуатационной документации в бумажном виде к интерактивному электронному техническому руководству (ИЭТР).

ИЭТР представляют собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных в электронном виде, предназначенных для предоставления информации о конкретном изделии в интерактивном режиме.

С помощью ИЭТР решаются следующие задачи:

- оперативное предоставление в интерактивном режиме справочной и описательной информации об устройстве, принципах работы, а также технико-эксплуатационных и ремонтных процедурах, связанных как с системой, так и с конкретным изделием;
- обеспечение информацией о технологии выполнения операций с изделием, потребности в необходимых инструментах и материалах, количествах и квалификации персонала;
- обучение персонала правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- обмен данными между потребителем и поставщиком.

В виду того, что в ИЭТР информация об изделии структурирована и представлена в электронном виде, возможна интеграция ИЭТР в автоматизированную систему информационной поддержки эксплуатации, что позволяет на основе этих данных реализовать следующее:

- автоматизированное планирование и заказ ЗИП;
- статистический контроль работы изделия;
- планирование и учет проведения регламентных работ;
- диагностика оборудования и поиск неисправностей;
- формирование отчетов;
- визуализация состояния систем и устройств в электронных документах ИЭТР.

ИЭТР обеспечивает информационно-техническое сопровожде-

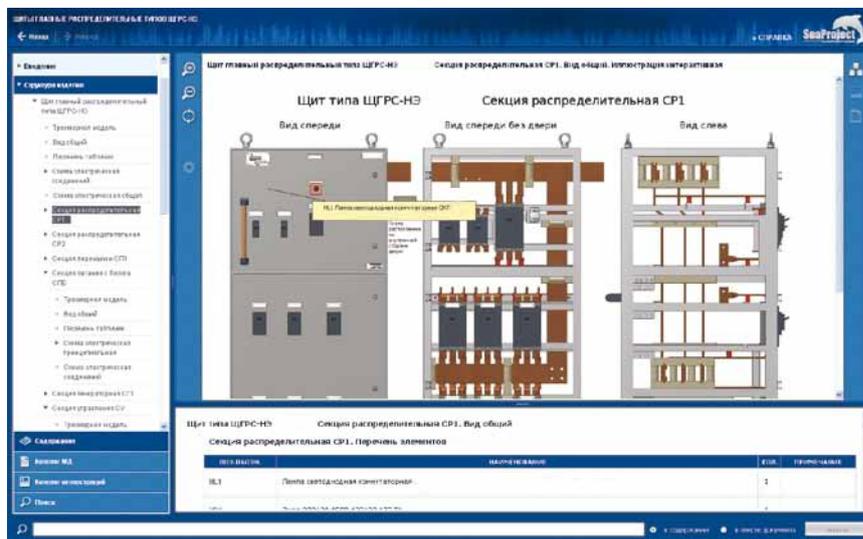
«НОВАЯ ЭРА»: НА ВОЛНЕ ПРОГРЕССА

*П.И. Иванов, вед. инженер-программист ОАО «Новая ЭРА»,
контакт. тел. (812) 740 50 53*

ние изделия на всем протяжении его жизненного цикла, от разработки и производства до эксплуатации и утилизации.

Программное обеспечение ИЭТР включает в себя базу данных (БД) и электронную систему отображения информации (ЭСО).

важных страниц документации. Страницы индексированы в соответствии с содержанием, списком иллюстраций, списком таблиц и т.п. Индексация позволяет отобразить растровое представление необходимого раздела документации сразу после его выбора в содержании;



Рабочее окно программы

БД представляет собой совокупность информационных мультимедийных данных, таких как текст, изображение, анимация, аудио- и видеоданные, и имеет структуру, позволяющую пользователю получить быстрый доступ к нужной информации.

ЭСО обеспечивает унифицированный для всех ИЭТР способ представления информации из БД и взаимодействие с пользователем.

Доступ к данным ИЭТР возможен с использованием стандартных Web-браузеров и может осуществляться как со стационарных компьютеров, так и с мобильных рабочих мест.

На сегодняшний день создание и использование ИЭТР регламентируется отечественными рекомендациями Госстандарта РФ серии Р50.1, а также зарубежными MIL STD и S1000D (бывший АЕСМА). Существуют и отраслевые требования к ИЭТР.

По функциональным возможностям в соответствии с рекомендациями стандарта Р50.1.030–2001 ИЭТР разделяются на четыре класса:

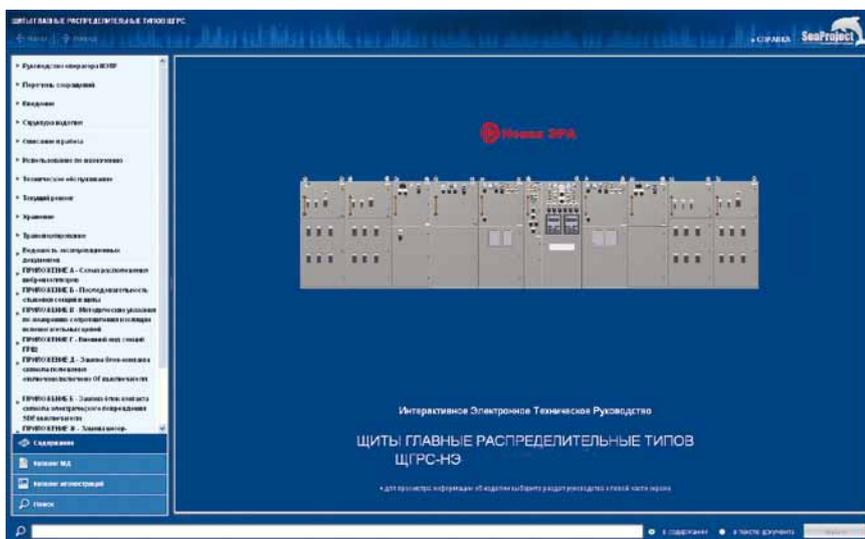
класс 1 – индексированные цифровые изображения страниц. ИЭТР представляют собой набор изображений, полученных сканированием бу-

класс 2 – линейно-структурированные электронные документы. ИЭТР представляют собой совокупность текстов разметки в определенном электронном формате и информационных мультимедийных данных. ИЭТР содержит оглавление со ссылками на соответствующие разделы технического руководства, а также перекрестные ссылки, таблицы, иллюстрации, ссылки на аудио- и видеоданные. В данном классе предусмотрена функция поиска данных.

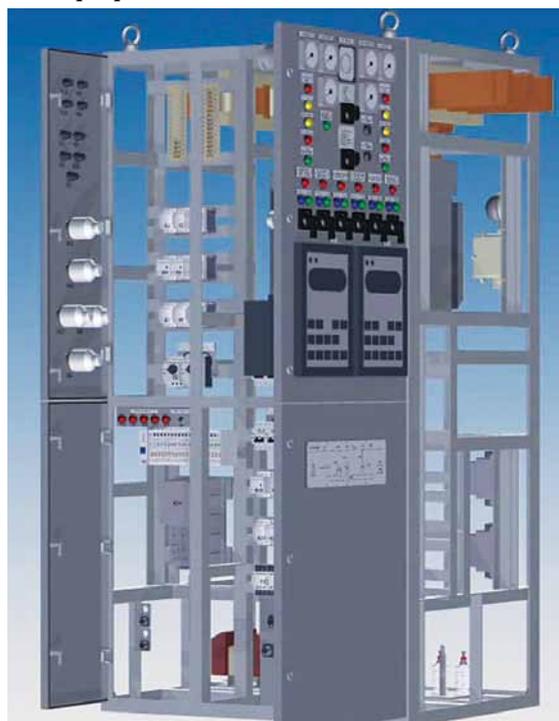
Основной недостаток ИЭТР классов 1 и 2 – дублирование многократно используемой информации, что может негативно отразиться на достоверности представляемой и объеме хранимой информации;

класс 3 – иерархически-структурированные электронные документы. В ИЭТР этого класса данные хранятся как объекты внутри хранилища информации, имеющего иерархическую структуру. Дублирование многократно используемых данных предотвращается системой ссылок на однократно описанные данные;

класс 4 – интегрированные ИЭТР. В дополнение к функциям ИЭТР класса 3 ИЭТР данного класса позволяет,



Стартовое окно программы



Пример трехмерной модели секции

например, осуществлять прямое интерфейсное взаимодействие с электронными модулями диагностики изделий, наиболее эффективно проводить операции по поиску неисправностей, выполнять локализацию сбоев, заниматься подбором запасных частей, обеспечивать статистический контроль работы, планировать и вести учет проведения регламентных работ, формировать разнообразные отчеты.

Достоинством ИЭТР классов 2–4 – в том, что в них можно вести электронный поиск предварительно размеченных данных, а также работать с интерактивными графическими двухмерными и трехмерными объектами.

Выбор класса разрабатываемого электронного руководства зависит от сложности изделия и базовой подготовки эксплуатирующего, обслуживающего персонала. Предпочтительным является разработка ИЭТР 3-го и 4-го классов сложности.

Начиная с 2009 г., компания ОАО «Новая ЭРА» поставляет ИЭТР, выполненные по 3-му классу сложности (в соответствии с Р 50.1.030–2001). Последние из реализованных проектов – ИЭТР на главные распределительные щиты ЩГРС, автономный распределительный щит ЩАРС, щит питания и управления размагничивающего устройства ЩПУ-РУ и низковольтные электrorаспределитель-

ные устройства ЭРУ – для корабля пр. 22350, а также на главный распределительный щит ЩГРС корабля пр. 11711. В качестве программного комплекса в соответствии с рекомендациями 1ЦНИИ МО РФ был использован «SeaMatica ED», базирующийся на международном стандарте S1000D.

По сравнению с традиционными бумажными техническими руководствами ИЭТР имеют следующие преимущества:

- скорость, полнота и наглядность предоставляемой информации;
- возможность использования навигации и электронного поиска, интерактивное взаимодействие с пользователем, перекрестные ссылки, мультимедийные данные и трехмерные модели;
- мобильность доступа к документации;
- минимизация требований к месту хранения информации, а также сокращение площадей по сравнению с архивом бумажной документации;
- возможность взаимодействия с системами информационной поддержки эксплуатации и АСУ;
- возможность создания на базе ИЭТР специальных учебных программ, имитирующих работу систем, подготовки тестов. Это не только повышает эффективность обучения, но и дает возможность отрабатывать аварийные ситуации, которые при возникновении в реальной работе могут угрожать жизни и здоровью людей, материальным ценностям, окружающей среде.

Переход от бумажной документации к ИЭТР ведет к сокращению временных и финансовых затрат в период эксплуатации изделия.

В настоящее время ИЭТР все более активно внедряются в различных отраслях промышленности, где требуется оперативность получения исчерпывающей информации об эксплуатируемом изделии и где бумажная документация уже не удовлетворяет современным требованиям предоставления информации, например, при серийном выпуске сложной и наукоемкой продукции, в учебных центрах.

В заключение хотелось отметить, что ИЭТР представляет собой мощный инструмент, который отвечает современному подходу к проектированию высокотехнологичной и наукоемкой продукции, основанному на применении компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия. ■

Обработка сложных интегрированных комплексов на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) требует организации многоаспектного моделирования различными методами, дополняющими и учитывающими результаты друг друга. При этом накапливать и использовать опыт предыдущих разработок следует не только на этапе синтеза отдельных подсистем в форме реализации и развития удачных схемных и конструкторских решений, но и на этапе комплексной отработки в виде типовых сценариев отработки и имитации аварийных ситуаций, характерных для данного вида изделий [1].

Информационно-технологическая среда комплексного моделирующего стенда систем управления БПЛА морского базирования включает в себя следующие классы систем и процессов (рис. 1):

- корабельная аппаратура систем управления (КАСУ);
- бортовая аппаратура систем управления (БАСУ);
- формирование исходной внешней обстановки;
- процессы оценки параметров функционирования приборов корабельных и бортовых систем на соответствие техническим требованиям (ТТ);
- процессы взаимодействия КАСУ и БАСУ;
- совместное функционирование систем в информационном поле распределенной среды моделирования;

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ НАЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Ю.Ф. Подоплекин, д-р техн. наук, проф., первый зам. ген. директора,
И.В. Симановский, канд. техн. наук, директор НПК-1 – главный конструктор,
В.В. Каманин, канд. техн. наук, начальник отдела,
А.Г. Юрескул, начальник НИЛ, ОАО «Кошцери «Гранит-Электрон»,
 контакт. тел. (812) 999 6233

- процессы оценки эффективности совместного функционирования КАСУ и БАСУ с учетом внешних возмущающих факторов;
- процесс движения судов в нестационарном ситуационном пространстве морской акватории;
- состояние внешней среды, включающей гидрометеорологическую обстановку, и модели радиоэлектронного фона в зоне мониторинга;
- комплексная оценка эффективности группового использования БПЛА в различных условиях применения.

Реализация рассмотренной информационно-технологической среды заключается в создании:

- программно-аппаратных комплексов (ПАК) отладки отдельных систем;
- единого информационного поля электронного полигона;
- интегрированных средств управления электронным полигоном и комплексной оценки результатов.

Единое информационное поле электронного полигона включает в себя следующие имитируемые подпространства:

- внешняя обстановка района мониторинга, включающая:
 - картографическое обеспечение (цифровые штурманские, географические, топографические карты, проблемно ориентированные модели местности);



Рис. 1. Информационно-технологическая среда комплексного моделирующего стенда

- гидрометеобаллистическое обеспечение (статистика в виде гистограмм);
 - расположение объектов мониторинга (морские базы, промышленные объекты, транспортные пункты и узлы);
 - расположение зон, запрещенных для мониторинга;
 - сведения о постах наблюдения (радиолокационные станции (РЛС), патрульные суда и самолеты, автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), безэкипажные средства надводного базирования (БСНБ), средства космического мониторинга);
 - модель поведения объектов мониторинга, представленная в виде модели или средств имитации объектов с различными характеристиками геометрического и радиолокационного наблюдения;
 - модели естественных и искусственных активных, пассивных и имитирующих помех;
 - модели средств освещения надводной обстановки;
 - модели средств предотвращения столкновений судов и БПЛА, включающие модели корабельной и бортовой аппаратуры (навигации и управления движением, сопровождение объектов мониторинга) систем управления.
- Информационным источником последних являются стенды комплексной отработки КАСУ и БАСУ.

Основным источником данных в информационном поле является база данных (БД) условий и вариантов «электронного пуска».

Единое информационное поле (рис. 2) позволяет проводить следующие виды испытаний: автономные, комплексные, групповые.

На этапе автономных испытаний решаются задачи:

- исследования и отработки режимов функционирования приборов и алгоритмов управления подсистем;
- отработка режимов предполетной подготовки;
- расчет исходных данных и полетного задания (параметры предполагаемых объектов поиска, варианты совместной работы различных средств системы мониторинга);
- оценка соответствия параметров техническим требованиям.

Исходными данными, загружаемыми из БД, являются:

- географический район мониторинга;
- сценарий поведения объектов мониторинга (состав и местоположение надводных объектов их курс и скорость маневрирования, координаты наземных объектов);
- данные корабельного навигационного комплекса (КНК) (курс и скорость, широта и долгота, навигационная обстановка, местная гидрология, время, метеосостояние в районе корабля);
- гидрометеосостояние в районе мониторинга (гидрологические параметры

морья, атмосферные параметры, радиолокационная наблюдаемость).

При автономном моделировании используются модели функционирования корабельных и бортовых систем, реализованные на стендах комплексной отработки КАСУ и БАСУ с учетом необходимых информационных связей в процессе управления БПЛА в интересах мониторинга морской и наземной поверхности.

На основе исходных данных с использованием имеющихся моделей выполняются имитационное моделирование движения корабля-носителя БПЛА и объектов мониторинга, моделирование работы информационных систем, реализуется интерактивный интерфейс оператора для управления моделями различных режимов и параметрами работы приборов.

Результатом автономных испытаний служат:

- исследование и верификация алгоритмов и управляющих программ;
- оценка качества работы приборов аппаратуры;
- отработка принципов решения оперативно-тактической задачи;
- отработка взаимодействия и оценка взаимовлияния БАСУ и КАСУ;

Результаты автономных испытаний передаются в систему комплексной отработки и сохраняются в базе знаний, после чего формируются рекомендации по доработке отдельных подсистем исследуемого комплекса, а также данные

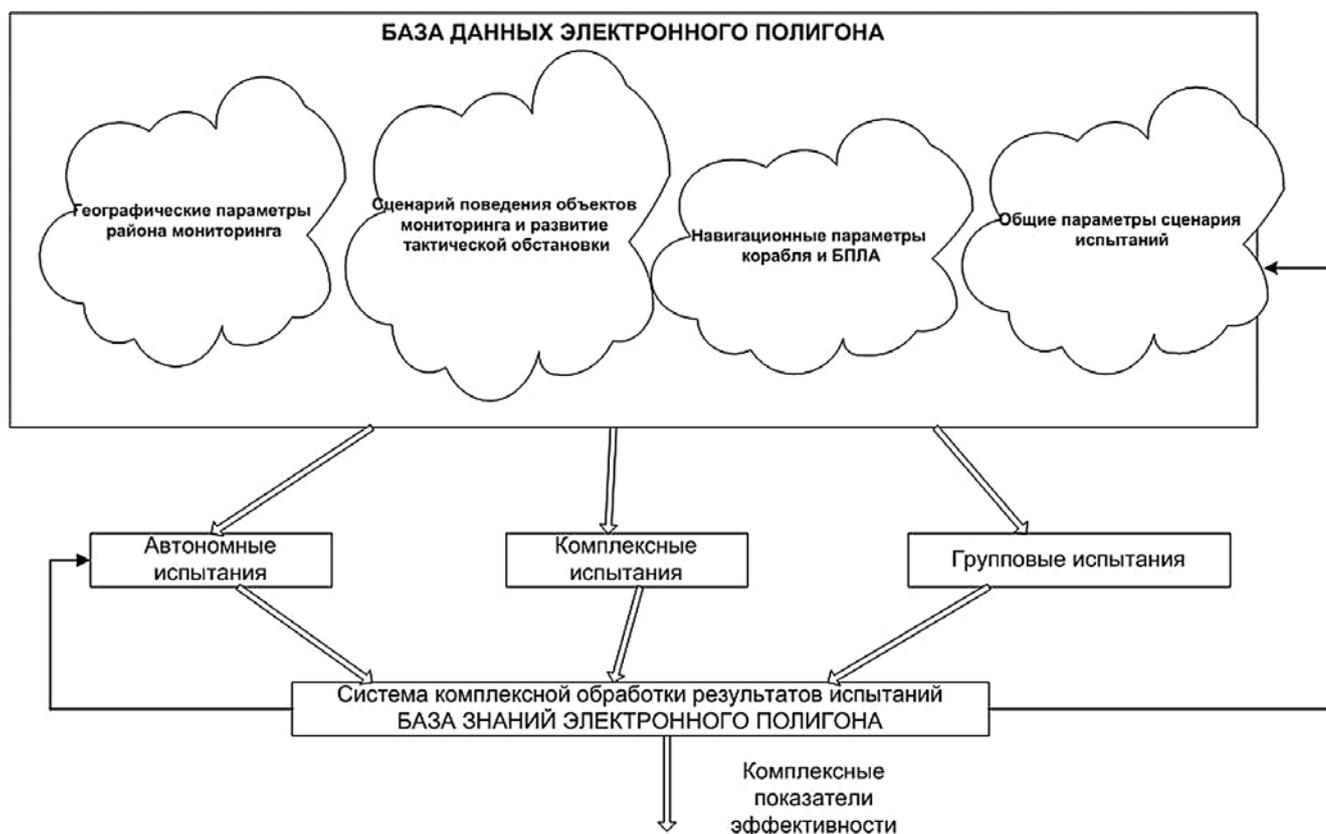


Рис. 2. Единое информационное поле электронного полигона

для формирования последующих сценариев электронного пуска.

При комплексных испытаниях решаются следующие задачи:

- выбор и исследование режимов совместной работы аппаратуры комплексов;

- оценка объема необходимого состава и последовательности выполнения работ по комплексному использованию систем мониторинга;

- исследование и оценка требований к полноте, значимости и точности задания исходных данных и их влияния на конечный результат;

- выработка оптимальной структуры и обоснование технических требований к построению и составу исследовательских систем;

- сравнительный анализ альтернативных вариантов построения корабельных систем, включая информационно-управляющие системы интегрированные с системами более высокого уровня;

- оценка эффективности комплексного использования систем мониторинга.

Дополнительно к автономному моделированию из БД используются следующие исходные данные:

- район мониторинга с использованием цифровых географических, топографических и проблемно ориентированных моделей местности;

- гидрометеорологические данные в исследуемом районе;

- данные о системах мониторинга;

- данные об объектах мониторинга (типы объектов, технические особенности, радиолокационные и радиационные параметры, сценарий поведения объектов).

По исходным данным подготавливается сценарий тактической обстановки в районе мониторинга:

- географический с взаимным расположением систем и объектов мониторинга;

- состав систем, участвующих в работе;
- режимы маневрирования БПЛА и наблюдаемых объектов;

- сценарии развития тактической ситуации.

Для упрощения верификации и валидации полученных результатов тактическую ситуацию целесообразно отображать на географической карте района мониторинга. Также информация поступает на имитационную модель управляющей системы и модель системы освещения дальней надводной обстановки для обеспечения данными БПЛА, АНПА и других участников процесса мониторинга,

необходимого для решения следующих задач:

- опознавание госпринадлежности обнаруженных объектов;

- ведение радиотехнического мониторинга;

- обеспечение навигационной безопасности;

- определение параметров обнаруженных объектов;

- принятие решения о сопровождении объектов;

- передача данных потребителям;

- определение результатов и эффективности процесса мониторинга.

Множество входных данных обрабатывается с целью формирования информации для различных систем, задействованных в испытаниях. Осуществляется преобразование данных в нужный формат для передачи на вход частных моделей и стендов более низкого уровня в соответствии с протоколами обмена информацией и логико-временными диаграммами (ЛВД) взаимодействия [2].

Результатом комплексных испытаний является:

- верификация алгоритмов и программ совместного функционирования систем управления;

- исследование эффективности систем в условиях нестационарности внешней среды;

- оценка эффективности и устойчивости логико-временных диаграмм и протоколов взаимодействия;

- исследование алгоритмов резервирования и мажорирования, а также отработки аварийных ситуаций.

На этапе групповых испытаний реализуется предельно насыщенная информационно-технологическая среда электронного полигона, обеспечивающая решение игровых задач в предполагаемом районе мониторинга, позволяющая воспроизводить различные ситуации, в том числе одновременное наблюдение и сопровождение нескольких объектов.

На этом этапе решаются следующие задачи:

- исследование режимов совместного функционирования систем мониторинга;

- исследование оперативных приемов применения различных систем;

- оценка технико-экономических показателей процесса мониторинга;

- оценка эффективности применения различных систем наблюдения и взаимодействия их со смежными системами.

Исходными данными для проведения групповых испытаний являются:

- цифровые географические и навигационные карты;

- гидрометеорологические БД;

- БД ТТХ систем предполагаемых объектов мониторинга;

- базы знаний действий объектов мониторинга;

- сценарии совместного поведения участников процесса мониторинга.

Для решения задач группового моделирования используются все информационно-технологические средства, задействованные на этапах автономных и комплексных испытаний, а также результаты данных испытаний. Таким образом формируется максимально насыщенное информационное поле электронного полигона, позволяющее получить комплексные оценки эффективности работы систем мониторинга в составе комплексов дистанционного контроля морской и наземной поверхности.

В результате групповых испытаний возможны:

- исследование эффективности совместных действий участников мониторинга;

- техническая экспертиза вновь разработанных комплексов и систем наблюдения и контроля за морской и наземной поверхностью;

- проведение виртуальных учений по отработке взаимодействия спасательных служб, а также стратегических задач в условиях стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций.

В современных условиях, когда при разработке комплексов мониторинга возникает необходимость использования все более сложных и нетривиальных инженерно-технических решений при ограниченной возможности проведения натурных испытаний, а также при необходимости снижения стоимости конечного продукта, развитие методов наземной отработки важно для разработки сложных систем управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Каманин, Ю.Ф. Подоплекин, И.В. Симановский, А.Г. Юрескул. Концепция развития моделирующих комплексов для отработки бортовой аппаратуры перспективных комплексов ВМФ. – Корабельные и бортовые многоканальные информационно-управляющие системы. Науч.-техн. сб.– 2011.– Вып. №15.
2. А.Н. Попадьян, А.Г. Юрескул. Анализ и синтез сложных систем управления на базе универсального центра моделирования и отработки комплексов и процессов управления. – Актуальные проблемы защиты и безопасности. Тр. 11-й Всерос. науч.-практ. конфер. (1–4 апреля 2008 г.). – Т. 4: Военно-Морской Флот России. – С. 266–268. ■

Основное направление развития современных систем управления движением корабля связано с совершенствованием алгоритмического процесса на основе большого массива информации, используемой в качестве исходных данных в процессе управления. Это позволяет строить законы управления, обеспечивающие большую точность и стабильность [1].

В данной статье рассматривается одна из основных задач автоматического управления движением судна – управление движением судна по заданной траектории. Известны системы автоматического управления движением судна по заданному углу, в которых применяются методы автоматического управления движением судна по заданной траектории, обеспечивающие его движение к заданной точке по углу курса или путевому углу [2]. Однако при использовании навигационной информации о состоянии судна только по угловому измерению и скорости движения не удастся контролировать место нахождения судна в пространстве и во времени. При появлении внешних возмущений использование только такой навигационной информации для управления движением судна приводит к низкокачественному управлению и большому энергетическим затратам, так как:

- устранение бокового смещения судна относительно заданной траектории движения путем корректировки угла курса приводит к появлению дополнительного бокового смещения из-за приращения угла дрейфа, вызванного отклонением кормового руля;

- отсутствие полного контроля за текущим положением судна в заданное время не позволяет управлять его движением в соответствии с заданными во времени координатами состояния судна в пространстве;

- затруднен проход узкостей из-за появления дополнительного угла дрейфа и бокового сноса судна при использовании только угловых измерений для управления (угла курса).

Предлагаемый метод управления движением судна по заданной траектории с использованием в качестве навигационной информации также текущих и заданных во времени широт $\Phi_{зд} = f(t_{зд})$ и долгот $\gamma_{зд} = f_1(t_{зд})$ судна позволяет устранить отмеченные выше недостатки.

Метод базируется на применении трех подсистем управления движением судна:

а) в продольном направлении движения судна – подсистемы управления скоростью хода V , в которой путем перестройки законов регулятора оборотов гребного вала n корректируется скорость хода судна V и поддерживает-

ся его движение в продольном направлении в соответствии с заданными во времени широтой $\Phi_{зд} = f(t_{зд})$ и долготой $\gamma_{зд} = f_1(t_{зд})$,

б) в поперечном направлении – подсистемы стабилизации судна только по углу дрейфа с использованием подруливающих устройств $n_{подр}$ (или носовых рулей), которая совместно с подсистемой управления кормовым рулевым приводом δ устраняет угол дрейфа и боковой снос судна относительно заданной траектории;

в) при существенном отклонении текущего путевого угла ПУ от заданного (программного) угла курса $\varphi_{зд}$ при выполнении условия $|\text{ПУ} - \varphi_{зд}| > C$ (в основном это наблюдается при переходе судна на новое направление движения, при существенном изменении направления заданной траектории) используют типовое управление по ПУ = $\varphi_{зд}$ и по скорости хода судна $V = V_{зд}$.

Подсистемы управления «а» и «б» корректируют текущее положение судна с использованием текущих широт Φ и долгот γ , а также программно заданных (во времени) широт $\Phi_{зд} = f(t_{зд})$ и долгот $\gamma_{зд} = f_1(t_{зд})$, обеспечивая более точное координатное управление судном в соответствии с заданной во времени программой движения.

Подсистема управления «в» по заданному ПУ $\varphi_{зд}$ и по скорости хода V осуществляется подсистемой управления кормовым рулевым приводом δ в соответствии с заданным углом курса $\varphi_{зд}$, а по скорости хода V – в соответствии с заданной скоростью хода $V_{зд}$ и регулятором оборотов гребного вала n .

Рассмотрим законы управления движением судна с использованием предложенного метода.

1а. Типовое управление по путевому углу ПУ = $\varphi_{зд}$ формируется в подсистеме управления кормовым рулевым приводом. В регулятор рулевого привода δ вводят сигналы: текущего путевого угла ПУ; заданного программного угла курса $\varphi_{зд}$; угловой скорости судна ω , которая формируется в регуляторе рулевого привода δ ; таким образом, закон управления рулем δ имеет вид

$$\delta_{зд} = K_1(\text{ПУ} - \varphi_{зд}) + K_2 \omega, \quad (1)$$

где $\delta_{зд}$ – заданный угол перекладки руля; $\varphi_{зд}(t)$ – заданный (программный) угол

курса; ω – угловая скорость судна; K_1, K_2 – коэффициенты регулирования.

Сигнал $\delta_{зд}$ в соответствии с зависимостью (1) вводится на вход рулевого привода, что позволяет выводить судно на ПУ, равный заданному (программному) углу курса $\varphi_{зд}$.

1б. Типовое управление скоростью хода судна $V = V_{зд}$ формируется в регуляторе оборотов гребного вала n . Для управления скоростью хода судна используют сигналы заданной скорости хода $V_{зд}$ и текущей скорости хода V , которые вводят в регулятор оборотов гребного вала n :

$$n_{зд} = K_1(V - V_{зд}) + f(n, V), \quad (2)$$

где $n_{зд}$ – заданные обороты гребного вала n ; $f(n, V)$ – типовой закон управления приводом гребного вала.

Законы управления (1) и (2) используются только при выполнении условия

$$\text{ПУ} - \varphi_{зд} > C_1, \quad (3)$$

II. Управление движением судна с использованием его широт и долгот. Законы управления движением судна с использованием текущих и заданных во времени широт $\Phi, \Phi_{зд}$, текущих и заданных долгот $\gamma, \gamma_{зд}$ формируют: в регуляторе рулевого привода δ , в регуляторе оборотов гребного вала n и в регуляторе привода оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$.

Сигналы текущей широты Φ , долготы γ судна и заданной широты $\Phi_{зд}$, заданной долготы $\gamma_{зд}$ используют для формирования сигналов разности: $(\Phi - \Phi_{зд})$, $(\gamma - \gamma_{зд})$ и сигналов, производных от широты $d\Phi/dt$ и долготы $d\gamma/dt$. При построении законов координатного управления формируют четыре сектора, в одном из которых размещается текущий ПУ:

а) $(-\pi/4) = +7\pi/4 < \text{угол вектора ПУ} < +\pi/4$;

б) или $+\pi/4 < \text{угол вектора ПУ} < +3\pi/4$;

в) или $+3\pi/4 < \text{угол вектора ПУ} < +5\pi/4$;

г) или $+5\pi/4 < \text{угол вектора ПУ} < +7\pi/4 = (-\pi/4)$.

Сигнал одного из четырех секторов «а», «б», «в» или «г», в котором находится в данный момент вектор ПУ, используется для формирования законов управления движением судна.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАДАНЫХ КООРДИНАТ

Л.М. Клячко, *д-р техн. наук, генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс»*,
Г.Э. Острецов, *канд. техн. наук, ст. научный сотрудник Института проблем управления РАН*,
контакт. тел. 8 (499) 163 3102

Рассмотрим конкретные законы точного управления в зависимости от величины ПУ:

Па. Закон управления движением судна, если ПУ находится в секторе «а» или «в».

1. Закон управления рулевым приводом $\Delta\delta_{кор}$ формируется при использовании сигналов $(\gamma - \gamma_{зд})$ и $d\gamma/dt$:

$$\Delta\delta_{кор} = +K_1(\gamma - \gamma_{зд}) + K_2 d\gamma/dt, \quad (4)$$

$$\Delta\delta_{кор} = -K_1(\gamma - \gamma_{зд}) - K_2 d\gamma/dt, \quad (4a)$$

где K_1 и K_2 – постоянные.

Сигнал $\Delta\delta_{кор}$ вводится на вход регулятора рулевого привода δ , сигналы $K_1(ПУ - \phi_{зд}) + K_2\omega$, если последние были подключены ко входу регулятора, отключают.

На выходе регулятора рулевого привода δ таким образом формируется сигнал $\delta_{зд} = \Delta\delta_{кор}$, который вводится на вход рулевого привода δ .

2. Закон управления оборотами подруливающего устройства $n_{подр}$ формируется при использовании сигналов $(\gamma - \gamma_{зд})$:

$$n_{подр,зд} = -K_3(\gamma - \gamma_{зд}), \quad (5)$$

$$n_{подр,зд} = +K_3(\gamma - \gamma_{зд}). \quad (5a)$$

Сигнал $n_{подр,зд}$ вводится в регулятор оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$. На выходе регулятора оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$ формируется сигнал $n_{подр} = n_{подр,зд}$, который вводится на вход привода оборотов подруливающего устройства.

3. Закон коррекции оборотов гребного вала $\Delta n_{зд}$ формируется при использовании сигнала $(\Phi - \Phi_{зд})$:

$$\Delta n_{зд} = -K_4(\Phi - \Phi_{зд}), \quad (6)$$

$$\Delta n_{зд} = +K_4(\Phi - \Phi_{зд}). \quad (6a)$$

Сигнал $\Delta n_{зд}$ вводят на вход регулятора оборотов гребного вала n .

На выходе регулятора оборотов гребного вала n формируется сигнал $n_{зд} = \Delta n_{зд} + K_1(V - V_{зд}) + f(n, V)$.

Пб. Законы управления движением судна, если ПУ находится в секторе «б» или «г».

1. Закон управления рулевым приводом $\Delta\delta_{кор}$ формируется при использовании сигналов $(\Phi - \Phi_{зд})$ и $d\Phi/dt$:

$$\Delta\delta_{кор} = -K_5(\Phi - \Phi_{зд}) - K_2 d\Phi/dt, \quad (4б)$$

$$\Delta\delta_{кор} = +K_5(\Phi - \Phi_{зд}) + K_2 d\Phi/dt. \quad (4в)$$

Сигнал $\Delta\delta_{кор}$ вводится на вход регулятора рулевого привода δ , а сигналы $K_1(ПУ - \phi_{зд}) + K_2\omega$, если они были подключены к входу регулятора рулевого привода, отключают.

На выходе регулятора рулевого привода δ таким образом формируется сигнал $\delta_{зд} = \Delta\delta_{кор}$, который вводится на вход рулевого привода δ .

2. Закон управления оборотами подруливающего устройства $n_{подр}$ формируем, используя сигнал $(\Phi - \Phi_{зд})$:

$$n_{подр,зд} = -K_5(\Phi - \Phi_{зд}), \quad (5б)$$

$$n_{подр,зд} = +K_5(\Phi - \Phi_{зд}). \quad (5в)$$

Сигнал $n_{подр,зд}$ вводится на вход регулятора привода оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$, сигнал с выхода регулятора привода оборотов подруливающего устройства $n_{подр,зд}$ вводится на вход подруливающего устройства $n_{подр} = n_{подр,зд}$.

3. Закон коррекции оборотов гребного вала $\Delta n_{зд}$ формируем, используя сигнал $(\gamma - \gamma_{зд})$:

$$n_{зд} = -K_6(\gamma - \gamma_{зд}), \quad (6б)$$

$$\Delta n_{зд} = +K_6(\gamma - \gamma_{зд}). \quad (6в)$$

Сигнал $\Delta n_{зд}$ вводят на вход регулятора оборотов гребного вала n . Сигнал управления оборотами гребного вала $n_{зд}$ вводят на вход привода оборотов гребного вала: $n_{зд} = \Delta n_{зд} + K_1(V - V_{зд}) + f(n, V)$.

Таким образом, сформированы законы управления движением судна (4)–(6) с использованием заданных во времени координат состояния судна и текущих координат. Эти законы используются только при условии

$$|ПУ - \phi_{зд}| \leq C_1,$$

где ПУ – текущий путевой угол судна, $\phi_{зд}$ – заданный угол курса судна.

Рассмотрим систему автоматического управления движением судна по заданной траектории (рис. 1), структура которой разработана с использованием предлагаемого метода. В системе к типовому (штатному) режиму управления движением, при котором в качестве основной информации используются сигналы ПУ и скорости хода V , добавлен

режим точного управления с использованием в качестве навигационной информации также текущей и заданной широты Φ , $\Phi_{зд}$ и долготы γ , $\gamma_{зд}$ судна.

Система автоматически обеспечивает движение корабля по заданной траектории в двух режимах: при типовом режиме управления и при законе точного управления.

Типовой режим управления реализуется по ПУ = $\phi_{зд}$. В регулятор рулевого привода δ вводятся сигналы: ПУ (с приемника СНС 1), заданного (программного) угла курса $\phi_{зд}$ (с задатчика маршрута 2), угловой скорости судна (которая формируется в регуляторе рулевого привода δ 3).

Таким образом формируется закон управления рулевым приводом 4:

$$\delta_{зд} = K_1(ПУ - \phi_{зд}) + K_2\omega,$$

где $\delta_{зд}$ – заданный угол переключки руля; $\phi_{зд}(t)$ – заданный (программный) угол курса; ω – угловая скорость судна; K_1, K_2 – коэффициенты регулирования.

Сигнал $\delta_{зд}$ в зависимости (1) (с выхода регулятора рулевого привода 3) вводится на вход рулевого привода 4, это обеспечивает вывод судна на ПУ, равный $\phi_{зд}$.

Типовое управление скоростью хода судна $V = V_{зд}$. Для управления скоростью хода судна используют сигналы заданной скорости хода $V_{зд}$ (из задатчика маршрута 2) и текущей скорости хода V (из приемника СНС 1), которые вводят на вход регулятора оборотов гребного вала 5 (где формируется закон управления приводом оборотов гребного вала 6):

$$n_{зд} = K_1(V - V_{зд}) + f(n, V),$$

где $n_{зд}$ – заданные обороты гребного вала; $f(n, V)$ – типовой закон управления приводом гребного вала 6; $(V - V_{зд})$ – сигнал рассогласования по скорости хода судна.

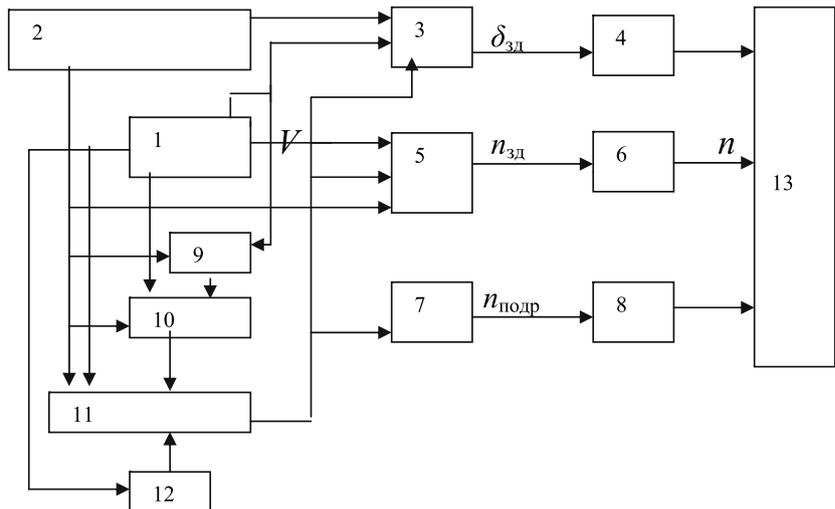


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического управления движением судна по заданной траектории

1 – приемник спутниковой навигационной системы (СНС); 2 – задатчик маршрута; 3 – регулятор рулевого привода δ ; 4 – рулевой привод; 5 – регулятор привода оборотов гребного вала $n_{зд}$; 6 – привод оборотов гребного вала; 7 – регулятор оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$; 8 – подруливающее устройство; 9 – блок разностей; 10 – блок коррекции сигналов управления; 11 – блок четырех секторов путевого угла; 13 – судно (объект управления)

Рассмотренные типовые законы управления формируются в системе только при величине модуля от рассогласования ПУ (из приемника СНС 1) и заданного угла курса $\varphi_{зд}$ (из задатчика маршрута 2) больше C_1 : $|\text{ПУ} - \varphi_{зд}| > C_1$. Эта зависимость формируется в блоке сравнения 9, и только при выполнении этого условия формируются типовые законы управления в регуляторе рулевого привода 3 и регуляторе привода оборотов гребного вала 5.

Законы точного управления движением судна формируются и используются при удовлетворении зависимости: $|\text{ПУ} - \varphi_{зд}| \leq C_1$, которая вырабатывается в блоке сравнения 9 вместо зависимости $|\text{ПУ} - \varphi_{зд}| > C_1$, при этом в блок разностей 10 из приемника СНС 1 поступает текущая широта Φ и долгота γ , а из задатчика маршрута 2 – заданная широта $\Phi_{зд}$ и заданная долгота $\gamma_{зд}$ для формирования

сигналов $(\Phi - \Phi_{зд})$ и $(\gamma - \gamma_{зд})$ и сигналов, производных от сигналов широты $d\Phi/dt$ и долготы $d\gamma/dt$, которые вводятся в блок коррекции законов управления 11. В этот блок также вводится сигнал одного из четырех секторов, в котором находится вектор путевого угла «а», «б», «в» или «г» (из блока четырех секторов путевого угла 12). Для формирования в блоке 12 сигнала одного из четырех секторов, в котором находится вектор ПУ, сигнал ПУ (из приемника) вводится в блок 12. В блоке коррекции сигналов управления 11 по сигналу сектора «а», «б», «в» или «г» из блока 12, а также сигналам разностей $(\Phi - \Phi_{зд})$ и $(\gamma - \gamma_{зд})$ и сигналов производных от сигналов широты $d\Phi/dt$ и долготы $d\gamma/dt$ из блока разностей 10 формируются законы точного управления в регуляторах:

– рулевого привода δ , $\Delta\delta_{кор}$, которые вводятся в регулятор 3, а сигналы

$K_1(\text{ПУ} - \varphi_{зд}) + K_2\omega$ отключают, если они были подключены ко входу регулятора 3 при типовом управлении;

– оборотов подруливающего устройства $n_{подр}$ 7 сигнал $n_{подр.зд}$ формируется в регуляторе 7;

– оборотов гребного вала $n_{зд}$ сигнал $\Delta n_{зд}$ формируется в регуляторе 5.

Формирование сигналов $\Delta\delta_{кор}$, $n_{подр.зд}$, $\Delta n_{зд}$ подробно рассмотрено выше – см. зависимости (4)–(6).

Разработанные алгоритмы управления по траектории позволят повысить точность и стабильность управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клячко Л.М., Острецов Г.Э. Методы автоматизации управления движением корабля. – М.: Физматлит, 2009.
2. Острецов Г.Э., Памухин С.Г. Способ управления движением судна (RU): Патент R.U. 224.09.53. С1. – БИ, 2004, №33. ■

В настоящее время коммерческий интерес зарубежного покупателя к дизельным подводным лодкам (ДПЛ) пр. 877ЭКМ и пр. 636, оснащенных перспективными экспортными образцами оружия, определяется как их традиционно высокими мореходными характеристиками, так и характеристиками радиоэлектронного вооружения, в том числе и автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС) «Лама-ЭКМ».

С 1998 г. в НПО «Аврора» были начаты работы по созданию АИУС «Лама-ЭКМ» для иностранного заказчика, которые были закончены в рекордно короткие сроки. Многолетняя эксплуатация ДПЛ пр. 877ЭКМ и пр. 636 показала, что эта система надежно функционирует в тяжелых условиях эксплуатации, разработана на высоком научно-техническом уровне и способна конкурировать с подобными зарубежными системами и по тактико-техническим характеристикам, и по цене [1].

Однако для того, чтобы удержать этот сегмент рынка, необходимо постоянное совершенствование создаваемых систем управления с учетом следующих факторов:

- особенности организации использования систем данного класса потенциальным покупателем;
- уровня и организации подготовки специалистов, эксплуатирующих системы управления;
- роста требований к качеству функционирования АИУС;
- необходимости повышения эффективности решения боевых задач.

Учитывая опыт эксплуатации АИУС «Лама-ЭКМ» на ДПЛ пр. 877ЭКМ и пр. 636 и благоприятное отношение зарубежных заказчиков к этой системе, основным аспектом дальнейшего развития систем управления для перспективных НАПЛ должна стать структура, базирующаяся на модернизации АИУС «Лама-ЭКМ» и позволяющая создать из набора разрозненных систем радиоэлектронного вооружения ПЛ функционально целостную интегрированную систему боевого управления (ИСБУ). Основной особенностью такой системы является ее способность к оперативной адаптации по управлению и наблюдению для

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ БОЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПЛ ДЛЯ ЗАРУБЕЖНОГО ЗАКАЗЧИКА

К.Ю. Шилов, д-р техн. наук, генеральный директор,
В.Н. Волобуев, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник,
А.Ф. Гаврилов, канд. техн. наук, зам. начальника отделения,
А.Б. Дымент, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник,
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 7025517

эффективного выполнения ПЛ поставленных задач при изменяющихся внутренних и внешних условиях [2, 3].

Реализация основных принципов построения ИСБУ для ПЛ стала возможной в результате создания консорциума предприятий: ОАО «Концерн «НПО «Аврора», ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» и ОАО «Концерн «Океанприбор», которые заявили об объединении научного, технического и производственного потенциалов для обеспечения комплексной поставки заказчикам ИСБУ нового поколения с целью оснащения перспективных НАПЛ [2].

Первым практическим результатом совместной деятельности предприятий консорциума стало предложение реализовать основные принципы построения ИСБУ на основе существующих изделий АИУС: «Лама-ЭКМ» и ГАК «МГК-400ЭМ» – путем их частичной доработки для НАПЛ третьего поколения пр. 877ЭКМ и пр. 636. Создание структуры ИСБУ, построенной на основе этих принципов, позволило только за счет реализации «мягкой» интеграции достичь важных положительных результатов, к которым следует отнести:

- унификацию пультавого оборудования АИУС и ГАК;
- размещение пультавого оборудования в главном командном пункте (ГКП) в виде композиции унифицированных пультов единого изделия;

- рациональное распределение отображаемой информации на унифицированных пультах применительно к выполняемому тактическому эпизоду;
- повышение качества комплексирования информации, необходимой для идентификации, классификации и целеуказания;
- повышение оперативности принятия решений в условиях текущей тактической обстановки путем введения системы поддержки принятия решения (СППР) на всех уровнях управления.

Предлагаемая схема «мягкой» интеграции АИУС «Лама-636» и ГАК «МГК-400В.1» представлена на рис. 1, а схема размещение пультавого оборудования в ГКП – на рис. 2.

Дальнейшее развитие идей интеграции привело к разработке структуры ИСБУ НАПЛ, наиболее полно отражающей перспективы интеграции. Вариант построения структурно-функциональной схемы ИСБУ НАПЛ представлен на рис. 3.

В состав ИСБУ входят:

- интегрированная АИУС «Лама-И»;
- подсистема связи;
- подсистема навигации.

Основным назначением интегрированной АИУС «Лама-И» является повышение качества и оперативности управления ПЛ при решении ею поставленных боевых задач.

В состав интегрированной АИУС «Лама-И» входят:

- подсистема командования и управления, включающая в свой состав автоматизированное рабочее место командира, предназначенное для оценки тактической обстановки и выработки сценария поведения ПЛ в тактических эпизодах, и подсистема поддержки принятия решений, которая обеспечивает командира ПЛ и операторов подсистем необходимой информацией для принятия обоснованных решений в текущей тактической ситуации;

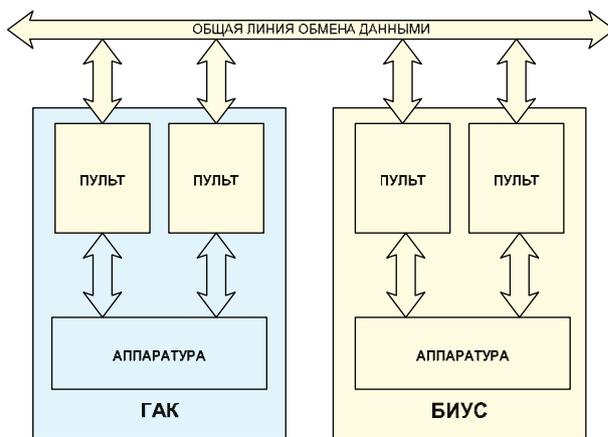


Рис.1. Предлагаемая схема «мягкой» интеграции АИУС «Лама-636» и ГАК «МГК-400В.1»

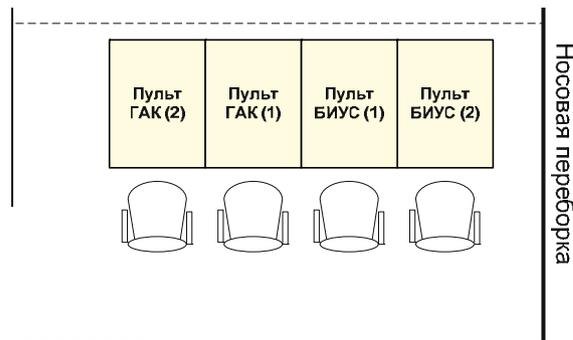


Рис.2. Схема размещения пультавого оборудования в ГКП

– подсистема управления оружием, предназначенная для управления стрельбой различными видами оружия

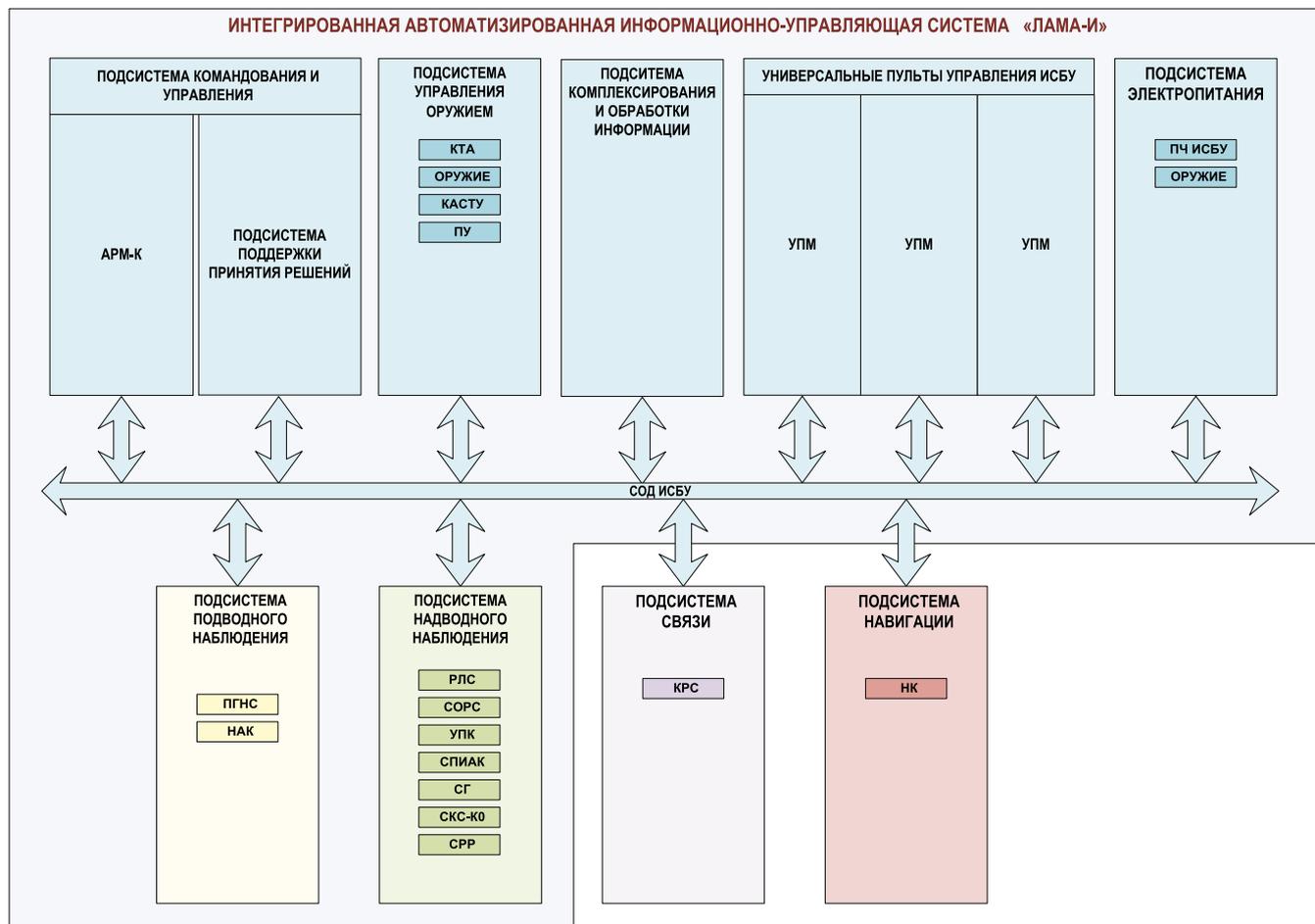


Рис. 3. Вариант структурно-функциональной схемы ИСБУ для модернизируемых ПЛ



Рис. 5. Универсальный пульт управления

и средств гидроакустического подавления (ГПД), а также расчета параметров боевого маневрирования ПЛ;

- подсистема комплексирования и обработки информации, осуществляющая комплексную обработку всей поступающей информации, а также решение задач определения координат и параметров движения цели (КПДЦ) и тактического маневрирования;

- универсальные пульта управления ИСБУ, предназначенные для одновременной работы операторов ИСБУ при решении функциональных задач в процессе управления ПЛ в эпизодах ее боевой деятельности;

- подсистема электропитания, обеспечивающая необходимой номенклатурой электропитания все подсистемы ИСБУ.

Наиболее эффективное функционирование ИСБУ в ходе боевой деятельности может быть реализовано в том случае, когда вся информация, поступающая от различных подсистем ИСБУ, будет обрабатываться в едином информационном пространстве по сквозным алгоритмам, разрабатываемым специалистами разных подсистем и обеспечивающим совместное решение ряда функциональных задач (например, решение задачи определения КПДЦ). Это позволит исключить дублирование задач и повысит эффективность их решения [4,7].

Полученные результаты решения функциональных задач могут отображаться на любом из экранов универсальных пультов управления, что позволит перераспределять вычислительные, алгоритмические, программные и временные ресурсы ИСБУ в соответствии с изменениями тактической обстановки и приоритетностью выполнения этапов поставленной боевой задачи и их отдельных элементов.

Наличие универсального пульта управления ИСБУ позволит организовать работу операторов системы с учетом текущей тактической ситуации и автоматическим отображением необходимой информации на экранах пульта управления, а также сократить количество обслуживающих систему операторов в различных режимах боевой готовности. Такая возможность обусловлена сокращением информационной избыточности и выводом на экраны только той информации, которая непосредственно связана с решаемой боевой задачей.

Создание ИСБУ для модернизируемых проектов НАПЛ, включающих трехсекционный универсальный пульт управления, представленный на рис. 4, позволит повысить качество боевого управления ПЛ и сократить количество пультов, расположенных в ГКП (например, для ПЛ пр. 636 это – двухсекционный пульт БИУС, двухсекционный пульт ГАК и односекционный пульт РЛК).

Универсальный пульт управления состоит из однотипных универсальных пультовых модулей (УПМ) и позволяет обеспечить [3–6]:

- управление режимами работы всех подсистем ИСБУ;
- отображение результатов решения функциональных задач всех подсистем ИСБУ;

- отображение телевизионной информации от перископных комплексов и систем мониторинга внутренних помещений;

- отображение радиолокационной и гидроакустической информации на фоне цифровой карты.

Управление функционированием ИСБУ с единого унифицированного пульта позволяет создать прообраз системы управления для НАПЛ ВМФ РФ, которая может быть предложена проектантам ДЭПЛ.

В отличие от традиционных пультов управления в данном пульте реализуется *новая концепция интерфейса*, позволяющая операторам как самостоятельно распределять различные видеокadres по экранам пульта, так и автоматически, в зависимости от изменения текущей тактической ситуации.

ВЫВОДЫ

Реализация представленного варианта структуры ИСБУ для перспективных НАПЛ позволит обеспечить:

- применение новых образцов экспортного ракетного, торпедного и минного оружия с требуемыми тактико-техническими характеристиками, как по оперативности, так и по качеству управления;

- качественно новое обобщенное представление информации оператору, повышающее оперативность и точность решения задач управления боевой деятельностью НАПЛ;

- снижение массогабаритных характеристик НАПЛ за счет уменьшения количества пультов в системе управления;

- сокращение численности личного состава за счет возможности выполнения одним оператором нескольких функций;

- унификацию пультового оборудования;

- уменьшение ЗИП;

- существенное повышение степени реализации боевого потенциала радиоэлектронного вооружения ПЛ и корабля в целом;

- высокую конкурентоспособность этих проектов ДПЛ на мировом рынке вооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилов К.Ю. и др. Реальные перспективы дальнейшей интеграции систем управления техническими средствами подводных лодок // Системы управления и обработки информации. – 2009. – Вып.17.
2. Шилов К.Ю., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б., Принципы построения и организация функционирования интегрированных систем боевого управления перспективных и модернизируемых ПЛ // Морская радиоэлектроника. – 2011. – № 3(37).
3. Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б. и др. Проблемы и перспективы развития автоматизированных систем боевого управления (АСБУ) ПЛ // Морская радиоэлектроника. – 2008. – № 4(22).
4. Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б. и др. Совершенствование специального математического и алгоритмического обеспечения автоматизированных систем управления (АСУ) // Морская радиоэлектроника. – 2009. – № 3–4 (29–30).
5. Волобуев В.Н., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б., Полищук П.В. Концептуальные аспекты и принципы формирования структурного облика и организации функционирования корабельных, интегрированных систем боевого управления // Морская радиоэлектроника. – 2010. – № 3–4 (33–34).
6. Волобуев В.Н., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б., Полищук П.В. Основные принципы формирования структурного облика и организации функционирования корабельных интегрированных систем боевого управления // Системы управления и обработки информации. – 2010. – Вып. 21.
7. Волобуев В.Н., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б., Киваев Н.М. Структура и организация функционирования интегрированных систем боевого управления перспективных неатомных ПЛ // Морской вестник. – 2012. – № 1 (41). ■

12 мая исполнилось 60 лет генеральному директору ОАО «Концерн «НПО «Аврора» **Константину Юрьевичу Шилову.**

После окончания в 1975 г. Ленинградского института авиационного приборостроения К.Ю. Шилов непрерывно работает в НПО «Аврора», где прошел все этапы инженерного и административного роста – от рядового инженера до генерального директора Открытого акционерного общества «Научно-производственное объединение «Аврора».

Многолетняя профессиональная деятельность Константина Юрьевича – это органичное сочетание работы творческого инженера, передового ученого и крупного хозяйственника. Под его руководством и при его непосредственном участии созданы первые в отечественном судостроении комплексные системы управления (КСУ) больших надводных кораблей, в том числе авианесущих крейсеров типа «Адмирал Кузнецов», атомных крейсеров типа «Петр Великий», больших противолодочных кораблей, а также крупных судов транспортного флота. Значителен вклад К. Ю. Шилова в создание десятков АПЛ 3-го поколения, в том числе самого крупного в мире ракетноносца класса «Тайфун».

Став в 1988 г. заместителем главного инженера ЦНИИ «Аврора», К.Ю. Шилов организовал изготовление систем автоматизации для программ строительства кораблей и судов отрасли, чем внес существенный вклад в создание океанского флота ВМФ СССР и России.

Более 20 лет Константин Юрьевич является одним из руководителей крупной научной школы в области автоматизации технических средств, систем управления движением, ядерными энергетическими и электроэнергетическими установками кораблей и судов. В последние годы сфера интересов этой школы расширилась за счет автоматизированных систем боевого управления и превратилась в уникальную для нашей страны научную школу АСУ кораблей и судов. Создана

К 60-ЛЕТИЮ К. Ю. ШИЛОВА

ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 7025517



новая, перспективная концепция интегрированной системы управления кораблем как единым объектом автоматизации, включая его вооружение и технические средства. Концепция реализована на дизельной ПЛ 4-го поколения «Санкт-Петербург».

Заслуги К.Ю. Шилова отмечены премией Правительства РФ в 2008 г. В 2007 г. ему было присвоено звание «Почетный судостроитель».

В 1983 г. К.Ю. Шилов защитил кандидатскую диссертацию. В 2007 г. стал доктором технических наук. Сегодня К.Ю. Шилов, заведя кафедрой Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, вносит значительный вклад в подготовку нового поколения специалистов.

Константин Юрьевич – член редколлегии и редсовета ряда тематических журналов, в том числе «Морская радиоэлектроника», «Морской вестник». Он – автор более 80 научных работ и публикаций по теории и практике автоматизации морских объектов и обучающих центров, в том числе моно-

графии «Методы создания технических средств обучения корабельных операторов» (Издательство «Наука», 2005 г.).

Наряду с активной творческой работой К.Ю. Шилов как генеральный директор ведет большую организационную работу по обеспечению производственно-экономической деятельности концерна. В настоящее время в состав концерна входят восемь предприятий, ряд которых создан по его инициативе. В их числе – предприятия, производящие современную цифровую технику, средства представления информации, устройства ввода/вывода – изделия, необходимые для конечной продукции концерна.

Для реализации государственной программы развития отечественного гражданского морского и речного флота в концерне создано целевое «Производство гражданской морской техники».

За последние годы концерн вышел на мировой рынок и успешно конкурирует в Индии и Юго-Восточной Азии с известными мировыми производителями.

Концерн участвует в выполнении таких основополагающих федеральных и отраслевых целевых программ, как «Российские верфи», «Национальная технологическая база», «Надежность», «Интеграция СВТ», «Шельф», «Развитие гражданской морской техники».

Итогом целеустремленной творческой работы возглавляемого К.Ю. Шиловым большого коллектива является стабильное финансово-экономическое положение ОАО «Концерн «НПО «Аврора», выполнение в полном объеме государственного заказа, обеспечение всего цикла жизни высокотехнологичной продукции: разработку, изготовление, организацию продаж, сервис, ремонт как в России, так и на многих зарубежных рынках.

Редакционный совет, редколлегия журнала «Морской вестник», а также друзья и коллеги поздравляют Константина Юрьевича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в деле развития кораблестроения, в том числе автоматизированных систем управления кораблями.

На протяжении всей истории нашей страны внутренние водные пути играли значительную роль в ее жизни, будучи по сути теми «хорошими дорогами», недостаток которых ощутим и по сей день.

Внутренние водные пути (ВВП) – важнейшая составная часть транспортной системы России; они позволяют обслуживать 26 республик, краев, национальных автономных округов и 42 области России. Протяженность ВВП составляет 101,7 тыс. км, на которых находится 723 судоходных гидротехнических сооружения (СГТС), включая 110 шлюзов, 1 судоподъемник, 8 насосных станций, каналы, дамбы и плотины, а также 134 порта.

В европейской части России создана Единая глубоководная система (ЕГС), охватывающая водные пути протяженностью 6,5 тыс. км. В ее состав входят Беломорско-Балтийский канал, канал им. Москвы, Волго-Донской судоходный канал и Волго-Балтийский водный путь, а также реки Волга, Кама, Дон, Белое, Онежское и Ладожское озера.

В соответствии с Европейским соглашением об основных ВВП международного значения водные пути ЕГС европейской части России по своим параметрам отнесены к наивысшему классу ВВП. Они непосредственно связаны с важнейшими морскими бассейнами и транснациональными железными дорогами и автомагистралями.

Вместе с тем роль внутреннего водного транспорта неуклонно снижается, хотя по экономическим показателям он выгоднее, чем железнодорожный и тем более автомобильный. К тому же состояние ВВП, как и в прошлом, много лучше состояния дорог, в том числе железных, и не требует столь значительных вложений на поддержание инфраструктуры.

По данным Ространснадзора, более половины происшествий на транспорте приходится на навигационные аварии и происшествия. Можно много говорить о причинах возникновения этих аварий и происшествий (в этом случае придется затронуть целый пласт проблем, общих для всех отраслей транспорта), но вряд ли кто сомневается в том, что одним из определяющих факторов безопасности плавания является надлежащее состояние ВВП, а факторов, препятствующих возникновению значительной части навигационных происшествий (посадка на мель – почти 40%), – степень осведомленности судоводителя о состоянии дна не только судового хода, но по возможности всего водоема.

Казалось бы, зачем ему эти сведения? Но ситуации бывают разные, и капитану зачастую просто необходимо знать, что находится за кромкой судового хода, ведь судно на реке зачастую

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К БЕЗОПАСНОСТИ

А. О. Попко, канд. воен. наук, директор Департамента сервиса и ремонта ЗАО «Морские навигационные системы»,
контакт. тел. (812) 320 3840

идет в нескольких метрах от навигационной опасности. Существует поговорка: «Нельзя в одну и ту же реку войти дважды», для судоводителя она звучит так: «Нельзя пройти дважды по одной и той же реке». Сложные ситуации возникают каждый раз при выборе места постановки на якорь, при проходе судна вблизи гидросооружений и т.п. Что уж говорить о прогулочных и маломерных судах, двигающихся вне пределов судового хода, а ведь таким образом перемещается значительная часть туристов. Профильные службы ГБУВПиС не несут ответственности за состояние дна вне пределов судового хода.

Подавляющее большинство гидротехнических сооружений построено в далекие советские годы, и, хотя они и прослужат при надлежащем уходе и финансировании еще не один год, актуальной остается проблема мониторинга их состояния, как и контроль качества проведения дноуглубительных и подводно-технических работ.

На сегодняшний день существует и прекрасно функционирует ЕГС, представляющая собой значительный банк постоянно обновляемых данных об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). Наличие такой базы о ВВП остается актуальным.

В связи с этим рассмотрим назначение и принципы построения Единой системы мониторинга (ЕСМ) ВВП. Учи-

тывая все вышеизложенное, представляется необходимым следующий функционал перспективной системы:

- сбор и систематизация гидрографических данных о ВВП;
- оперативное представление результатов батиметрических площадных съемок дна судоводителям, организациям, занимающимся гидротехническим строительством, силовым ведомствам и пр.;
- обеспечение гидротехнического строительства, дноуглубительных работ, контроль качества и мониторинг состояния сооружений;
- оценка реального состояния ВВП, прогнозирование состояния;
- обеспечение достоверной информацией судоводителей маломерных судов;
- взаимодействие с диспетчерами СУДС.

В настоящее время эти функции частично реализуются службами ГБУВПиС, и создание ЕСМ ВВП не повлечет за собой каких-либо структурных изменений в системе, речь может идти о незначительном техническом перевооружении, создании единой базы данных и выработке изменений и дополнений к существующим руководящим документам в части промерных, изыскательских и гидротехнических работ на ВВП.

Для обеспечения полноценного мониторинга ВВП необходимо использовать современную гидрографическую

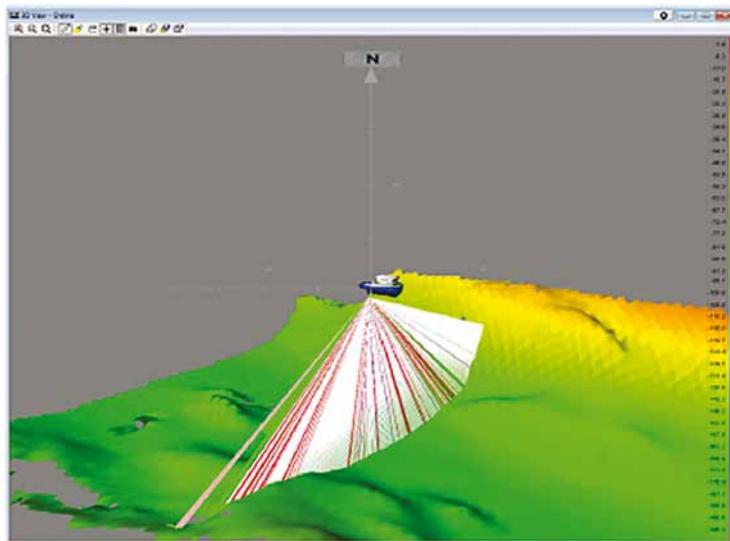


Рис. 1. Полоса обследования МЛЭ

технику: промерные комплексы, построенные на базе многолучевых эхолотов (МЛЭ). Данная техника обеспечивает:

- высокое разрешение;
- значительную ширину полосы обсле- дования;
- высокую точность.

Ширина полосы обследования МЛЭ (рис. 1) составляет до 5 глубин под килем при высокой разрешающей способ- ности. Для функционирования носитель МЛЭ (а это может быть маломерный катер или лодка типа РИБа) должен быть оснащен GPS/Глонасс-приемни- ком, датчиком динамических переме- щений и измерителем скорости звука, т.е. тем же оборудованием, что и гидро- графический катер. Но в данном случае важным является не само переоснаще- ние материально-технической базы, а принцип, по которому данная система должна работать, систему управления ВВП РФ (рис. 2).

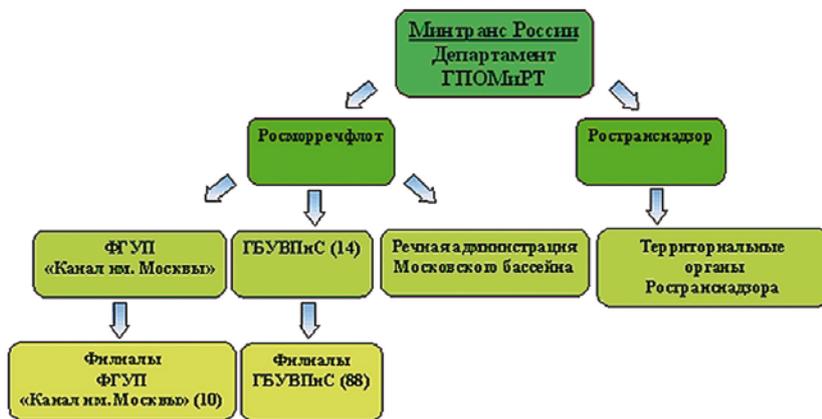


Рис. 2. Система управления ВВП РФ

ЕСМ ВВП может структурно повто- рять систему управления ВВП: дан- ные от изыскательской партии в виде цифровой модели рельефа (ЦМР) со- бираются и систематизируются после- довательно на уровне филиала, затем на уровне службы головного управле- ния ГБУВПиС и далее на федеральном уровне.

Таким образом, будет освеще- но фактическое состояние ВВП, что должным образом скажется на функ- ционировании отрасли в целом. Фак- тически будет создана абсолютно про- зрачная система мониторинга и кон- троля реального состояния ВВП.

Для реализации этой, на первый взгляд, амбициозной задачи не нуж- но крупных вложений, реформ и пр., необходимо модернизировать сло- жившуюся систему с помощью совре- менных технических и программных средств.

Теперь скажем несколько слов о цифровых моделях рельефа. Суще- ствует два вида цифровых моделей ре- льефа: регулярная прямоугольная и нерегулярная триангуляционная.

Первая более простая, вторая – бо- лее точная. Если первый вид модели целесообразно использовать для обе- спечения безопасности плавания, кон- троля состояния судового хода, то вто- рая идеальна для контроля гидротех- нических сооружений и обеспечения дноуглубительных работ. Для приме- ра на рис. 3 показана цифровая модель рельефа дна с затонувшим судном.

МЛЭ выработывает данные так- им образом, что из них при обработ- ке можно получить:

- оба вида цифровых моделей рельефа;
- тип грунта;
- видеоизображение дна;
- расположение трубопроводов, проложенных открытым способом;
- профили дна.

Все эти данные можно использо- вать при эксплуатации ВВП или стро- ительстве. Кроме того, информация о

ческую карту высокой точности, смо- гут путешествовать безопасно. При адекватной тарифной политике со- здание ЕСМ ВВП должно окупиться за несколько лет после ее внедрения.

До сих пор в профессиональной сфере не выработан единый подход к проблеме внедрения электронно- картографической системы (ЭКС) на внутреннем водном транспорте, точнее, отношение к ней. Одни судово- дители считают ее излишней, дру- гие, необходимой. Современные ЭКС способны представлять судоводителю батиметрическую трехмерную карту района плавания, т.е. дает понятие о реальных условиях движения судна. Служба управления движением судов осуществляет свою деятельность в том числе и на основании актуальных све- дений о путях движения судов.

Хочется еще раз сказать о том, что повышение качества безопасности плавания по ВВП не всегда связано с крупными структурными перемена- ми или значительными вложениями. По ВВП Европы ходит значительное число раритетных пароходов, функ- ционируют еще средневековые гид- ротехнические сооружения, при этом чрезвычайно развиты и перевозки, и водный туризм. Инфраструктура под- держивается в отличном состоянии за счет досконального и полного мони- тринга ВВП, а также профилактики и предотвращения возможных аварий- ных ситуаций, что обеспечивается полноценным контролем.

Для того чтобы сделать внутре- ние воды РФ открытыми (не далек уже тот день, когда по ВВП будут ходить суда под иностранным флагом), безо- пасными и экономически выгодными, необходимо подходить к развитию от-

состоянии ВВП может представлять коммерческий интерес для органи- заций, ведущих гидротехническое строительство, так как существенно

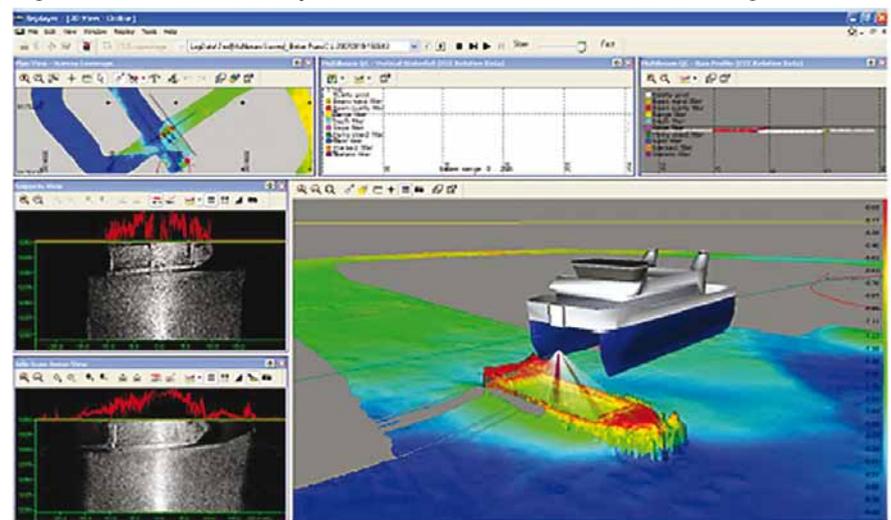


Рис. 3. Цифровая модель рельефа дна

сокращает требуемый объем изыска- ний. И, конечно, эта информация бес- ценна для судоводителей маломерных судов, которые, получив батиметри-

расли с позиций простых, недорогих, но эффективных решений, каковым является создание Единой системы мониторинга ВВП РФ. ■

При традиционном формировании оптимальных алгоритмов обработки поступающей информации даже малые вариации измеряемых величин могут привести к ухудшению свойств этих алгоритмов и, как следствие, к ошибочным решениям при оценке состояния контролируемого объекта, а также при прогнозировании изменения этого состояния. В связи с этим целесообразно использовать робастные алгоритмы обработки измерительной информации, которые приведены в работе [1].

Исходный многомерный временной ряд контролируемых извещателями параметров и корреляционных связей между ними представляется в виде суммы:

$$X(t_k) = X^*(t_k) + \varepsilon(t_k), \quad (1)$$

где $\varepsilon(t_k)$ – некоррелированные случайные величины с нулевым средним и конечной дисперсией; $X^*(t_k)$ – тренд (случайный процесс определения многомерного вектора параметров, оценивающих состояние контролируемого объекта).

Задача состоит в получении устойчивой оценки прогноза изменения $X(t_{k+1})$ по измерениям $X(t_k)$, $k = 0, 1, \dots, N$, т.е. по N последним измерениям при условии «забывания» более ранних результатов, теряющих свою ценность со временем.

Экспоненциальный фильтр для построения прогноза изменения состояния вектора $X(t_k)$, записывается в виде

$$\hat{X}(t_k) = \hat{X}(t_{k-1}) + (1-\alpha)[X(t_k) - \hat{X}(t_{k-1})], \quad (2)$$

где $\hat{X}(t_k)$ – оценка вектора состояния объекта на t_k -ом шаге; α – коэффициент дисконтирования, характеризующий снижение ценности информации за время t .

Робастный аналог этого фильтра описывается формулой

$$\hat{x}(t_k) = \hat{x}(t_{k-1}) + (1-\alpha) \Psi[x(t_k) - \hat{x}(t_{k-1})], \quad (3)$$

где $\Psi[x]$ – первая производная от функции минимального контраста; $\Psi[x] = \rho'[x]$, а $\rho[x]$, определяемая из условий

АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ ОТ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Солонько В.А., канд. техн. наук, председатель Совета директоров ЗАО «НПО «Севзапспецавтоматика»,

Колесник В.А., д.р. техн. наук, проф., зам. генерального директора НПО «Севзапспецавтоматика», профессор ВМИИ,

Третьяков А.В., начальник отдела ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», контакт. тел. +7 921 341 8771

$$\sum_{k=0}^N \rho[x(t_k) - \bar{x}] \alpha^k = \min;$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k = \frac{1}{1-\alpha}; \quad \bar{x} = x^*(t_k) = \text{const.}$$

Процедуры экспоненциального прогнозирования дают системную ошибку в случае, когда временной ряд имеет тенденцию к линейному изменению. В этом случае

$$\hat{x}^{(v)}(t_k) = \hat{x}(t_k) + t \hat{b}(t_k), \quad (4)$$

где $\hat{x}(t_k)$, $\hat{b}(t_k)$ – текущие оценки коэффициентов адаптивного номинала; $\hat{x}^{(v)}(t_k)$ – прогноз, рассчитанный на τ шагов вперед.

Структурная схема устройства, реализующего экстраполяционный прогноз процесса развития пожароопасной обстановки, а также его робастный аналог, приведены на рис. 1 и 2.

Схема, приведенная на рис. 1, состоит из входного устройства (ВУ), регистра памяти (РП); блока вычис-

ления разности (БВР), блока ограничения (БОГР), блока умножения (БУ), сумматора (СУМ), блока определения среднего отклонения (БОСО), блока определения степени сглаживания (БОСС), источника синхросигналов (ИС).

Процесс функционирования состоит из одного цикла: начинается с приема в ВУ нового значения процесса $x(t_k)$ в аналоговой форме и преобразования его в цифровую форму. Преобразованное в ВУ значение $x(t_k)$ поступает в БВР, где определяется разность между ним и сглаженным значением процесса (оценкой процесса) $\hat{x}(t_{k-1})$, полученном в предыдущем цикле $\varepsilon(t_k) = x(t_k) - \hat{x}(t_{k-1})$.

Значение $\hat{x}(t_{k-1})$ хранится в РП. С БВ разность (ошибка прогноза) $\varepsilon(t_k)$ поступает в БОГР, где преобразуется в соответствии с функцией минимального контраста $\Psi(x)$: $e(t_k) = \Psi[\varepsilon(t_k)]$.

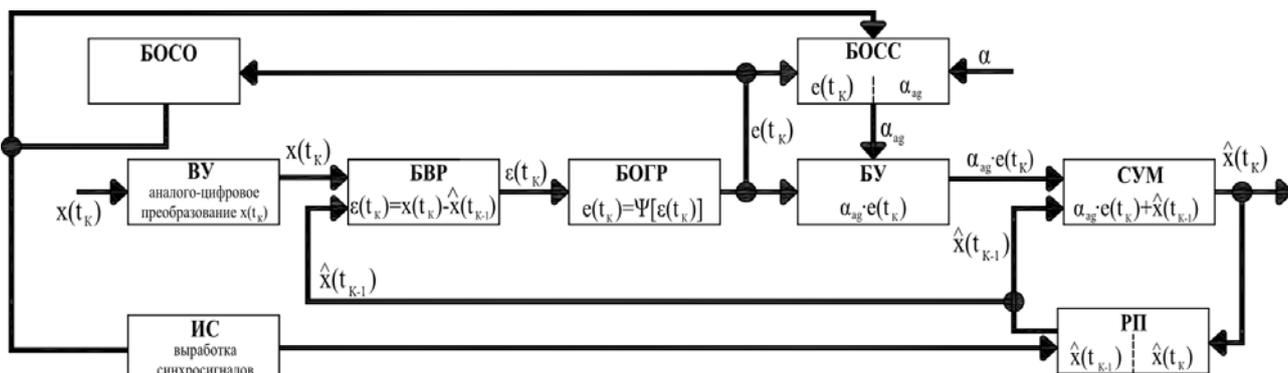


Рис. 1. Структурная схема устройства, реализующего экстраполяционный прогноз

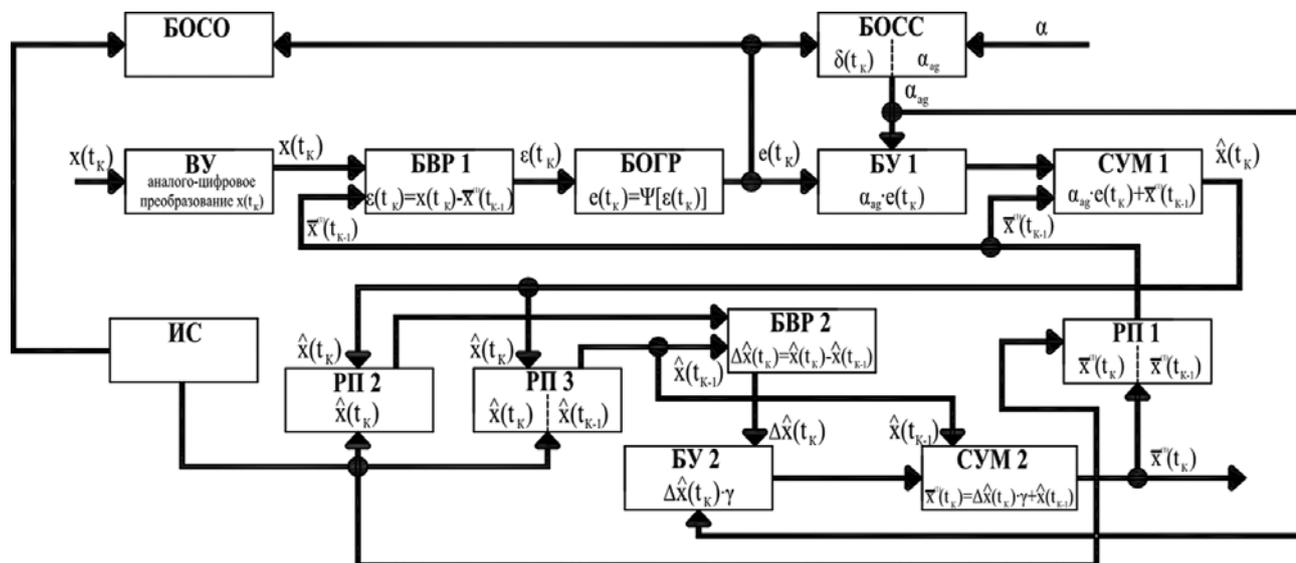


Рис. 2. Структурная схема робастного прогнозирующего фильтра

Преобразованная разность $e(t_k)$ поступает одновременно в БОСО, БОСС и БУ.

В БОСС определяется значение коэффициента передачи α_{ag} , которое перемножается в БУ с преобразованной разностью: $\alpha_{ag} e(t_k)$, т.е. определяется та доля нового отсчета, которая необходима при формировании новой оценки процесса $x(t_k)$. В СУМ складывается значение произведения $\alpha_{ag} e(t_k)$ с оценкой процесса, полученной на предыдущем шаге. Оценка процесса $x(t_k)$ поступает на выход устройства в РП, где запоминается по сигналу от ИС.

Схема, приведенная на рис. 2, состоит из БУ, РП1, РП2 и РП3; БВР1 и БВР2, БОГР, БУ1 и БУ2, СУМ1 и СУМ2, БОСО, БОСС, ИС.

Цикл выполняется в два этапа. На первом принимается в аналоговой форме в БУ новое значение процесса $x(t_k)$ и преобразуется в цифровую

форму. Преобразованное значение $x(t_k)$ поступает в БВР1, где определяется разность между ним и значением прогноза, полученном на предыдущем шаге: $\varepsilon(t_k) = x(t_k) - \bar{x}^{(1)}(t_{k-1})$. Значение $\bar{x}^{(1)}(t_{k-1})$ хранится в РП1. С БВ разность (ошибка прогноза) $\varepsilon(t_k)$ поступает в БОГР, где преобразуется в соответствии с функцией минимального контраста $\Psi(x)$: $e(t_k) = \Psi[\varepsilon(t_k)]$. Заменой блока, осуществляющего преобразование Хубера, на блоки, реализующие преобразование Эндриуса, можно придавать устройству различные свойства по устойчивости. Преобразованная разность $e(t_k)$ поступает одновременно в БОСС и БУ1. В БОСО определяется значение коэффициента α_{ag} , которое перемножается в БУ1 с преобразованной разностью: $\alpha_{ag} e(t_k)$, и поступает в СУМ1, где складывается значение произведения $\alpha_{ag} e(t_k)$ с прогнозом

$\bar{x}^{(1)}(t_{k-1})$, полученным на предыдущем шаге. В результате на выходе СУМ1 получается сглаженное значение процесса $x(t_k)$ в момент времени t_k .

На втором этапе определяется значение прогноза процесса $x^{(1)}(t_k)$ на шаг вперед. Для этого сглаженное значение процесса с выхода СУМ1 поступает на линейку РП2 и РП3. Выходы каждого из регистров подключены к входам БВР2, где вычисляется разность между сглаженными значениями процесса, полученными на двух последних шагах, $\Delta x(t_k) = x(t_k) - x(t_{k-1})$. Эта разность поступает в БУ2, где умножается на коэффициент $\gamma = 1 - \alpha$. С выходов БУ2 и РП3 данные передаются в СУМ2, где вычисляется значение прогноза на один шаг вперед $\bar{x}^{(1)}(t_k)$. Это значение по переднему фронту синхросигнала записывается в регистре РП1, а по заднему фронту – выдается на входы СУМ1 и БВР1.

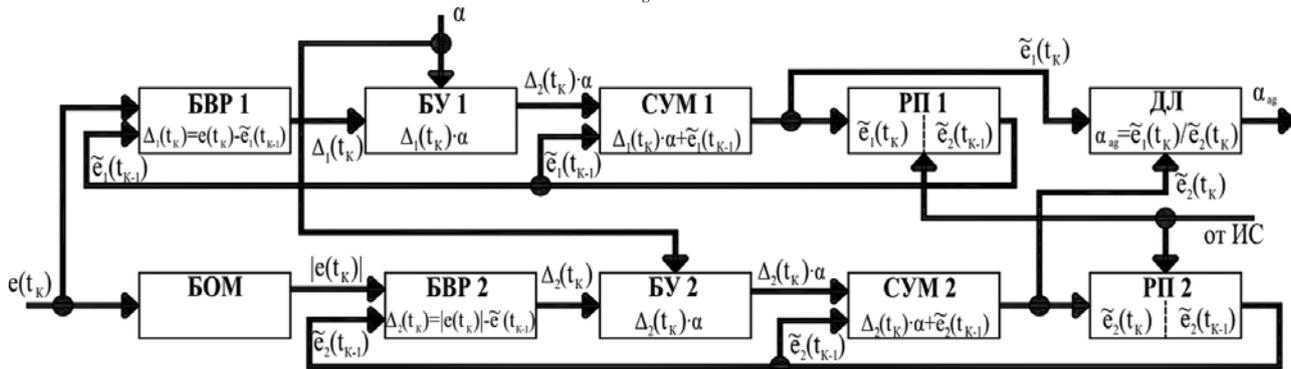


Рис. 3. Структурная схема БОСС

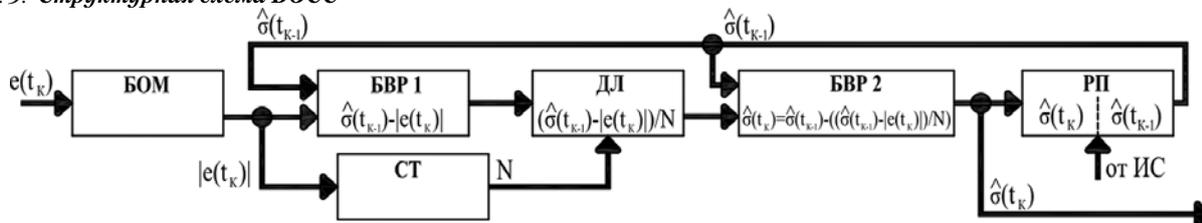


Рис. 4. Структурная схема БОСО

Таким образом, за один цикл рассчитываются и сглаженное значение процесса на текущий момент времени $x(t_k)$, хранящееся в РП2, и значение прогноза на один шаг вперед $x^{(1)}(t_k)$, хранящееся в РП1.

БОСС и БОСО представляют собой отдельные устройства, структурные схемы которых приведены на рис. 3 и 4.

БОСС состоит из блока определения модуля (БОМ), делителя (ДЛ) СУМ1 и СУМ2, БВР1 и БВР2, БУ1 и БУ2, РП1, РП2.

Цикл определения коэффициента передачи α_{ag} начинается с подачи на входы СУМ1 и БОМ значения $e(t_k)$. Прохождение сигналов по верхней и

нижней цепям аналогично, за исключением того, что в верхней цепи рассчитывается функция от значения преобразованной ошибки прогноза, а в нижней цепи – от ее модуля. В БВР1 определяется разность между модулем ошибки и оценкой среднего отклонения на предыдущем шаге $\sigma(t_{k-1}) - |\varepsilon(t_k)|$. Эта разность поступает в ДЛ, где делится на порядковый номер невязки, определяемый СТ. Полученное значение $(\sigma(t_{k-1}) - |\varepsilon(t_k)|)N$ в БВР2 корректирует значение среднего отклонения и поступает одновременно на выход БОСО и вход РП, куда записывается по переднему фронту импульса от ИС. По заднему фронту этого же импульса вновь рассчитанное значение среднего отклонения σ

дывается полученное произведение со сглаженным значением $\tilde{e}(t_k)$, преобразованной ошибки прогноза, хранящимся в РП2. По переднему фронту синхросигнала от ИС РП2 выдает хранимую информацию, а по заднему фронту записывает новую оценку ошибки прогноза. С выхода РП1 и РП2 сигналы поступают на ДЛ, где определяется адаптивное значение коэффициента передачи α_{ag} . На этом цикл заканчивается.

Схема БОСО состоит из счетчика (СТ), БОМ, БВ1 и БВ2, ДЛ, РП. Процесс определения среднего отклонения σ_e начинается с определения модуля ошибки прогноза. С БОМ сигнал поступает на входы БВР1 и СТ.

(t_k) поступает на входы БВР1 и БВР2 и процесс начинается сначала.

Мерой неадекватности модели и реального процесса служит выражение

$$AK(t_k) = \frac{\hat{\varepsilon}(t_k)}{\tilde{\varepsilon}(t_k)}, \quad (5)$$

где $\hat{\varepsilon}(t_k)$, $\tilde{\varepsilon}(t_k)$ – сглаженные значения текущей ошибки и его модуля.

Робастная конструкция этой процедуры получается заменой значения текущей ошибки $\varepsilon(t_k)$ на ее робастный аналог $e(t_k) = \Psi[\varepsilon(t_k)]$.

Результаты вычислительного эксперимента по проверке работоспособности сконструированных фильтров приведены на рис. 5.

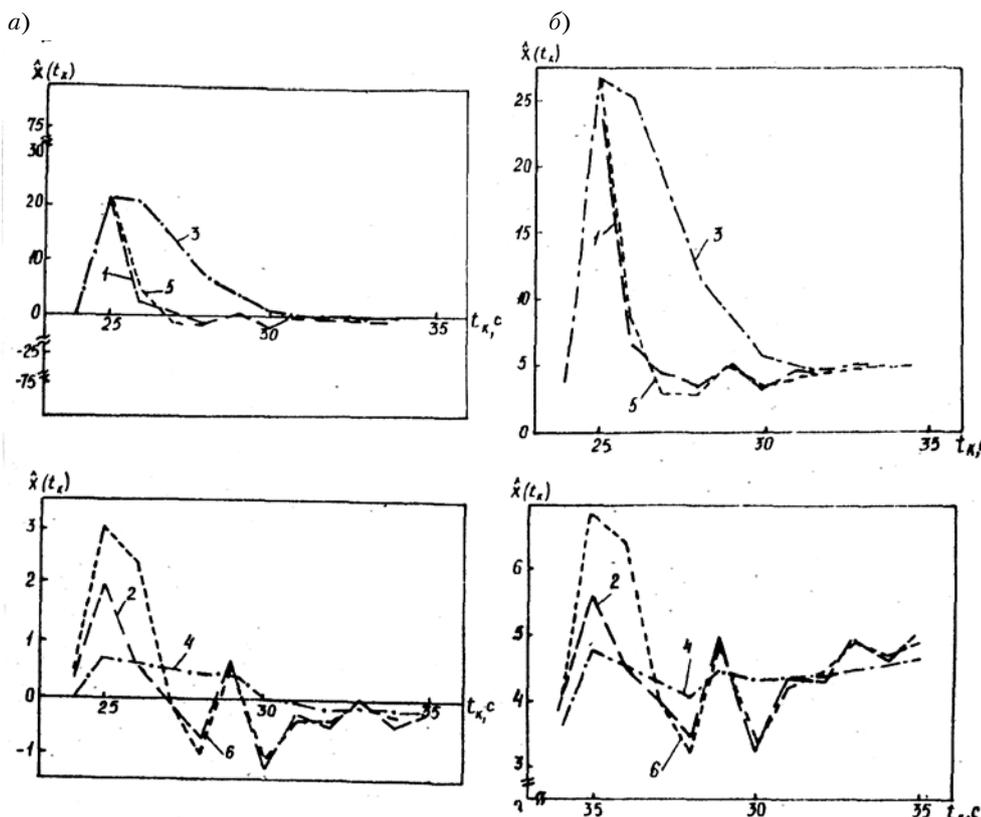


Рис. 5. Результаты моделирования прогнозирующих алгоритмов

нижней цепям аналогично, за исключением того, что в верхней цепи рассчитывается функция от значения преобразованной ошибки прогноза, а в нижней цепи – от ее модуля.

Сигнал с БОМ поступает на БВР2, где определяется разность между поступившим значением модуля ошибки прогноза и сглаженным, полученным ранее. Результат $\Delta(t_k) = e(t_k) - \tilde{e}(t_k)$ с выхода БВР2 поступает на БУ2, где умножается на коэффициент сглаживания ошибок, и произведение подается на вход СУМ2. В СУМ2 скла-

дывается полученное произведение со сглаженным значением $\tilde{e}(t_k)$, преобразованной ошибки прогноза, хранящимся в РП2. По переднему фронту синхросигнала от ИС РП2 выдает хранимую информацию, а по заднему фронту записывает новую оценку ошибки прогноза. С выхода РП1 и РП2 сигналы поступают на ДЛ, где определяется адаптивное значение коэффициента передачи α_{ag} . На этом цикл заканчивается.

На рис. 5, а показана реакция обычного и робастного фильтров на аномальные выбросы входного сигнала. На рис. 5, б – то же для линейно возрастающего сигнала. На каждом рисунке показаны реакции фильтров при применении различных сглаживающих блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устойчивость статистических решений при обработке наблюдений в системах охранной пожарной сигнализации // Морской Вестник. – 2011. – №1(37). – С.85 – 88. ■

На рубеже двух тысячелетий мировое сообщество получило наиболее точный инструмент для навигации и управления движущимися объектами – глобальную навигационную спутниковую систему (ГНСС). Эта система позволяет определять текущее местоположение потребителей навигационной информации, их скорость и осуществлять точную координацию времени на поверхности Земли и в околоземном пространстве. К ГНСС относятся спутниковые навигационные системы (СНС) GPS (Global Positioning System) США и ГЛОНАСС России.

На современном этапе развития СНС потребителями навигационной информации являются не только транспортные средства (авиация, флот, автомобильный и железнодорожный транспорт), но и различные министерства и ведомства, органы управления, системы контроля и связи. Поэтому все более и более возрастают требования к их точности, доступности и целостности. Одним из основных параметров, оказывающих существенное влияние на доступность и целостность, является помехоустойчивость этих систем в целом и помехоустойчивость их отдельных элементов: подсистем контроля и управления, подсистем космических аппаратов навигационной аппаратуры пользователей (рис. 1).

В последнее время все чаще стали появляться высказывания [1], что СНС не удовлетворяют современным требованиям военных и гражданских потребителей в силу их недостаточной боевой устойчивости и подверженности влиянию помех (вероятный «противник», обладающий достаточным потенциалом, может сорвать применение GPS военными потребителями). К примеру, в Югославии против GPS применялись передатчики помех «Кашинова». Это были прицельные по частоте гармонические помехи с частотой, сдвинутой от несущей GPS на величину тактовой частоты C/A кода. Такие помехи при перемножении в корреляторе с репликой (ожидаемым сигналом) формируют биения с частотой, равной тактовой частоте кода, и приемник начинает следить не за полезным сигналом, а за этими биениями. После неудач в Югославии США ввели в стандарт для военных приемников помехоустойчивость 90 дБ вместо 54 дБ. При этом повышение помехоустойчивости достигается не за счет совершенствования приемников, а с помощью их защиты от помех фазированной антенной решеткой (ФАР), которая формирует провалы в диаграмме направленности антенны

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС И GPS

*А. С. Селиверстов, начальник отдела ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 322 1060*

в направлении на источники помех. Одновременно США начали исследования по разработке более помехоустойчивых сигналов. Это так называемые М-сигналы – сочетание одного из

что подверженности помехам типа югославских – органическое свойство (недостаток) кодового разделения сигналов, когда все они излучаются на одной частоте, но с разными ко-



Рис. 1. Структура СНС

видов меандровой манипуляции несущей «Binary Offset Carrier» (BOC) с закрытым для несанкционированных потребителей Y-кодом (рис. 2).

Однако элементарная логика показывает, что никакие М-сигналы не смогут защитить военных потребителей от прицельных по частоте гармонических помех, генерирующих биения на тактовой частоте кода в кор-

дами. Выбрать нужный сигнал из их множества на входе приемника можно только с помощью коррелятора, а он будет следить за срывающимися сопровождением биениями. Другими словами, это неустранимый недостаток кодового разделения (CDMA – Code Division Multiple Access).

Влияние помех на аппаратуру потребителей СРНС подробно изложено

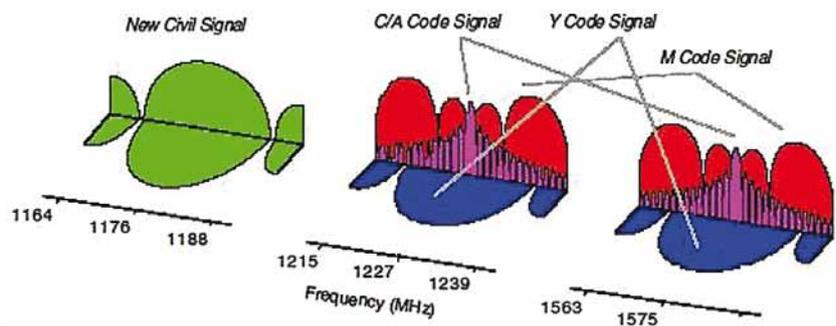


Рис. 2. М-коды

реляторе. Для C/A-кода этот сдвиг равен 1,023 МГц, а для М-сигналов – 10,23 МГц. Следует констатировать,

в [2], где в качестве критерия подавления помехами принято равенство мощности помех на входе приемни-

ка и его собственных шумов. Исходя из этого подхода, следует, что передатчик гармонических помех мощностью 100 Вт сорвет сопровождение как по С/А, так и по М-коду на дальности 80 км. Известны другие оценки эффективности передатчика помех, генерирующего в корреляторе приемника биения с тактовой частотой кода. Например, д-р техн. наук проф. В.В. Кашинов утверждает, что срыв сопровождения при кодовом разделении сигналов GPS наступает на дальности 20 км при мощности передатчика помех 1 Вт [3]. Эти оценки излишне осторожны. Истина лежит где-то между 10 Вт и 100 Вт (80 и 100 км).

Есть две причины, подтверждающие излишнюю осторожность получаемых оценок:

1. Коррелятор, перемножая входной сигнал с ожидаемым (репликой), рандомизирует (дополнительно) собственные шумы, превращая их в псевдошум, ширина спектра которого превышает полосу частот сквозного радиотракта. Этот дополнительно рандомизированный шум далее сглаживается в следящих контурах за несущей (ССН) и за задержкой (ССЗ). В результате эффективная мощность собственных шумов становится меньше мощности входных. Соответственно необходимо уменьшить и мощность помех в принятом нами критерии подавления (срыва сопровождения).

2. В кодах достаточно большой длительности, например P(Y) кодах, присутствует несколько десятков символов одного и того же знака. На интервалах постоянства этих знаков ССЗ не работает, поскольку ее дискриминатор не формирует управляющих сигналов. В то же время коррелятор генерирует биения с тактовой частотой кода, за которым и начинает следить приемник.

Следует иметь в виду, что никакое устранение узкополосных помех за счет их рандомизации в корреляторе с последующим подавлением узкополосными фильтрами не работает, поскольку коррелятор до подавления рандомизированных помех уже сформировал биения с тактовой частотой кода. Таким образом, М-коды не оправдали надежд США на исключительную помехоустойчивость.

Считается, что одним из вариантов альтернативы GPS может быть ретрансляция сигналов GPS низко-

орбитными спутниками связи «Иридиум». После его изучения стало ясно, что и это пока не альтернатива GPS. Дело в том, что спутники «Иридиум» ретранслируют сигналы лишь в диапазоне голосовой связи (несколько килогерц). Для ретрансляции М-сигналов GPS требуется полоса частот 24 МГц.

Единственно надежным вариантом повышения помехоустойчивости GPS является увеличение мощности передатчика. В планах США «КА Block-IIIВ» имеет в 5 раз большую мощность, а «Block-IIIС» – в 100 раз (но это всего 20 дБ в помехоустойчивости).

Частотное разделение сигналов СНС «ГЛОНАСС» (FDMA-Frequency Division Multiple Access) не требует применения коррелятора по коду. Однако, к сожалению, все выпускаемые приемники (как в РФ, так и за рубежом) слепо копируют структуру приемников GPS. В них есть кодовый коррелятор, который для разделения таких сигналов не нужен. Классические преобразователи частоты во временной области требуют перемножения сигналов входного и гетеродинного, и, если во входном сигнале будет прицельная гармоническая помеха (по типу югославского варианта), то в смесителе также образуются биения.

Все спутники СНС ГЛОНАСС излучают сигналы с одним и тем же дальномерным псевдослучайным кодом, каждый на своей литерной частоте, и для выделения нужного сигнала нужен не коррелятор, а банк литерных преобразователей частоты [4]. Современные тенденции разработки программных приемников все чаще используют методы обработки сигналов в частотной области. Эти методы позволяют реализовать преобразование частоты без перемножения сигналов простым сдвигом спектра входного сигнала по шкале частот на заданную величину вверх или вниз (сумма или разность частот входного и гетеродинного сигналов).

Экспериментальные исследования, проведенные в ОАО «ГНИНГИ», показали феноменальные результаты – практически полное подавление внутриполосных помех и шумов [5]. К примеру, применение способа спектрального подавления помех и шумов в спутниковой навигационной системе ГЛОНАСС с частотным разделением сигналов позволяет обеспечить

практическую неуязвимость приемной аппаратуры к любым помехам. Для подавления сигналов ГЛОНАСС на дальностях 1,6 км требуется 14 передатчиков помех, мощностью по 1 мегаватту каждый.

ВЫВОДЫ

1. Гармонические помехи с частотой, сдвинутой от несущей частоты сигнала на величину тактовой частоты кода, генерируют в корреляторе биения с тактовой частотой кода, за которыми начинает следить приемник вместо полезного сигнала.

2. Подверженность влиянию таких помех объясняется необходимостью формирования корреляции входного сигнала с репликой (ожидаемым сигналом). Это принципиальный недостаток кодового разделения навигационных радиосигналов. М-код подвержен этим помехам также, как и С/А, только для С/А-кода сдвиг частоты помехи от несущей должен быть 1,023 МГц, а для М-кода – 10,23 МГц. Дальность действия этих помех при мощности передатчика помех 100 Вт составляет 80 км.

3. Избавиться от влияния этих помех позволяет частотное разделение сигналов с программной реализацией сдвигов литерных частот в спектре входного сигнала (программное литерное гетеродинирование).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бубнов А.И.* ВВС США решили искать альтернативу КРНС NAVSTAR // Зарубежное военное обозрение. – 2010. – №3. – 74 с.
2. *Кинкулькин И.Е., Трошин П.В.* Оценка уязвимости аппаратуры потребителя спутниковых радионавигационных систем при воздействии внутриполосных помех. – Доклад на конфер. «Тенденция и гармонизация радионавигационного обеспечения» / Межгосударственный Совет «Радионавигация». – М.: НТЦ «Интернавигация», РОИН, 2008.
3. *Кашинов В.В.* Антиоружие третьей мировой войны // Комсомольская правда – 2010. – 10 ноября.
4. *Дубинко Ю.С., Селиверстов А.С.* Инновационные разработки ГНИНГИ по улучшению тактико-технических характеристик спутниковой навигационной системы. – Тр. VII Росс. науч.-техн. конфер. «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности», 2011, СПб., с.69–73.
5. *Дубинко Ю.С.* Способ спектрального подавления внутриполосных помех и шумов. Заявка на патентование, зарегистрирована ФИПС за №2012109531 от 13.03 2012. ■

Стремление сэкономить на научных исследованиях является нашей национальной особенностью.

Практически в каждом номере любого судостроительного журнала публикуются обзорные материалы, посвященные катерам или моторным яхтам мировых производителей. Для автора этой статьи приведенные названия престижных брендов – не более чем составляющая часть перечня клиентов, прибегающих к помощи ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова как к исследовательскому центру для проведения модельных испытаний. К сожалению, в этом списке почти нет российских производителей. Именно это обстоятельство послужило причиной написания данной статьи, обращенной прежде всего к отечественным производителям катеров и моторных яхт, а их в России становится все больше и больше, в том числе и вдалеке от столиц.

Научно-технический прогресс пришел в катеростроение много лет назад. Постоянно улучшаются обводы корпуса, применяются новые материалы, совершенствуются двигатели, предлагаются новые типы движителей. Неуклонно возрастают требования к скоростным и мореходным качествам, к условиям обитания, экономичности, маневренности и управляемости. То, что считалось вполне приемлемым и даже хорошим 10–15 лет назад, перестает удовлетворять возросшим требованиям взыскательных судовладельцев. Поэтому конструкторам и строителям катеров, чтобы удерживать свои позиции на рынке в условиях жесткой конкуренции, приходится постоянно совершенствовать свои творения.

При проектировании катера или моторной яхты ключевыми моментами являются дизайн, интерьер и эргономика. Затем у конструктора возникает множество вопросов, касающихся проблем гидродинамики.

– Сможет ли катер преодолеть «горб сопротивления»? Какая мощность двигателя необходима для достижения требуемой скорости? А если скорость и будет достигнута, то не потеряет ли катер устойчивость?

– Будут ли обводы корпуса соответствовать требованиям мореходности? Какие будут вертикальные перегрузки на волнении? Не будут ли волны заливать палубу?

– Какой движитель более предпочтителен: угловая колонка, IPS, водомет или частично-погруженный гребной винт (ЧПВ)? Если ЧПВ, то какой лучше выбрать привод: Арнесона, «Тримакс» или какой-то другой?

– Какие применить обводы: безреданные или с поперечными реданами? А если с реданами, то сколько лучше ре-

МОДЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАТЕРОВ И МОТОРНЫХ ЯХТ

А.В. Сверчков, канд. техн. наук., ст. науч. сотр., начальник сектора ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова», член секции быстроходных судов Международного комитета опытовых бассейнов, контакт. тел. +7 911 716 7998

данов: один или несколько? Как их расположить по длине корпуса? Какая у реданов должна быть высота и форма в плане? Как обеспечить к ним подвод воздуха?

– Нужны ли интерцепторы или транцевые плиты? А если интерцепторы, то управляемые или нет?

– А может вообще лучше попробовать применить воздушную каверну?

Список вопросов можно продолжать на нескольких страницах.

В России подавляющее большинство конструкторов полагаются в основном на собственный опыт, пытаются использовать какие-то технические решения и новинки, опубликованные в периодической печати или в материалах конференций, а также ноу-хау, рассмотренные на выставках или в рекламных буклетах. Иногда происходит простое заимствование «основы», в качестве которой выступает какой-либо катер зарубежного производства. Однако при всем многообразии новомодных технических решений нельзя не вспомнить народную мудрость, которая гласит: «Не все, что полезно, одинаково полезно всем». Одно и то же техническое решение, хорошо рекомендовавшее себя в определенных условиях, при неправильном использовании может оказаться малоэффективным или даже совершенно бесполезным. Уважающие себя фирмы свои технологические секреты стараются держать в тайне от конкурентов. Большинство авторов пишут о результатах своих исследований так, чтобы их достижениями невозможно было воспользоваться без непосредственного участия самих авторов. А что касается применения искусственной каверны, то по пальцам одной руки можно пересчитать специалистов, которые могут сделать каверну достаточно эффективной.

Конечно, скажет пытливый читатель, все новшества можно проверить и доработать в натурных условиях. Многие зачастую так и делают. Строят катер, поводят испытания, меняют конструкцию, переделывают корпус, снова испытывают. Казалось бы, в этом случае можно получить вполне объективный результат, но есть один нюанс – очень трудно обеспечить абсолютно одинаковые условия испытаний: такую же погоду, постоянную нагрузку катера, одинаковое качество топлива и т. д. Если скорость катера и обороты двигателя совре-

менные приборы определяют достаточно точно, то точно измерить снимаемую с двигателя мощность представляется весьма проблематично.

Можно пойти другим путем: перед строительством серии катеров сделать несколько опытных образцов, применив разные технические решения, и провести соревнование. Победителя запустить в серию. А что делать с проигравшими? Вряд ли кто-то захочет приобрести заведомого аутсайдера. Хотя даже и в этом случае подобные испытания не могут быть абсолютно объективными, поскольку нет полной гарантии, что используемые двигатели выдавали совершенно одинаковую мощность.

Наверняка читателю будет интересно узнать, как обстоят дела в странах с богатыми катеростроительными традициями. За рубежом модельные испытания практически всегда являются неотъемлемой частью проектно-конструкторской работы. Объем и цель этих испытаний зависят главным образом от опыта собственного строительства, от степени новизны проектируемого катера и от количества вновь внедряемых технических решений.

Некоторое представление о том, как иностранные компании проводят гидродинамические испытания моделей катеров и моторных яхт, можно составить по тем исследованиям, которые они заказывают в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. Если раньше проведение испытаний на засекреченном объекте для иностранцев было чем-то из области фантастики, то теперь появилась совершенно уникальная возможность использовать высокоточное оборудование опытовых бассейнов для проверки новых технических решений, направленных на повышения конкурентоспособности своей продукции. Только за последние десять лет в бассейнах ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова были проведены модельные испытания по заказам почти тридцати зарубежных компаний, в основном из Италии. И это не удивительно, поскольку именно итальянцы сейчас являются законодателями мод в катеро- и яхтостроении. Среди них – итальянские фирмы «Rodriquez Engineering S.r.l.», «Atlantis S.p.A.», «Azimut|Benetti S.p.A.», «Monte Carlo Yachts S. p. A.» и др., «Austal Ships Pty Ltd.» и «Henseatic Ltd. – Pari Group» из Австралии, «Ocea Partenaire de Vos Projets» и «Construc-

tions Mecaniques de Normandie (CMN)» из Франции, «Penguin Shipyard International Pte Ltd» и «Singapore Technologies Shipbuilding & Engineering Limited» из Сингапура, компании из Малайзии, Турции, Республики Джибути, Канады, Греции, Шри-Ланки, Украины.

Перечень весьма внушительный, особенно если принять во внимание, что большинство компаний обращались в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова с двумя, тремя и даже четырьмя своими проектами. Иностранцев привлекают сроки и стоимость выполняемых работ, широкие возможности опытовых бассейнов и модельного производства, точность измерительного оборудования, а также опыт и квалификация научных сотрудников и технического персонала.

В нашей стране стремление сэкономить на научных исследованиях свойственно не только строителям катеров и яхт. Это, можно сказать, наша национальная особенность. Поэтому список российских заказчиков выглядит гораздо скромнее: санкт-петербургские проектно-конструкторские бюро «Алмаз», «Редан», «Рикшет», «МТД», московское ПКБ «Штадарт» и рыбинское ПКБ «Еврояхтинг».

В зависимости от цели исследований испытания моделей катеров можно разделить на буксировочные, самоходные, мореходные и маневренные. Гонимые катера дополнительно проходят аэродинамические испытания в аэротрубе.

Для катеров и моторных яхт наиболее востребованными являются буксировочные и самоходные испытания, которые проводятся в крупнейшем в мире опытовом бассейне. Его длина составляет 1324 м, ширина 15 м, глубина 7 м. Одновременно в бассейне могут работать четыре буксировочные тележки. Максимальная скорость движения нескольких буксировочных тележек достигает 20 м/с (72 км/ч). Соответствующие скорости натуральных катеров с учетом масштаба могут быть в 2–4 раза выше. Точность измерительного оборудования настолько высокая, что позволяет уловить разницу в посадке и сопротивлении модели катера, например, даже при изменении высоты кормового интерцептора всего на 1 мм. Погрешность измерения скорости составляет не более 1,0 мм/с. (рис. 1).

С целью уменьшения масштабного эффекта и повышения точности измерений для испытаний глиссирующих катеров изготавливаются модели длиной 3–4 м. Модели океанских моторных суперяхт могут достигать 7–8 м. Материалом для изготовления моделей служат дерево и пенопласт. Корпус обрабатывается пятикоординатным фрезерным станком немецкой фирмы «EEW», имеющим точность обработки поверх-



Рис. 1. Крупнейший в мире опытовый бассейн

ности $\pm 0,2$ мм. Станок может обрабатывать корпуса практически любой степени сложности, используя математическое описание поверхности (рис. 2). Не



Рис. 2. Изготовление модели катера

лишним будет отметить, что для получения достоверных результатов модель должна не только геометрически соответствовать натурному катеру, но и быть гидродинамически гладкой. Поэтому, чтобы получить высокое качество поверхности корпуса, используются автомобильные шпаклевки и глянцевые краски. Для определения площади смоченной поверхности и для наблюдения за характером обтекания корпуса применяется специальная разметка модели (рис. 3). Разметка также позволяет облегчить анализ фото- и видеоматериалов испытаний. Когда на катере предполагается использовать искусственную каверну, то днище модели изготавливается из прозрачного оргстекла.



Рис. 3. Модель 60-футовой моторной яхты

Если обобщить опыт проведения буксировочных и самоходных испытаний, выполненных в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, то можно довольно отчетливо сформулировать те цели и задачи, которые ставили проектанты, заказывая

проведение модельных испытаний. Эти испытания выполнялись для широкого спектра типоразмера судов, начиная с небольших быстроходных катеров длиной 12–14 м и заканчивая гигантскими моторными суперяхтами длиной более 80 м. Как правило, зарубежные заказчики заранее знают, какие обводы корпуса они хотят испытать и какие вариации обводов или отдельных элементов корпуса хотят проверить. (рис. 4 и 5).



Рис. 4. Испытания модели 60-футовой моторной яхты. Скорость – 60 уз



Рис. 5. Испытания модели катера

В общем случае буксировочные испытания моделей глиссирующих катеров проводят для получения кривой сопротивления и определения ходовой посадки. Под ходовой посадкой подразумевают всплытие и дифферент. В ходе этих испытаний также определяют динамическую смоченную поверхность, которую затем используют при пересчете буксировочного сопротивления на натурное судно. Зная буксировочное сопротивление, можно сделать обоснованный выбор мощности двигателей, подобрать редукторы, соответствующие модели водометов или характеристики гребных винтов.

Буксировочные испытания проводят при нескольких водоизмещениях модели, поскольку в процессе проектирования водоизмещение катера постоянно меняется, причем обычно не в сторону уменьшения. Имея кривые сопротивления, в процессе работы над проектом можно заранее предсказать, насколько изменится скорость катера, если, например, установить в салоне тяжеленную мраморную столешницу или если использовать более мощный двигатель. Повышение мощности двигателя влечет за собой не только прирост скорости, но и неминуемое увеличение веса самого двигателя, увеличение веса и габаритов двигателей, увеличение запасов топлива.

Обязательно при каждом водоизмещении варьируется положение центра тяжести по длине. Также в ходе буксировочных испытаний проверяется, не потеряет ли катер продольную устойчивость. На основании этих результатов конструктор получает возможность оптимально расположить оборудование и грузы таким образом, чтобы катер имел минимальное гидродинамическое сопротивление и при этом сохранил устойчивое движение.

Довольно часто в ходе буксировочных испытаний моделей катеров проводится ряд дополнительных исследований:

- сопоставляются разные варианты обводов корпуса. Для этих испытаний изготавливаются несколько моделей либо, если изменения корпуса не очень существенны, переделывают одну и ту же модель;

- проверяют, к чему приведет изменение мощности двигателей;

- проводят сопоставительные испытания модели с различными вариантами движительно-рулевого комплекса;

- подбирают оптимальное положение и количество брызгоотбойников, выбирается их форма. Правильно подобранные брызгоотбойники могут уменьшить сопротивление катера на 3–5%;

- выясняют целесообразность установки транцевых плит и интерцепторов. Определяются их оптимальные параметры, и прогнозируется их эффективность в зависимости от скорости и нагрузки катера;

- для реданных катеров подбирают оптимальные параметры поперечных реданов. В этом случае днище модели за реданами изготавливается из прозрачного оргстекла, через которое можно вести видеосъемку или визуальное наблюдение за тем, как днище покрывается воздухом. На модели можно легко варьировать форму реданов в плане и их положение по длине корпуса;

- для глиссирующих катамаранов варьируют расстояние между корпусами. Определяют эффективность подводного крыла, расположенного между корпусами, подбирается его оптимальное положение и угол атаки;

- в том случае, когда на волнообразование катера наложены жесткие ограничения (например, по условиям размывания берегов), проводят испытания с замером профиля генерируемой волны на некотором удалении от модели. Для измерения профиля волны используют ультразвуковой датчик, установленный на поворотной штанге.

Один из заказчиков проверил три варианта транцевой наделки, которая имела контакт с водой только на режиме разгона катера, и выбрал лучший вариант для выхода на режим глиссирования.

В процессе испытаний нескольких моделей было обнаружено, что они не могут достичь заданной скорости из-за потери продольной устойчивости. И только применение мероприятий по повышению устойчивости позволило им выйти на заданный режим движения. Результаты одной из таких работ так понравились заказчику, что они доложили их на конференции HSMV в 2008 г.

Нередки случаи, когда заказчики, присутствуя на испытаниях или получив итоговые результаты, принимали решение о переделке корпуса или о необходимости каких-либо доработок. Причиной такой переделки может послужить не только недобор скорости, но и, например, слишком большой угол ходового дифферента, который, по мнению проектанта, вызовет дискомфорт владельца при передвижении по палубе.

Хорошо, когда все эти проблемы удастся выявить и устранить на стадии проведения модельных испытаний, а не во время ходовых испытаний уже построенного катера. Главная опасность натурных испытаний заключается в том, что глиссирующий катер при потере устойчивости на скорости 50–60 уз может уйти под воду почти мгновенно, не оставив команде шансов на спасение.

Были случаи, когда заказчики привозили с собой на испытания профессиональных фотографов и потом в свои рекламные проспекты помещали сделанные с одного ракурса фотографии модели и построенного судна. Выглядит весьма впечатляюще. Глядя на такой проспект, невольно проникаешься уважением и доверием к производителю.

Для нескольких заказчиков проводились самоходные испытания моделей глиссирующих катеров, оборудованных водометными движителями, частично погруженными гребными винтами и винтами на наклонных валах.

Для проведения самоходных испытаний внутри модели размещается самоходное оборудование: двигатели, редукторы и винтовые динамометры, позволяющие измерять упор, крутящий момент и скорость вращения. Если на катере предполагается использование гребных винтов, то на модель устанавливаются гребные валы на кронштейнах, подбираются соответствующие модели гребных винтов. Имеющееся оборудование позволяет проводить испытания моделей с одним, двумя и даже с тремя гребными винтами. Стандартным является размер гребных винтов диаметром 200 мм. В случае применения водометов на модель катера устанавливаются модели водометных движителей.

В том случае, если на катере применяется искусственная каверна, то без модельных испытаний обойтись просто невозможно. Только на модели можно де-

тально отработать все элементы профилировки днища, формирующие эффективную каверну. Грамотное применение искусственной каверны позволяет снизить сопротивление глиссирующего катера на 20–25%. При этом энергетические затраты на подачу воздуха в каверну не будут превышать 2–3% мощности главных двигателей. На небольших катерах водоизмещением до 40 т для создания каверны можно использовать выхлопные газы дизелей. Следует учитывать, что каверна – достаточно тонкий инструмент, и, как свидетельствует мировой опыт, проектирование судов на каверне без должного научно-исследовательского сопровождения может закончиться неудачей, как это произошло с австралийской компанией «Oceanfast Ferties», построившей 45-метровый пассажирский катамаран, и с одним из украинских заводчиков, начавшим строительство серии патрульных катеров.

Испытания моделей моторных суперяхт имеют некоторую специфику, поскольку их скорости соответствуют водоизмещающему или переходному режиму движения. Как правило, прежде чем приступить к изготовлению модели, заказчик обращается с просьбой выполнить численную оптимизацию обводов корпуса с использованием разработанной в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова программы ShipWave, позволяющей с достаточной точностью оценить величину волновой составляющей сопротивления, ходовой дифферент и ходовую посадку судна. Сопоставление результатов расчетов дает возможность выбрать оптимальную форму обводов, в частности, оптимизировать геометрию носового гидродинамического бульба, оценить влияние кормового клина или отгиба днища около транца. Был один анекдотичный случай, когда бульб проектировал не гидродинамик, а дизайнер, отвечающий за внешний вид яхты. Форма бульба была им выбрана, исходя исключительно из эстетических соображений: он должен был элегантно выглядеть, когда на него смотрели с носа яхты. И это не единичный случай, когда вопросы гидродинамики разбиваются о стену дизайнерской эстетики. Показателен другой пример. Несмотря на очень сильное брызгообразование одной из яхт, менеджер проекта отказался изменять обводы корпуса или ставить брызгоотбойники, объяснив это тем, что яхта, летящая по водной глади в пелене сверкающих на солнце брызг, будет выглядеть гораздо эффектнее и привлекательнее. После таких объяснений становится понятно, как глубока пропасть, разделяющая «физиков и лириков».

В отличие от глиссирующих катеров на стадии проектирования суперяхты заказчик уже более четко знает диапазон

возможных вариаций водоизмещения и центровок, поэтому объем буксировочных испытаний таких моделей значительно меньше. Вместе с тем проводится ряд дополнительных испытаний с целью выбора рационального расположения выступающих частей: скуловых килей, кронштейнов гребных валов, решеток каналов подруливающих устройств, крыльевых успокоителей качки.

Для выбора оптимального положения скуловых килей проводят испытания методом красок, в результате которого определяют направление предельных линий тока (направление течения воды около корпуса). Зная точное направление линий тока в районе скулы, можно установить скуловые кили так, чтобы они обтекались без отрыва потока, практически без увеличения буксировочного сопротивления корпуса. Зная направление предельных линий тока в носовой части корпуса, можно оптимальным образом развернуть решетки, закрывающие каналы подруливающих устройств.

Лапы кронштейнов гребных валов должны быть установлены строго по потоку. В этом случае снижается их сопротивление и улучшаются условия работы гребных винтов. Для того чтобы установить лапы кронштейнов по потоку, измеряют поле скоростей в месте расположения лап. Такую работу выполняют не всегда, поскольку изготовители движительных комплексов для небольших моторных яхт поставляют их уже в сборе, что исключает возможность поворота лап кронштейнов.

Оптимальный угол установки крыльевых успокоителей качки выбирают путем проведения буксировочных испытаний, в которых этот угол варьируется с небольшим шагом.

Довольно часто проводят самоходные испытания моторных яхт. В результате этих испытаний конструктор получает информацию о взаимодействии гребных винтов с корпусом, что дает возможность подобрать для выбранных двигателей наиболее оптимальные гребные винты. Правильно подобранный гребной винт позволяет существенно сократить расход топлива, увеличить дальность хода без дозаправки.

При движении прямым курсом рули моторной яхты имеют минимальное сопротивление, когда они установлены строго по направлению набегающего потока. Это особенно важно при веерном расположении гребных валов и в случае, когда рули расположены только в верхней части потока, формируемого гребными винтами. Чтобы выбрать оптимальный угол установки рулей проводят испытания по замеру поля скоростей за работающим гребным винтом. Анализ этого поля позволяет назначить начальный угол разворота рулей. Более про-

стой, но менее точный метод выбора начального угла разворота рулей – проведение самоходных испытаний с несколькими дискретными положениями рулей.

Работающий гребной винт является одним из основных источников вибрации корпуса. Постоянный рост требований по обитаемости и, в частности, по вибрациям корпуса привел к тому, что проектированию гребных винтов для моторных яхт сейчас уделяют очень большое внимание. В последние годы на большинстве моторных яхт устанавливают специально спроектированные гребные винты. Для их проектирования в качестве исходной информации используют данные о сопротивлении и коэффициентах взаимодействия гребного винта с корпусом, получаемые в ходе буксировочных и самоходных испытаний, а также поле скоростей, измеренное в диске гребного винта. Специалисты ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова спроектировали гребные винты более чем для десятка проектов моторных яхт известных яхтенных фирм. Мало кто знает, что крупнейшая яхта современности «Eclipse» длиной почти 170 м, принадлежащая одному из наших олигархов, оснащена гребными винтами, спроектированными в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова. И уж раз речь зашла о проектировании гребных винтов, то нельзя не отметить, что более половины современных круизных лайнеров, в том числе крупнейших в мире, оснащены гребными винтами, спроектированными в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова и изготовленными на заводе «Звездочка» в Северодвинске.

По заказу канадской компании были проведены буксировочные испытания моторной суперяхты ледового класса. Эту яхту отличали специальная форма корпуса, усиленные скуловые кили, ледовая защита движительно-рулевого комплекса и, конечно же, гребные винты с ледовым усилением. В ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова для моторных суперяхт высокого ледового класса имеется возможность проводить буксировочные и самоходные испытания в ледовом бассейне. Следует признать, что пока такие испытания никто не заказывал.

Нельзя не отметить положительные тенденции, которые наметились в отечественном яхтостроении. Пару лет назад в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова обратилось проектно-конструкторское бюро «Еврояхтинг», перед которым была поставлена сложная задача спроектировать универсальную моторную яхту длиной 42 м для путешествий как по морю, так и по реке. Сложность заключалась в том, что судно должно было отвечать нескольким противоречивым требованиям. С одной стороны, яхта должна была обладать хорошими мореходными и хо-

довыми качествами, с другой – иметь строгое ограничение по осадке, чтобы иметь возможность проходить мелководные участки рек и каналов. Чтобы удовлетворить поставленные требования, пришлось параллельно решать две оптимизационные задачи: подбирать обводы корпуса, обладающие минимальным гидродинамическим сопротивлением при ограниченной осадке и одновременно силами специалистов отделения прочности оптимизировать конструкцию корпуса для уменьшения его веса. Следует отметить, что подобная оптимизация конструкции корпуса быстроходного судна позволяет уменьшить его вес на 15–30%. Используя результаты проведенных исследований, конструкторы смогли спроектировать моторную яхту, которая по своим ходовым качествам и экономичности значительно превосходила все зарубежные аналоги и при этом могла свободно проходить мелководные участки фарватера. Позже подобная задача по оптимизации конструкции корпуса была успешно решена для моторной яхты, проектируемой итальянской фирмой «Fincantieri» (рис. 6).



Рис. 6. Испытания модели 42-метровой моторной яхты

При принятии решения о целесообразности проведения испытаний модели катера или моторной яхты часто важными вопросами являются стоимость и, особенно, сроки выполнения работ. Для изготовления модели глиссирующего катера и проведения стандартного цикла буксировочных испытаний требуется не более шести-семи недель. Если нужно изготовить самоходную модель моторной яхты и провести буксировочные и самоходные испытания, то срок может увеличиться до восьми–десяти недель, в зависимости от объема выполняемых работ. Финансовые затраты на изготовление самоходной модели 20-метровой моторной яхты и проведение полного цикла буксировочных и самоходных испытаний составляют примерно 1% от стоимости яхты европейского производства. При этом по мере увеличения размеров яхты эта доля будет неуклонно уменьшаться.

Отечественные заказчики, имеющие собственное производство, с целью экономии средств изготавливают модели самостоятельно. Небольшая модель длиной 3–3,5 м может быть привезена для

испытаний даже на багажнике легкового автомобиля.

И в заключение следует еще раз отметить преимущества модельных испытаний в опытовых бассейнах по сравнению с натурными испытаниями в естественных водоемах.

Прежде всего, это возможность проведения испытаний для сопоставления разных вариантов обводов корпуса или для проверки эффективности каких-либо технических решений при абсолютной идентичности условий эксперимента (состояние и температура воды, строго заданный вес модели, требуемое положение центра тяжести):

- высокая точность аппаратуры, позволяющей фиксировать даже незначительные изменения измеряемых параметров;

- возможность проведения испытаний моделей при изменении в широком диапазоне водоизмещений, центровок и оборотов двигателя;

- возможность проведения фото- и видеосъемки, а также визуального наблюдения за работой брызгоотбойников и за характером обтекания корпуса, в том числе и через прозрачное днище модели;

- безопасность для экспериментаторов в случае потери моделью продольной устойчивости и даже при ее «нырянии»;

- возможность оптимизации отдельных элементов корпусов, имеющих сложные обводы, в том числе при применении искусственных каверн;

- в случае обнаружения каких-либо негативных явлений в поведении модели (например, потеря продольной устойчивости) возможность внесения изменений в проект на ранних стадиях проектирования;

- значительная экономия финансовых средств и времени;

- наконец, что особенно важно, возможность проведения испытаний не-

зависимо от погодных условий и времени года.

Круизная яхта – дорогая игрушка, которая уже давно стала символом престижа ее владельца. При этом скорость яхты наряду с дизайном и комфортом становится одним из важнейших престижных показателей. Достижение высокой скорости (сейчас это уже 50, 60 и даже 70 уз) невозможно без профессиональной работы над проектом, в том числе выполнения значительного объема модельных испытаний. Отказ от испытаний может привести к неэффективной работе двигательно-движительного комплекса или различным проблемам при эксплуатации. Эта точка зрения, нормальная для зарубежных яхтенных фирм, к сожалению, все еще чужда большинству российских производителей. Однако становление отечественных брендов без этого невозможно. ■

Фото автора и В.К. Лобанова

IV Всероссийский Съезд судостроителей проводится Научно-техническим обществом судостроителей им. акад. А.Н. Крылова 16 октября 2012 г. в Центральном военно-морском музее и посвящен деятельности НТО за пять лет, а также выборам Президента, членов Центрального правления и Президиума НТО.

Кроме судостроительных предприятий России на съезд приглашены: представители Союза НИО, Минпромторга, Губернатора и Правительства СПб, «ОСК», Военно-Морского Флота, Морского Собрания СПб, Союза промышленников и предпринимателей, Ассоциации судостроительных предприятий СПб и руководителей региональных отделений НТО судостроителей.

Регламент Съезда

№ п/п	Докладчик	Тема доклада	Время
1	Регистрация	—	9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰
2	Поздравления	Ситцев В.М.(первый вице-президент Союза НИО), представитель Минпромторга и другие официальные лица	10 ⁰⁰ - 10 ¹⁵
3	Александров В.Л., президент Международного и Российского НТО судостроителей	Деятельность научно-технического общества судостроителей в 2008–2012 гг. и задачи его развития	10 ¹⁵ - 10 ⁵⁰
4	Шауб П.А., вице-президент НТО судостроителей	Деятельность комитета регионального развития НТО судостроителей	10 ⁵⁰ - 11 ¹⁰
5	Попов В.М., руководитель регионального отделения НТО в Архангельске и Северодвинске	Работа Северного региона НТО судостроителей за 5 лет и его задачи	11 ¹⁰ - 11 ³⁰
6	Акимов А.П., руководитель регионального отделения НТО в г. Чебоксары	Задачи НТО судостроителей Чувашской республики по поддержке памяти А.Н. Крылова	11 ³⁰ - 11 ⁵⁰
Кофе - брейк			11 ⁵⁰ - 12 ³⁰
7	Половинкин В.Н., член Президиума НТО	Работа комитета инновационных проектов НТО судостроителей	12 ³⁰ - 12 ⁵⁰
8	Храмушин В.Н., руководитель регионального отделения НТО на о. Сахалин	Деятельность НТО судостроителей о. Сахалин и его задачи на следующий период	12 ⁵⁰ - 13 ¹⁰
9	Горелик Б.А., член Президиума Главного управления Российского Морского Регистра судоходства	Пути возрождения отечественного гражданского судостроения	13 ¹⁰ - 13 ³⁵
10	Корягин С.И., Калининградский государственный технический университет	Работа Калининградского регионального отделения НТО с учетом политики рыболовства в западном регионе РФ	13 ³⁵ - 13 ⁵⁵
11	Клячко Л.М., руководитель Московского регионального отделения НТО судостроителей	Деятельность НТО судостроителей Москвы и задачи на следующий пятилетний период	13 ⁵⁵ - 14 ¹⁵
12	Борисенко К.П., Проценко Г.В., СПбГМТУ	Подготовка инженеров-судостроителей для судостроительного кластера СПб	14 ¹⁵ - 14 ³⁰
13	Выборы президента Международного и Российского НТО судостроителей, членов Центрального правления и Президиума НТО		14 ³⁰ - 15 ⁰⁰
14	Экскурсия по Центральному военно-морскому музею		15 ⁰⁰ - 17 ⁰⁰
15	Прием делегатов съезда		17 ⁰⁰

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».

Сегодня ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» - многопрофильное научно-исследовательское предприятие, обладающее высоким научно-техническим потенциалом, применяющее современные CALS-технологии.

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.

Продукция судового машиностроения одобрена Морским Регистром РФ, а также может поставляться с сертификатами иностранных классификационных обществ. В 2008 г. получены сертификаты соответствия системы менеджмента качества международному стандарту ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9001, а также имеются необходимые лицензии на разработку различных видов техники.

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.

Основой создания современных судовых управляющих комплексов и автономных систем автоматизации технологических процессов являются их математические модели. Параметры таких моделей и, в частности, характеристики моделей судов зачастую заимствуют из расчетных соотношений и справочного материала, предназначенных для выполнения гидродинамических расчетов. Ряд динамических характеристик объекта, играющих главную роль при решении вопросов автоматизации, может быть определен с недостаточной точностью для корректного управления. Кроме того, в расчетные соотношения приходится вводить много таких параметров, которые не являются определяющими в некотором их комплексе, но каждый из которых влияет на характеристики объекта.

К сожалению, в подавляющем большинстве исследований авторы используют линейные модели объектов, что применительно к неустойчивым на курсе судам не всегда оправданно из-за больших погрешностей.

Представляя судно объектом с передаточной функцией $W(p)$, будем полагать, что переходную функцию (параметры движения на эволюции при отклонении руля судна до постоянного во времени значения) можно аппроксимировать решением линейного дифференциального уравнения. В силу нелинейности объекта (судна), получая различные переходные функции, одновременно будем иметь дело с различными значениями коэффициентов передаточной функции. Для более корректного определения динамики судна необходимо также располагать зависимостью этих коэффициентов от входных или выходных величин.

Динамику речного судна как нелинейного объекта можно представить системой нелинейных дифференциальных уравнений. В дальнейшем будем рассматривать движение судна в координатах, определяющих положение и движение центра тяжести (ЦТ) в диаметральной плоскости (ДП).

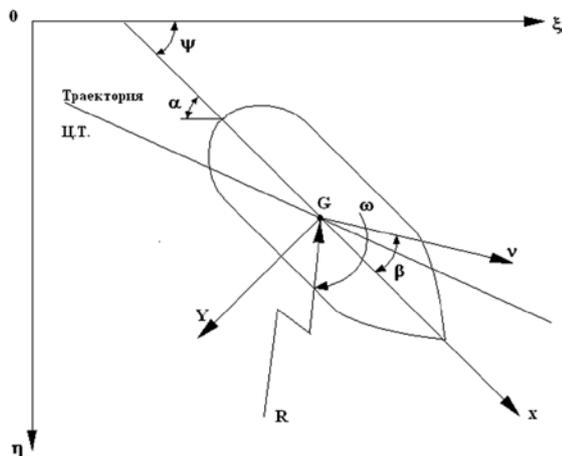


Рис. 1. Движение судна по криволинейной траектории

Согласно рис. 1, такими координатами в связанной системе координат являются: линейная скорость ЦТ v , угол дрейфа β , угловая скорость вращения судна вокруг его ЦТ ω , угол курса ψ ; в неподвижной системе прямоугольных координат – перемещение вдоль первоначального курса 0ξ , перемещение в сторону правого борта 0η .

В зависимости от задачи управления можно использовать любые упомянутые выходные координаты. Входными же будем считать отклонение руля α и внешнее возмущение M_B .

Для речных судов небольшого водоизмещения принято использовать модели А.М. Басина и А.Д. Гофмана. При со-

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОДОИЗМЕЩАЮЩЕГО РЕЧНОГО СУДНА, НЕУСТОЙЧИВОГО НА КУРСЕ

А.В. Садков, аспирант СПбГУВК, инженер-конструктор ЗАО «ЦНИИ СМ», контакт. тел. (812) 640 1064

ставлении модели влиянием крена, дифферента, вертикальных перемещений обычно пренебрегают. Рассматриваются случаи маневрирования с углом дрейфа не более $15-20^\circ$. Тогда с учетом изложенных допущений движение судна при управлении с помощью рулевого устройства в условиях возмущений, приложенных к судну и создающих вращающий момент, в связанной системе координат может быть описано следующей системой дифференциальных уравнений (обводы относительно миделя считаются симметричными):

$$\rho V(1 + K_{11}) \cdot v\beta \frac{d\beta}{dt} - \rho V(1 + K_{22}) \cdot v\beta\omega - \rho V(1 + K_{11}) \frac{dv}{dt} - c_{xк} \frac{\rho}{2} F_D v^2 - c_{xp} \frac{\rho}{2} S_n v^2 \varphi_1^2 + T_x = 0; \quad (1)$$

$$\rho V(1 + K_{22}) \cdot v \frac{d\beta}{dt} - \rho V(1 + K_{11}) \cdot v\omega + \rho V(1 + K_{22}) \cdot \beta \frac{dv}{dt} + (c_{\beta} + c_2 \beta |\beta|) \cdot \frac{\rho}{2} F_D v + c_y^2 \frac{\rho}{2} v F_D \omega L - \mu \left[\alpha - \chi_{п} \left(\beta + \frac{\omega L}{2v} \right) \right] \cdot \frac{\rho}{2} S_n v^2 \varphi_1^2 = 0; \quad (2)$$

$$-J(1 + K_{66}) \frac{d\omega}{dt} + q_n \frac{\rho}{2} v^2 F_D L \beta - q_d \frac{\rho}{2} v F_D L^2 \omega + \mu \frac{L}{2} \left[\alpha - \chi_{п} \left(\beta + \frac{\omega L}{2v} \right) \right] \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \varphi_1^2 S_n + M_B = 0, \quad (3)$$

где V – объемное водоизмещение судна; J – момент инерции массы корабля; K_{11} , K_{22} , K_{66} – коэффициенты присоединенных масс жидкости, соответственно в продольном, поперечном направлениях и при вращении вокруг центра тяжести (ЦТ); c_1 , c_2 – коэффициенты боковой корпусной силы от угла дрейфа; c_y^2 – коэффициент боковой корпусной силы от вращения; F_D – площадь диаметрали; μ – производная коэффициента подъемной силы руля; $\chi_{п}$ – коэффициент скоса потока; S_n – приведенная площадь рулей; q_n , q_d – коэффициенты позиционного и демпфирующего моментов; L – расчетная длина судна; ρ – плотность воды; $c_{xк}$, c_{xp} – коэффициенты сил, действующих на корпус и руль судна в продольном направлении; T_x – упор двигателя; φ_1 – коэффициент влияния корпуса на руль.

Во многих задачах автоматизации судовождения падением скорости при маневрировании можно пренебречь. Возможность такого пренебрежения при эволюционном движении судна показана, в частности, в известных работах А. Ш. Афремова и Р. Я. Першина. Вследствие этого уравнение (1) из системы уравнений (1)–(3) можно исключить.

Уравнения (2) и (3) путем введения величин

$$\Omega = \frac{\omega L}{v}, \quad \tau = \frac{v_0 t}{L}, \quad \theta = \frac{v}{v_0},$$

где v_0 – скорость до маневра, приводятся к безразмерному виду, более удобному для анализа (полагаем $\theta = 1$, $\frac{d\theta}{dt} = 0$):

$$-A_2 \frac{d\beta}{d\tau} + A_1 \Omega = c_1 \beta + c_2 \beta |\beta| - E \left[\alpha - \chi_n \left(\beta + \frac{\Omega}{2} \right) \right]; \quad (4)$$

$$A_3 \frac{d\Omega}{d\tau} = 2(q_n \beta - q_d \Omega) + E \left[\alpha - \chi_n \left(\beta + \frac{\Omega}{2} \right) \right] + F, \quad (5)$$

где $A_1 = \frac{2V(1+K_{11})}{F_d L} - c_y^\Omega$; $A_2 = \frac{2V(1+K_{22})}{F_d L}$; $A_3 = \frac{4J(1+K_{66})}{L^3 \rho F_d}$ – безразмерные коэффициенты; $E = \frac{\mu S_{\text{п}} \Phi_1^2}{F_d}$ – эффективность руля; $F = \frac{4M_B}{\rho v_0^2 F_d L}$ – безразмерное возмущение.

Линеаризация этих уравнений для использования в практических целях может быть выполнена в точке равновесного состояния. Линеаризация уравнений (4) и (5) фактически состоит в замене

$$c_1 \beta + c_2 \beta |\beta| = c_3 \beta, \quad (6)$$

где $c_3 \geq c_1$.

На рис. 2 приведена диаграмма управляемости речного судна, неустойчивого на курсе, из которой видно, что на положение характеристик существенное влияние оказывает мелководье фарватера (характеристики построены для различных отношений H/T , где H – глубина под килем, м, T – осадка судна, м). Из диаграммы видно, что область линеаризации зависит от котангенса угла γ , определяющего наклон касательной к диаграмме управляемости в начале координат. Эта область определяется гидродинамическим «люфтом». Моделирование динамики неустойчивого на курсе судна выполним применительно к модели замкнутой системы со структурной схемой, представленной на рис. 3. Система состоит из нелинейного объекта управления (судна) и простого регулятора с передаточной функцией в цепи обратной связи

$$W(p) = \frac{K_y}{T_p + 1} = \frac{\alpha(p)}{\psi(p)}, \quad (7)$$

где T – постоянная времени регулятора; K_y – коэффициент передачи, подлежащий настройке в зависимости от условий плавания судна.

Выберем значения коэффициентов, входящих в формулы (4), (5) и (7):

$$A_1 = 0,2; A_2 = 0,3; A_3 = 0,3; E = 0,14; \chi_n = 0,5; c_1 = 0,03; c_2 = 0,75; q_n = 0,08; \chi_n = 0,5; q_d = 0,04; T = 1,0; K_y = 0,35; K_p = 0,7.$$

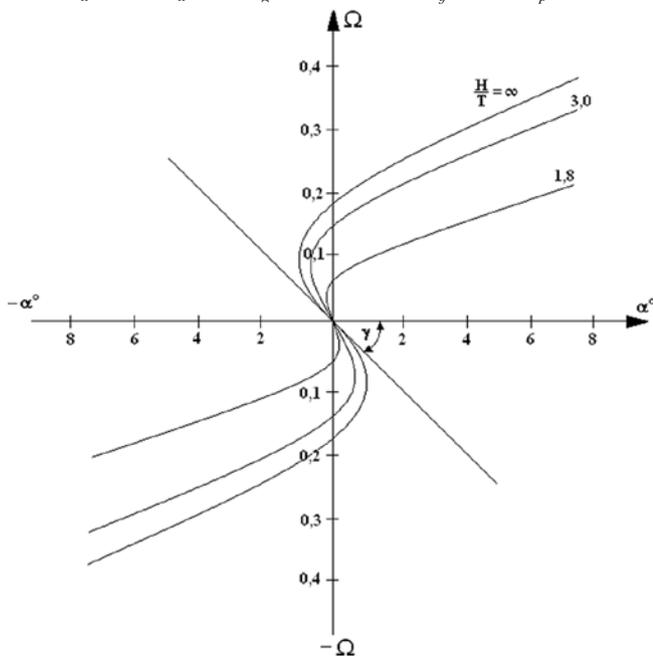


Рис. 2. Диаграмма управляемости судна при различных отношениях H/T

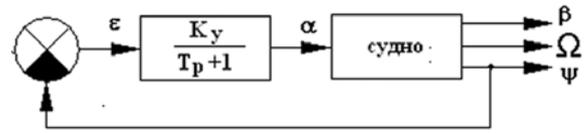


Рис. 3. Структурная схема системы стабилизации курса судна

В соответствии с рис.1 и выражениями (4), (5) и (7) составим систему уравнений, описывающую динамику замкнутой системы управления:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi}{d\tau} &= \Omega; \\ \frac{d\Omega}{d\tau} &= \frac{2(q_n \beta + q_d \Omega) + E \left[\alpha - \chi_n \left(\beta + \frac{\Omega}{2} \right) \right]}{A_3}; \\ \frac{d\beta}{d\tau} &= \frac{A_1 \Omega + E \left[\alpha - \chi_n \left(\beta + \frac{\Omega}{2} \right) \right] - (c_1 \beta + c_2 \beta |\beta|)}{A_2}; \\ \frac{d\alpha}{d\tau} &= -\frac{K_y \psi + \alpha}{T}. \end{aligned} \right\}; \quad (8)$$

Заметим, что для обеспечения устойчивого управления объектом последнее уравнение системы (8) с учетом введенной обратной связи должно быть изменено:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = - (K_y \psi + \alpha + K_p \Omega) / T. \quad (9)$$

Сначала исключим обратную связь по Ω , приняв $K_p = 0$. Положим $K_y = 0,2$ и решим задачу Коши для начальных условий $\beta(\tau=0) = 0$; $\alpha(\tau=0) = 0$; $\psi(\tau=0) = 0,5$; $\Omega(\tau=0) = 0,2$ и для случая $\psi(\tau=0) = 0,1$; $\Omega(\tau=0) = -0,05$. Введем машинные переменные: $\Omega = x(2)$; $\beta = x(3)$; $\alpha = x(4)$; $\psi = x(1)$.

Для моделирования поведения судна на курсе составим файлы sah451.m и sah452.m в кодах вычислительной среды MatLAB:

```
% File 'sah451.m'.
% Моделирование судна с помощью системы нелинейных
% уравнений. Основной файл. Файл - функция 'sah452.m'.
% =====
% Обозначения:
% Угол курса -ksi, x(1)
% Скорость вращения судна вокруг центра тяжести
% (ЦТ) - omega, x(2)
% Угол дрейфа - bet, x(3)
% Угол перекадки руля (град) - alpfa, x(4)
% .....
% Введение глобальных параметров
global A1 A2 A3 E KAPn C1 C2 qn qd Ky Kp T
A1=0.2; A2=0.3; A3=0.3; E=0.14; KAPn=0.5; C1=0.03;
C2=0.75; qn=0.08; qd=0.04; Ky=0.25; T=1.00;
% Задать коэффициент регулятора для предельных циклов:
% Kp=0.00;
% Исследовать переходные процессы при Kp=0.35 и Kp=0.7
% для всех векторов начальных условий, приведенных
% ниже (см. п.п. 1 и 2).
%% Kp=0.35;
%% Kp=0.7;
% Решение нелинейных дифференциальных уравнений с по-
% мощью решателей ODE45 (x0=[x0(1) x0(2) x0(3) x0(4)]).
% =====
% Исследования отдельных режимов:
% 1. Начало процесса вне предельного цикла.Задать
% Kp=0 и вектор t=[0 200].
%% x0=[0.5 0.2 0.1 0];
%% x0=[-0.5 0.25 0.1 0.2];
% 2. Начало процесса внутри предельного цикла.Задать
% Kp=0 и вектор t=[0 200]
%% x0=[-0.1 0.05 0.1 0];
%% x0=[0.0 0.05 0.1 0.0];
t=[0 200];
[t,x]=ode45('sah452',t,x0);
% .....
% Графические построения
plot(x(:,1),x(:,2)),grid
%axis([-0.8 0.8 -0.25 0.25])
```

```

%axis([-0.9 0.9 -0.3 0.3])
% v1=gtext('10с');v2=gtext('20с');v3=gtext('30с');v4=gtext('40с-70с');
% v5=gtext('50с');v6=gtext('60с');v7=gtext('70с');
pause
%subplot(221)
plot3(t,x(:,1),x(:,2)),grid
xlabel('X(1)'), ylabel(' X(2)'), zlabel(' X(3)')
title(' Переходный процесс в нелинейной модели судна')
pause
%subplot(222)
plot(t,x),grid
% Составить выводы по работе.
% File 'sah452.m'
% Нелинейная модель судна.
% Файл-функция. Основной файл 'sah451.m'.
% Использование глобальных параметров:
function f=sah452(t,x);
global A1 A2 A3 E KAPn C1 C2 qn qd Ky Kp T

```

```

f=[x(2);
(2*(qn*x(3)-qd*x(2))+E*(x(4)- ...
KAPn*(x(3)+x(2)./2)))/A3;
(1/A2)*(A1*x(2)+E*(x(4)-KAPn*(x(3)+x(2)./2))- ...
(C1*x(3)+C2*x(3).*abs(x(3)))));
-(Ky*x(1)+x(4)+ Kp*x(2))./T];

```

Для удобства изменения численных значений параметров в файлах использованы глобальные переменные. Интегрирование уравнений выполнено с помощью решателей ode45.m. Уравнения динамики помещены в файле – функции sah452.m.

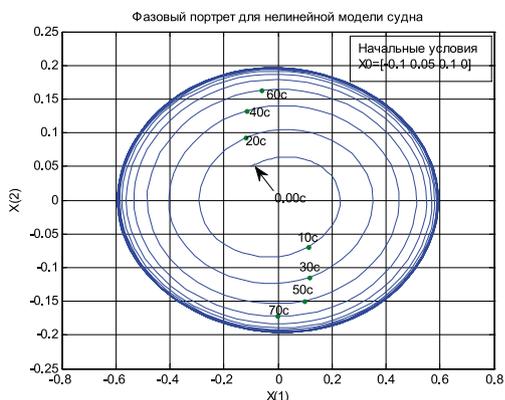


Рис. 4. Моделирование неустойчивого на курсе судна при расположении начальной точки внутри предельного цикла

С помощью приведенных файлов выполнено моделирование поведения неустойчивого на курсе речного судна. Результаты моделирования представлены на рис. 4 и рис.5. Из приведенных фазовых портретов следует, что независимо от начальных условий, рабочая точка на фазовой траектории совершает движение в направлении устойчивого предельного цикла, который является аттрактором (областью притяжения для всех режимов). Параметры аттрактора определяются нелинейностью в уравнениях динамики (8).

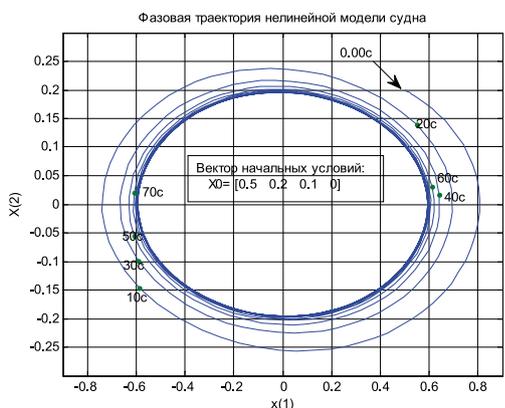


Рис. 5. Моделирование неустойчивого на курсе судна при расположении начальной точки вне предельного цикла

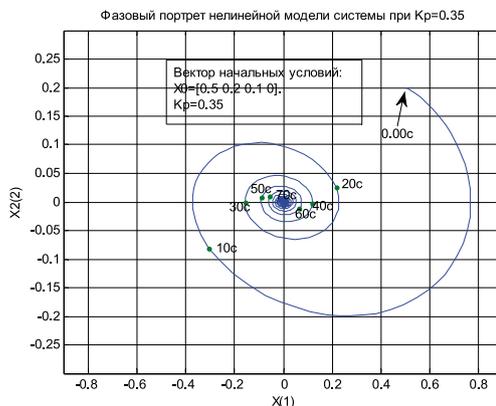


Рис. 6. Переходный процесс в системе управления судном при $K_p = 0,35$

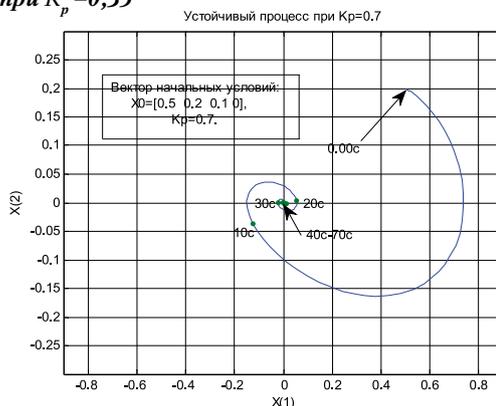


Рис. 7. Фазовый портрет системы управления судном при $K_p = 0,7$

Теперь введем обратную связь по Ω , приняв $K_p \neq 0$. Из приведенных на рис. 6 и рис. 7 фазовых портретов следует, что устойчивость нелинейной системы может быть обеспечена путем введения обратной связи по угловой скорости вращения судна вокруг его ЦТ. Рекомендуемое значение коэффициента обратной связи $K_p = 0,7$ [см. уравнение (9)]. На рис. 8 представлены траектории вектора состояния замкнутой нелинейной системы управления курсом судна при коэффициенте $K_p = 0,7$.

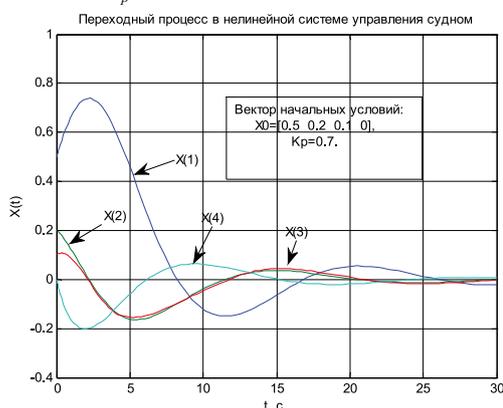


Рис. 8. Переходный процесс в устойчивой нелинейной системе ($K_p = 0,7$)

Переменные состояния изображены здесь как функции времени. Последнее уравнение системы (8) с учетом введенной обратной связи принимает вид (9).

В заключение отметим, что с помощью приведенных файлов sah451.m и sah452.m можно практически определять параметры настройки авторулевого для стабилизации судна на курсе при изменении условий плавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гофман А.Д. Динамика корабля. – СПб.: Изд.СПГУВК, 2003. – 150 с. ■

В настоящее время на рынке перевозок лесных грузов продолжает расти доля экспорта обработанной древесины. Это объясняется тем, что до 2009 г. около 90 % внешнеторговой номенклатуры древесины составляла лесная продукция товарной позиции 4403 ТН ВЭД России – «лесоматериалы необработанные, с удаленной, не удаленной корой или заболонью или грубо брусованные или небрусованные...». В последнее время на необработанную древесину были введены высокие ставки таможенных пошлин и количественные ограничения на вывоз, поэтому данный вид товара экспортировать стало невыгодно, и потоки необработанной древесины резко упали, а возросли товарные потоки пиломатериалов.

Сегодня основные торговые партнеры приморских лесопромышленников – это страны Азиатско-Тихоокеанского региона: Китай, Республика Корея и Япония. Объемы поставок и качество лесоматериалов, поставляемых в данные страны, разительно отличаются.

Такие различия в объемах связаны прежде всего с тем, что Китай как основной внешнеэкономический партнер России в структуре экспортно-импортных торговых операций готов покупать древесину любого сорта и в больших количествах – это объясняется ростом китайской экономики и малочисленностью природных ресурсов, доступных для использования. Экспортные поставки лесоматериалов морем в КНР занимают лидирующие позиции.

Несмотря на незначительное количество (около 3% от общего их числа) аварий, причинами которых послужило смещение груза, технические убытки от этих аварий составляют 20% общего числа [1, 2]. Убытки, понесенные ОАО «Дальневосточное морское пароходство» («ДВМП») только от одного случая смещения пакетированных пиломатериалов на т/х «Синегорск» [3] (в январе 2009 г.) составили сумму невозмещаемой по страхованию франшизы 15 тыс. долл. США, однако сумма страхового покрытия случая Клубом Р&I составила примерно 2 млн. долл. США. Кроме того, ОАО «ДВМП» понесло косвенные убытки: загрязнение водной поверхности пролива Ла-Манш пиломатериалами, необходимость захода судна в порт Саутгемптон для их выгрузки, повторное формирование пакетов и их обратной погрузки, устранение повреждений судна береговыми специалистами под контролем представителя РМРС, вывод судна из тайм-чартера на off hire.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ «СУДНО-УКРУПНЕННАЯ ГРУЗОВАЯ ЕДИНИЦА-ШТАБЕЛЬ ПИЛОМАТЕРИАЛА»

*Т.Е. Маликова, канд. тех. наук, доцент,
Н.М. Аносов, доцент, МГУ им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток,
контакт. тел. +7 423 2401574; +7 914 717 5561*

Анализ аварийности судов с палубным лесным грузом [1, 2] показывает, что основными причинами смещения палубного каравана являются: нарушение требований международных и национальных документов по обеспечению безопасной укладки и крепления груза [4, 5]; неблагоприятная погода на переходе; недооценка различных сил, действующих на судно в рейсе; несоответствующие прочность и количество крепежного материала; формирование и упаковка транспортного пакета, не отвечающие требованиям.

На судне палубные грузы подвергаются влиянию скорости и ускорений в большей мере, чем грузы в трюме или твиндеке. Совместное действие ветра, волнения и инерционных сил может стать причиной смещения палубного груза. Поэтому размещение и крепление груза требуют особого внимания как в отношении способа крепления, так и оборудования, используемого для этого.

Большинство известных способов крепления смещающихся грузов на судах имеют ряд недостатков. И самые важные из них – это трудоемкость крепления, что значительно увеличивает время погрузки судна в порту, и необходимость проверки креплений во время рейса. В Морском государственном университете им. адм. Г.И. Невельского проводятся исследования, связанные с разработкой принципиально новой технологии крепления штабеля пиломатериалов, состоящего из нестандартных пакетов, путем создания из них с использованием специальных устройств укрупненных грузовых единиц. Эти устройства обеспечивают монолитность каравана пиломатериалов при морских и речных перевозках, снижение затрат физического труда при погрузочно-разгрузочных работах, они универсальны, экономичны.

Проектирование новых средств и способов крепления смещающихся

грузов – сложный многоступенчатый процесс с большим неоднородным составом входных и выходных параметров, возможным неоднократным возвратом на начальные ступени расчета. При разработке новых технологий крепления смещающихся грузов выполнялись научные исследования, связанные с разработкой математических моделей. Математическое моделирование и численный эксперимент, заменяя натурный эксперимент, позволили ускорить процесс разработки новых технологий.

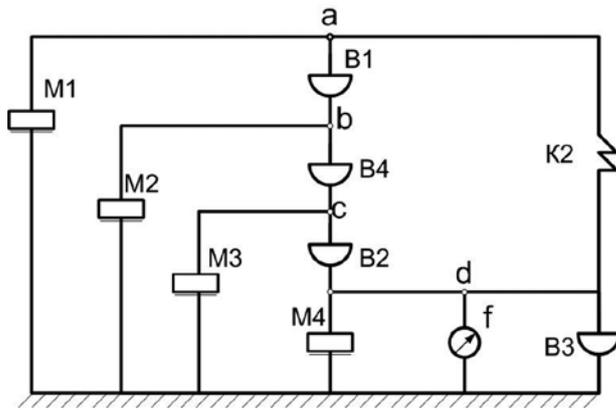
В статье рассматриваются вопросы использования теории графов для построения математических моделей механической системы. В качестве примера ниже приводится построение модели крепления штабеля пиломатериалов на палубе судна.

Обычно графы широко используются как структурные модели многих встречающихся на практике физических систем. В этих системах соединение компонентов между собой осуществляется путем объединения их полюсов, образующих узлы схемы. В зависимости от числа полюсов различают двухполюсные и многополюсные компоненты, которые называют соответственно двухполюсниками и многополюсниками.

Схема с двухполюсными компонентами независимо от ее конкретной физической природы может быть представлена полюсным графом. Между схемой и ее графом имеет место взаимно однозначное соответствие: узлам схемы соответствуют вершины, а двухполюсникам – ребра графа.

Для математического описания состава и структуры физической системы обычно используются два типа соотношений: полюсные уравнения, характеризующие индивидуальные свойства каждой компоненты безотносительно к возможным соединениям с другими компонентами, и уравнения связей, отражающие характер соединений различных компонент в схеме

а)



б)

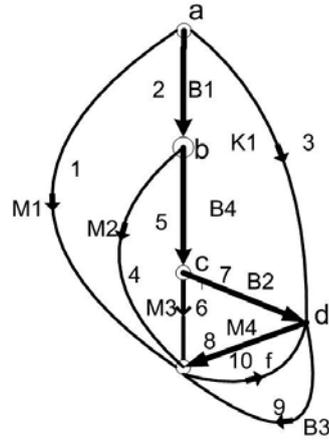


Рис. 1. Механическая цепь и граф модели «судно–УГЕ–штабель»

безотносительно к их индивидуальным свойствам.

Анализ работы нового устройства крепления штабеля пиломатериала был выполнен с помощью математической модели системы «штабель пиломатериала–спецустройство» при произвольных внешних воздействиях. Чтобы построить эту модель сначала была выбрана физическая модель системы. Затем на основании расчетной схемы построена механическая цепь (рис.1, а) штабеля пиломатериалов, закрепленного с помощью спецустройства. На рис. 1, б представлен граф этой цепи. С помощью графа построена математическая модель штабеля пиломатериалов, закрепленного с помощью спецустройства. Выбранное дерево графа выделено на рис. 1, б жирными линиями.

С учетом выбранного дерева графа запишем матрицу фундаментальных контуров М и матрицу отсечений Q:

$$M = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & ! & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & ! & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & ! & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & ! & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & ! & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & ! & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & ! & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & ! & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & ! & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & ! & 1 & 0 & 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Полусные уравнения для этой системы выглядят следующим образом:

$$f_{B_1}(t) = B_1 \frac{dX_{B_1}(t)}{dt}; \quad f_{M_1}(t) = M_1 \frac{d^2 X_{M_1}(t)}{dt^2};$$

$$f_{K_1}(t) = K_1 X_{K_1}(t); \quad f_{B_4}(t) = B_4 \frac{dX_{B_4}(t)}{dt};$$

$$f_{M_2}(t) = M_2 \frac{d^2 X_{M_2}(t)}{dt^2}; \quad f_{B_2}(t) = B_2 \frac{dX_{B_2}(t)}{dt};$$

$$f_{M_3}(t) = M_3 \frac{d^2 X_{M_3}(t)}{dt^2}; \quad f_{M_4}(t) = M_4 \frac{d^2 X_{M_4}(t)}{dt^2};$$

$$f_{B_3}(t) = B_3 \frac{dX_{B_3}(t)}{dt}$$

или в матричном виде $F = W X$.

Из полюсных уравнений и матрицы отсечений запишем математическую модель штабеля пакетов пиломатериалов со спецустройством в виде амортизатора и пружины одновременно:

$$B_1 \frac{dy_1}{dt} + M_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + K_1 y_1 + M_1 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + K_1 y_2 + M_1 \frac{d^2 y_3}{dt^2} + K_1 y_3 + M_1 \frac{d^2 y_4}{dt^2} = 0;$$

$$M_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + K_1 y_1 + (M_1 + M_2) \frac{d^2 y_2}{dt^2} + B_4 \frac{dy_2}{dt} + K_1 y_2 + (M_1 + M_2) \frac{d^2 y_3}{dt^2} + K_1 y_3 + (M_1 + M_2) \frac{d^2 y_4}{dt^2} = 0;$$

$$M_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + K_1 y_1 + (M_1 + M_2) \frac{d^2 y_2}{dt^2} + K_1 y_2 + K_1 y_3 + (M_2 + M_3 + M_4) \frac{d^2 y_3}{dt^2} + B_2 \frac{dy_3}{dt} + (M_1 + M_2 + M_3) \frac{d^2 y_4}{dt^2} = 0;$$

$$M_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + (M_1 + M_2) \frac{d^2 y_2}{dt^2} + (M_1 + M_2 + M_3) \frac{d^2 y_3}{dt^2} + K_1 y_4 + (M_1 + M_2 + M_3 + M_4) \frac{d^2 y_4}{dt^2} + B_3 \frac{dy_4}{dt} + f y_4 = 0.$$

Выполненные исследования, связанные с разработкой математической модели, позволяют проанализировать работу спецустройства при всех возможных режимах нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов Н. М. Анализ и причины аварийности судов. – Сб. докл. 58-й Международ. молодежной науч.-техн. конферен. «Молодежь–Наука–Инновации», 25–26 ноября 2010 г. – В 2-х т. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2010. – Т. 1. – С. 58–52.
2. Москаленко А. Д. Теоретические основы регулирования смещаемости грузов на морских судах / А. Д. Москаленко, Т. Е. Маликова, А. С. Шпак. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2004. – С. 105.
3. Материалы расследования ОАО «ДВМП» аварийных случаев т/х «Синегорск». – Владивосток, ОАО «ДВМП», 2009. – 32 с.
4. Кодекс безопасной практики для судов, перевозящих лесные палубные грузы. Резолюция А. 715 (17) – Сб. кодексов ИМО. – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2006. – С. 108–178.
5. Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения. 4-М, Т. 2.: РД 31.11.21.16–2003: утв. Мин-вом транспорта России 21.04.2003. Ввод. в действие с 24.11.2003. – СПб.: Изд. ЦНИИМФ, 1996. – С. 5–74. ■

Результаты проведенных исследований упругих колебаний корпуса судна, вызванных действием ледовых импульсных нагрузок, изложены в работах [1–3]. Отмечается, что указанные решения получены в линейной постановке задачи без учета сил внешнего трения обшивки о лед или эти силы приняты линейными, т.е. пропорциональными скорости колебательного движения [4]. Природа этих сил окончательно не изучена, но ряд авторов [5–7] относят их к сухому кулонову трению, не зависящему от скорости скольжения и равными $F = \text{const}$. В этом случае сила трения обшивки о лед уже не является линейной и может быть представлена в виде $f(\dot{x}) = \pm F$.

При таком подходе возникает вопрос о величинах сил трения и их зависимости от характеристик ледового покрова (заснеженность, шероховатость, разрушенность, соленость и др.) и внешних факторов (скорость скольжения, удельное давление, температура окружающей среды). По данным работы [5], существенное влияние на коэффициенты статического $f_{ст}$ и динамического $f_{д}$ трений оказывают высота снежного покрова $h_{сн}$ и низкие температуры воздуха (ниже -25°C).

В диапазоне температур $-25 \div -40^\circ\text{C}$ скольжение обшивки о лед приближается по виду к сухому кулонову трению. Коэффициент статического трения при $t = -30^\circ\text{C}$ равен 0,35 [5], динамического – 0,2 [6]. В бесснежных льдах $h_{сн} = 0$ и нулевой температуре воздуха коэффициенты динамического и статического трений соответственно равны: $f_{д} = 0,07$; $f_{ст} = 0,16$. Увеличение высоты снежного покрова до значений $h_{сн}/h_{л} = 0,3 \div 0,4$ приводит к возрастанию динамического коэффициента трения в 3–4 раза, статического – в 5–6 раз.

Указанные значения коэффициентов трения обшивки о лед, их зависимость от внешних факторов во многом определяют характер процесса взаимодействия корпуса со льдом, вероятностные законы распределения случайных ледовых нагрузок и вызванных ими вынужденных упругих колебаний корпуса судна. Прежде всего это отражается на форме, амплитуде и длительности ледовых импульсов. В бесснежных льдах формируются преимущественно импульсы треугольного типа длительностью 0,1–0,3 с. Во льдах, покрытых снегом, форма импульса меняется на «колокольную», а время действия увеличивается до 0,6 с. На рис. 1 представлена последовательность «колокольных» импульсов, действующая на носовую оконечность судна д/э «Обь» при движении в заснеженных крупно-мелкобитых антарктических льдах и зарождающуюся при этом ледовую вибрацию, регистрируемую палубным тензометром.

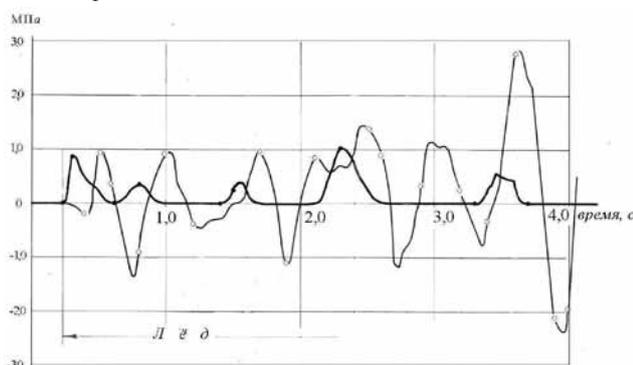


Рис. 1. Движение д/э «Обь» в крупно-мелкобитых антарктических льдах (море Космонавтов) толщиной $h_{л} = 100\text{--}120\text{ см}$, $h_{сн} = 50\text{ см}$ и скорости $U = 3\text{--}4\text{ уз}$:
••• датчик на обшивке (ТО-6) – ледовый импульсный процесс; ooo датчик на верхней палубе (Т-1) – ледовая вибрация

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ КОРПУСА СУДНА ВО ЛЬДАХ С УЧЕТОМ ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ

В.С. Кудишкин, главный специалист ОАО «Гидрорыбфлот»,
контакт. тел. +7 901 304 8432

Для изучения вероятностных характеристик ледовой вибрации был принят спектральный метод [8], позволяющий получить распределение энергии колебаний на различных частотах. Этот метод является универсальным для исследования многомерных систем с бесконечными степенями свободы. Эмпирическая кривая спектральной плотности мощности, рассчитанная для указанного случая ледового воздействия на корпус д/э «Обь», показана на рис. 2.

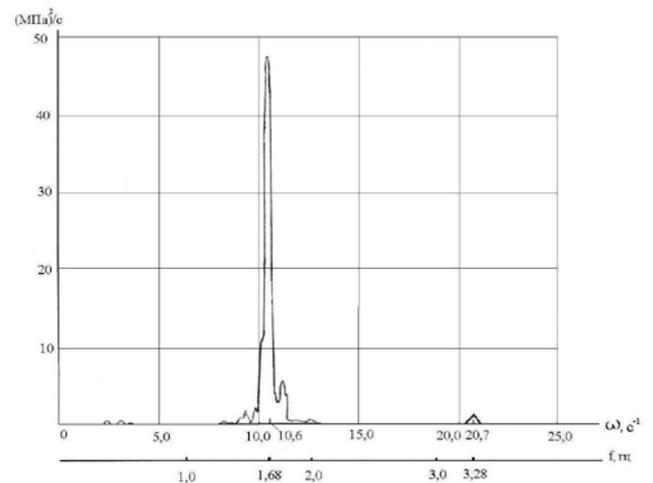


Рис. 2. Эмпирическая кривая спектральной плотности мощности корпуса д/э «Обь», полученная по данным палубного тензометра

Рассмотрим вынужденные упругие колебания корпуса судна как линейной системы с нелинейной силой затухания, на входе которой действует случайное внешнее возмущение $G(x, t)$.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний $w(x, t)$ корпуса судна с учетом сил внутреннего трения в конструкции и внешней силы сопротивления запишем в виде

$$\left(1 + e \frac{\partial}{\partial t}\right) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \left(EJ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right) + F_k + m(x) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = G(x, t), \quad (1)$$

где жесткость $EJ(x)$ и масса $m(x)$ корпуса – заданные функции координаты x вдоль оси судна; ε – коэффициент внутреннего трения; F_k – сила трения обшивки о лед; $G(x, t)$ – некоторая реализация внешнего ледового воздействия.

В уравнении (1) сила сопротивления равна сумме двух составляющих: кулонова трения, не зависящего от скорости колебательного движения и определяемого лишь ее знаком $F_k \sin \dot{w}$, и внутреннего трения в конструкции, пропорционального скорости \dot{w} , т.е.

$$F(\dot{w}) = F_k \sin \dot{w} + \varepsilon \dot{w}. \quad (2)$$

Изменение силы кулонова трения во времени и скорости движения показано на рис. 3.

Поскольку уравнение (1) нелинейное, для его решения можно воспользоваться простым и удобным методом линеаризации, предложенным в [9] для одномерных систем и дающим вполне точный результат для указанного кулонова трения.

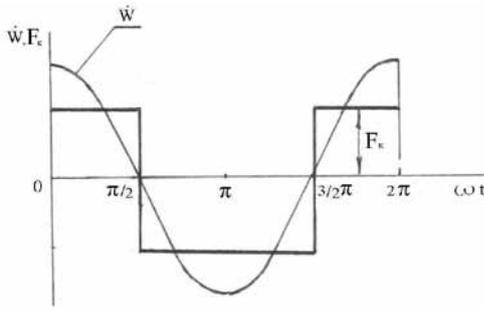


Рис. 3. Изменение силы кулонова трения F_k и скорости движения \dot{W} за один период колебаний

При этом предполагается, что сила затухания невелика по сравнению с силами упругости и инерции, а движение синусоидальное. Суть метода состоит в том, что сила $F_k \text{sign} \dot{w}$ заменяется эквивалентной силой $c_k \dot{w}$ с постоянным коэффициентом c_k и затем определяется «эквивалентный коэффициент» c_k при условии равенства работ сил сопротивления, вызванных F_k и эквивалентной силой $c_k \dot{w}$ при синусоидальном движении:

$$w(x, t) = w_0 \sin \omega t. \quad (3)$$

Работа, совершаемая за один период эквивалентной силой сопротивления, $c_k \dot{w}$ равна $\pi c_k w_0^2 \omega$. Для вычисления работы F_k имеем

$$\int_0^T F_k \dot{w} dt = w_0 \int_0^{2\pi} F_k \cos \omega t d(\omega t). \quad (4)$$

Как видно из рис. 3, этот интеграл равен $4 F_k$. Из равенства работ следует, что

$$c_k = \frac{4 F_k}{\pi \omega w_0}. \quad (5)$$

Можно заключить, что «эквивалентный коэффициент» уже зависит от частоты и амплитуды колебаний.

Представим $G(x, t)$ в виде дискретной последовательности ледовых импульсов амплитуды a_j заданной формы ξ различной длительности τ , действующих в случайные районы борта с координатами x_j . Запишем $G(x, t)$ в виде дельта-функций Дирака, равных нулю всюду, кроме точек $x = x_j$ и $t = t_j$:

$$G(x, t) = \sum_{j=1}^n a_j \xi(t - t_j) \delta(x - x_j), \quad (6)$$

где $\xi(t - t_j)$ – единичный импульс.

Предположим, что силы сопротивления невелики, частоты и формы свободных колебаний балки мало отличаются от частот и форм той же балки без затухания, причем

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EJ \frac{d^2 v_n}{dx^2} \right) - \omega_n^2 m(x) v_n = 0, \quad (7)$$

где ω_n и v_n – частоты и формы свободных колебаний, определенные любым известным способом.

Тогда каждое слагаемое из суммы (6) может быть разложено в ряд по формам свободных колебаний.

Разделив правую часть уравнения (1) на $m(x)$ и предположив, что ряд сходится, получим

$$\sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j^k \xi(t - t_j) \delta(x - x_j) = \sum_{h=1}^{\infty} Q_n(t) v_n(x). \quad (8)$$

Используя свойства ортогональности форм свободных колебаний и свойство свертки дельта-функции, найдем коэффициенты этого ряда

$$Q_n(t) = \frac{\sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j^k \xi(t - t_j) v_n(x_j)}{\int_0^L v_n^2(x) dx}. \quad (9)$$

Общее решение неоднородного уравнения (1) состоит из решения однородного уравнения без правой части и частного решения неоднородного уравнения с правой частью в виде последовательности случайных импульсов. Вследствие стационарности задачи решение однородного уравнения не

рассматриваем. Решение неоднородного уравнения ищем в виде ряда

$$w(x, t) = \sum_{h=1}^{\infty} \varphi_n(t) v_n(x). \quad (10)$$

Подставляя выражение (10) в уравнение (1), разделив обе его части на $m(x) \neq 0$ и учитывая условие (7), получим линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка для определения неизвестной функции $\varphi_n(t)$:

$$\varphi_n + (c_n^n + \varepsilon \omega_n^2) \dot{\varphi}_n + \omega_n^2 \varphi_n = \alpha \sum_{j=1}^n a_j^k \xi(t - t_j) v_n(x_j), \quad (11)$$

где $\alpha^{-1} = \int_0^L m(x) v_n^2(x) dx$ – приведенная масса. (12)

Таким образом, исходное уравнение (1) в частных производных сведено к счетному множеству линейных уравнений (11) с одной степенью свободы.

На каждую систему с индексом n действует совокупность одинаковых по форме импульсов с заданными вероятностными характеристиками и весовым множителем, зависящим от номера рассматриваемой формы колебаний. Коэффициент затухания c_n^n также соответствует определенной форме колебаний.

Определим спектральную плотность внешнего ледового воздействия как среднее по множеству k и по времени T при $T \rightarrow \infty$ преобразования Фурье функции, описывающей последовательность импульсов [10]:

$$G_n(\omega) = \frac{1}{\pi} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} M \{ |S^k(\omega)|^2 \}, \quad (13)$$

где $S^k(\omega) = \alpha \int_0^T \left[\sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j^k \xi(t - t_j) v_n(x_j) \right] e^{i\omega t} dt$. (14)

Переменив порядок операций суммирования и интегрирования и произведя замену переменных, получим

$$S^k(\omega) = \alpha_n A(\omega) \sum_{j=1}^n a_j^k \cdot v_n(x_j) e^{-i\omega t_j}, \quad (15)$$

где $A(\omega) = \int_0^{\infty} \xi(t) e^{-i\omega t} dt$ (16)

– спектральная плотность единичного импульса.

Умножая $S^k(\omega)$ на сопряженную величину и обозначая $\lambda = T^{-1}$ среднее число импульсов за единицу времени, получаем

$$G_n(\omega) = \frac{\alpha_n^2 \lambda}{\pi} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \times \quad (17)$$

$$\times M \left\{ |A(\omega)|^2 \sum_{j=1}^n \sum_{\ell=1}^n a_j^k a_{\ell}^k v_n(x_j) v_n(x_{\ell}) e^{-i\omega(t_j - t_{\ell})} \right\}.$$

Ограничимся рассмотрением такого импульсного воздействия, у которого вероятностные характеристики импульсов a_j не зависят от его номера, а вероятностные характеристики совокупности импульсов зависят только от взаимного расположения их номеров.

Выделяя в двойной сумме (17) члены $j = \ell$ и учитывая, что среднее суммы равно сумме средних от слагаемых, получаем

$$\sum_{m=\ell}^n M \left\{ [a_n^k]^2 [v_n(x)]^2 \right\} + \quad (18)$$

$$+ \sum_{j=1}^n \sum_{\ell=1}^n M \left\{ a_j^k a_{\ell}^k v_n(x_j) v_n(x_{\ell}) e^{-i\omega(t_j - t_{\ell})} \right\}.$$

Замечая, что корреляционная матрица, составленная из коэффициентов двойной суммы, симметрична относительно главной диагонали, и вводя $m = j - \ell$, приведем ее к виду

$$\sum_{j=1}^n \sum_{\ell=1}^n M \left\{ a_j^k a_{\ell}^k v_n(x_j) v_n(x_{\ell}) e^{-i\omega(t_j - t_{\ell})} \right\} = \quad (19)$$

$$= \sum_{m=-(n-1)}^{n-1} M \left\{ (n-m) a_{\ell+m}^k a_{\ell}^k v_n(x_{\ell+m}) v_n(x_{\ell}) e^{-i\omega(t_{\ell+m} - t_{\ell})} \right\}.$$

Экспоненциальный множитель в этом выражении можно преобразовать к виду

$$e^{-i\omega(t_{\ell+m} - t_{\ell})} = \prod_{i=1}^m e^{-i\omega T_i}, \quad (20)$$

где T_i – последовательность интервалов между импульсами на промежутке $t_k - t_\ell = t_{k+m} - t_\ell$.

Поскольку интервалы T_i независимы, независимы и величины $e^{-i\omega T_i}$, поэтому среднее по произведению (20) равно произведению средних сомножителей

$$M \left[\prod_{i=1}^m e^{-i\omega T_i} \right] = \prod_{i=1}^m M(e^{-i\omega T_i}). \quad (21)$$

Последовательность T_i задана плотностью распределения интервалов $\mu(T)$. Введем характеристическую функцию $\chi(\omega)$ как преобразование Фурье плотности вероятности $\mu(T)$:

$$\chi(\omega) = a(\omega) + ib(\omega) = \int_0^\infty \mu(T) e^{-i\omega T} dT. \quad (22)$$

Из выражения (21) следует, что характеристическая функция представляет собой среднее значение $e^{-i\omega T_i}$.

Выполнив осреднение по множеству произведения (20) и перейдя к пределу, получаем

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \prod_{i=1}^m M(e^{-i\omega T_i}) = [\chi(\omega)]^m = \frac{\chi(\omega)}{1 + \chi(\omega)}. \quad (23)$$

При $\omega = 0$ сумма (23) расходится и может быть дополнена дельта-функцией $\lambda A^2(0) \delta(\omega)$.

Складывая комплексно-сопряженные величины в выражении (23), получаем удвоенную действительную часть комплексного числа $\chi(\omega)$.

Тогда спектральная плотность импульсного процесса запишется в виде

$$G_n(\omega) = \frac{\alpha_n^2 \lambda}{\pi} |A(\omega)|^2 \times \left\{ \gamma_n \bar{a}^2 - g_n^2(\bar{a})^2 + g_n^2(\bar{a})^2 \left[2 \operatorname{Re} \left(\frac{\chi(\omega)}{1 + \chi(\omega)} \right) + \lambda A^2(0) \delta(\omega) \right] \right\}, \quad (24)$$

где $\bar{a} = \int_0^\infty a f(a) da$; $g_n = \int_0^L v_n(x) \rho(x) dx$; $\gamma_n = \int_0^L v_n^2(x) \rho(x) dx$.

Здесь $f(a)$ – плотность вероятности амплитуды импульса, $\rho(x)$ – плотность вероятности попадания импульса в точку с координатами $x = x$.

Частота появления ледовых импульсов λ на носовой оконечности судна подчиняется закону распределения Пуассона [11], тогда распределение интервалов между импульсами запишется в виде

$$\mu(T) = \lambda e^{-\lambda T}, \quad (25)$$

а характеристическая функция будет равна

$$\chi(\omega) = \lambda \int_0^\infty e^{-(\lambda + i\omega)T} dT = \frac{\lambda}{\lambda + i\omega}. \quad (26)$$

Подставляя (26) в (24), получаем для действительной части

$$2 \operatorname{Re} \left(\frac{\chi(\omega)}{1 + \chi(\omega)} \right) = 2 \operatorname{Re} \left(\frac{\lambda}{2\lambda + i\omega} \right) = \frac{1}{1 + 2 \frac{\sin \omega \tau_0}{\omega T_1} \cdot \left(\frac{\sin \omega \tau_0}{\frac{\omega T_1}{2}} \right)^2}. \quad (27)$$

где $T_1 = T - \tau_0$.

При $\tau_0 \ll T_1$ спектральная плотность

$$G_n(\omega) = \frac{1}{\pi} |A(\omega)|^2 \left\{ (\lambda \alpha_n)^2 (\bar{a})^2 g_n^2 \delta(\omega) + (\alpha_n \bar{a})^2 \gamma_n \lambda \right\}. \quad (28)$$

Формула (28) справедлива для горизонтальной продольной и вертикальной компонент ледового импульса $\bar{a}_y, \bar{a}_z \neq 0$. По условию симметрии бортов судна среднее значение горизонтальной компоненты $\bar{a}_x = 0$, тогда выражение для спектральной плотности (24) упрощается к виду

$$G_{yy} = (\alpha_n \bar{a}_y)^2 \frac{\gamma_n \lambda}{\pi} |A(\omega)|^2. \quad (29)$$

Таким образом, непрерывный спектр аperiodической последовательности импульсов с точностью до постоянного множителя совпадает со спектром единичного импульса.

Аппроксимирующие функции $\xi(t)$ для треугольного и «колокольного» единичных импульсов соответственно имеют вид

$$\xi(t) \begin{cases} 0, & \frac{\tau_0}{2} < t < \frac{\tau_0}{2}; \\ 1 + \left(\frac{2t}{\tau_0} \right), & -\frac{\tau_0}{2} < t < 0; \\ \left(1 - \frac{\tau_0}{2} \right), & 0 < t < \frac{\tau_0}{2}; \end{cases} \quad (30)$$

$$\xi(t) = e^{-\frac{t^2}{\tau_0^2}}. \quad (31)$$

Их спектральные плотности определяются по формуле (16)

$$A(\omega) = \int_{-\frac{\tau_0}{2}}^0 \left(1 + \frac{2t}{\tau_0} \right) e^{-i\omega t} dt + \int_0^{\frac{\tau_0}{2}} \left(1 - \frac{2t}{\tau_0} \right) e^{-i\omega t} dt = \tau_0 \frac{1 - \cos \omega \frac{\tau_0}{2}}{\left(\omega \frac{\tau_0}{2} \right)^2}; \quad (32)$$

$$A(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{\tau_0^2}} e^{-i\omega t} dt = \tau_0 \sqrt{\pi} e^{-\frac{\omega^2 \tau_0^2}{4}}. \quad (33)$$

Используя эти формулы и принимая во внимание только z и y компоненты импульса, выражение спектральной плотности последовательности треугольных импульсов для n -формы колебаний запишем в виде

$$G_{nz} = \frac{4\tau_0^2 \sin^4 \omega \frac{\tau_0}{2}}{\pi \left(\omega \frac{\tau_0}{2} \right)^4} \left\{ (\lambda \alpha_n)^2 (\bar{a}_z)^2 g_n^2 \delta(\omega) + (\alpha_n \bar{a}_z)^2 \gamma_n \lambda \right\}; \quad (34)$$

$$G_{ny} = \frac{4\lambda \alpha_n^2 \gamma_n \tau_0^2}{\pi} \frac{\sin^4 \omega \frac{\tau_0}{2}}{\left(\omega \frac{\tau_0}{2} \right)^4} \bar{a}_y^2. \quad (35)$$

Аналогично для «колокольных» импульсов получим

$$G_{nz} = \tau_0^2 e^{-\frac{\omega^2 \tau_0^2}{2}} \left\{ (\lambda \alpha_n)^2 (\bar{a})^2 g_n^2 \delta(\omega) + (\alpha_n \bar{a}_z)^2 \gamma_n \lambda \right\}; \quad (36)$$

$$G_{ny} = \bar{a}_y^2 \tau_0^2 \lambda \cdot \alpha_n^2 \gamma_n e^{-\frac{\omega^2 \tau_0^2}{2}}. \quad (37)$$

Спектральную плотность вынужденных упругих колебаний корпуса судна определим по известному соотношению

$$W_{zz}(\omega) = \sum_{n=1}^{\infty} G_n(\omega) \left| \Phi_n(i\omega) \right|^2, \quad (38)$$

где $\Phi_n(i\omega) = \frac{1}{\omega_n^2 - \omega^2 + i(c_n^n + \varepsilon \omega_n^2)\omega}$ – частотная характеристика одномерной линейной системы с индексом n .

Подставляя (34) и (35) в формулу (38) и полагая колебания независимыми, получаем искомые выражения функции $w_{zz}(\omega)$ поперечных вертикальных и $w_{yy}(\omega)$ – горизонтальных упругих колебаний корпуса судна.

Для треугольных импульсов

$$w_{zz}(\omega) = \frac{4\lambda \tau_0^2 \sin^4 \omega \frac{\tau_0}{2}}{\left(\omega \frac{\tau_0}{2} \right)^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n^2}{(\omega_n - \omega)^2 + (c_n^n + \varepsilon \omega_n^2)^2 \omega^2} \times \left\{ \lambda (\bar{a}_z)^2 g_n^2 \delta(\omega) + \gamma_n \bar{a}_z^2 \right\}; \quad (39)$$

$$w_{yy}(\omega) = \frac{4\lambda \tau_0^2 \bar{a}_y^2 \sin^4 \omega \frac{\tau_0}{2}}{\pi \left(\omega \frac{\tau_0}{2} \right)^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\gamma_n \alpha_n^2}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (c_n^n + \varepsilon \omega_n^2)^2 \omega^2}. \quad (40)$$

Для импульсов «колокольной» формы

$$w_{zz}(\omega) = \lambda \tau_0^2 e^{-\frac{\omega^2 \tau_0^2}{2}} \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n^2}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (c_n^n + \varepsilon \omega_n^2)^2 \omega^2} \left(\lambda (\bar{a}_z)^2 g_n^2 \delta(\omega) + \gamma_n \bar{a}_n^2 \right); \quad (41)$$

$$w_{yy}(\omega) = \lambda \tau_0^2 \bar{a}_y^2 e^{-\frac{\omega^2 \tau_0^2}{2}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\gamma_n \alpha_n^2}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (c_n^n + \varepsilon \omega_n^2)^2 \omega^2}. \quad (42)$$

Формулу спектральной плотности продольных колебаний $w_{xx}(\omega)$ получаем простой заменой компоненты импульса в выражении (38).

Следовательно, при прохождении через линеаризованную систему с распределенными параметрами указанного случайного внешнего ледового возмущения на выходе получается непрерывный спектр колебаний, являющийся непрерывной функцией частоты ω , за исключением одной дискретной линии, принадлежащей постоянной составляющей процесса. Данное решение соответствует ранее полученному методом корреляционного анализа в работе [2] при добавлении к частотной характеристике члена, учитывающего внешнее кулоново трение.

Ширина энергетического спектра колебаний корпуса $\Delta f = \omega / 2\pi$ определяется следующими составляющими колебательного процесса: формой и длительностью ледового импульса, величиной коэффициентов затухания $\epsilon\omega_n^2$ и c_k^n и их соотношением.

Зависимость между длительностью импульса $\Delta t = \tau$ и шириной его спектра Δf можно записать в виде $\Delta f \Delta t \geq \nu$ [10], причем под длительностью импульса понимается промежуток времени, в котором сосредоточена большая часть энергии.

Поскольку спектр импульса безграничен, выбор ν в качестве критерия оценки его ширины в общем случае является условным, но вместе с тем позволяющим определить этот параметр для импульсов конкретной формы. При $\Delta t = 0,9\tau$ значения ν для треугольного и «колокольного» импульсов равны соответственно $\Delta f \Delta t = 0,46$ и $0,22$ [10]. Тогда ширина спектра треугольного импульса при средней длительности $\Delta t = 0,25$ с составит $\Delta f \cong 2$ Гц и «колокольного» такой же длительности $\Delta f \cong 1$ Гц. Для более короткого треугольного импульса $\Delta t = 0,1$ с, $\Delta f \cong 5$ Гц. Из этого следует, что в указанном диапазоне частот могут возбуждаться только низшие тона колебаний корпуса судна.

Для иллюстрации на рис. 2 приведен эмпирический спектр колебаний корпуса д/э «Обь», рассчитанный по данным палубного тензометра. На графике имеется только один максимум в окрестности точек $\omega = \omega_n$, $f_1 = 1,68$ Гц, соответствующий первому тону колебаний. Второй и последующие тона колебаний выражены здесь очень слабо, поэтому вся энергия импульсного воздействия сосредоточена на частоте первого тона. Следует отметить, что высшие тона колебаний до четвертого включительно прослеживаются на спектральной плотности синхронной записи датчика ускорений и равны по порядку $f_2 = 3,28$, $f_3 = 4,9$, $f_4 = 6,38$ Гц. Оба коэффициента затухания $\epsilon\omega_n^2$ и c_k^n зависят от собственной частоты ω_n , но законы их изменения существенно различаются. Коэффициент внутреннего трения, зависящий от скорости, возрастает с увеличением номера колебаний, «эквивалентный» коэффициент c_k^n , наоборот, уменьшается с возрастанием частоты ω_n . Их одновременное действие также приводит к убыванию спектральной плотности, колебаний, начиная с некоторого значения ω_p , хотя доля каждого из них пока не определялась.

Максимальная интенсивность спектральной плотности $w(\omega)$, равная квадрату амплитуды колебаний, делен-

ной на единицу времени, также отмечается на резонансной частоте $\omega = \omega_n$, но законы убывания амплитуд за счет сил внутреннего и внешнего трений не совпадают. Для внутреннего трения $\epsilon\omega_n^2$ они убывают по геометрической прогрессии, в случае кулонова трения c_k^n амплитуда уменьшается на одну и ту же величину, т.е. следует арифметической прогрессии.

Поскольку сила трения мала по сравнению с возмущающей силой $F_k < \frac{\pi}{4}G(x,t)$, амплитуда колебаний растет беспредельно, так как энергия, поглощаемая системой вследствие работы возмущающей силы, больше энергии, рассеянной при затухании. В случае линейного затухания сила сопротивления пропорциональна амплитуде, а рассеивание энергии пропорционально квадрату амплитуды. При определенном сочетании сил сопротивления энергия поглощения равна энергии рассеивания, тогда амплитуда конечна, а движение установившееся.

По результатам полученного решения нелинейного уравнения можно заключить следующее:

1. Выбранный спектральный метод позволяет непосредственно определить спектральные параметры внешнего ледового воздействия по временной импульсной последовательности с помощью интеграла Фурье и получить непрерывное распределение энергии вынужденных упругих колебаний корпуса на собственных частотах, не прибегая к громоздким вычислениям вероятностных характеристик этого многомерного случайного процесса.

2. При действии на корпус судна апериодической последовательности ледовых импульсов возбуждаются низкочастотные упругие колебания на частотах, близких к собственным частотам $\omega = \omega_n$.

3. Внешнее кулоново трение приводит к увеличению интенсивности спектральной плотности на резонансных частотах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудишкин В.С. Резонансные колебания корпуса при действии импульсных ледовых нагрузок. – Тр. ЛКИ, 1978, с. 56–61.
2. Он же. Возбуждение вертикальных упругих колебаний корпуса судна при движении во льдах. – Тр. ААНИИ, 1973, т. 309, с. 123–131.
3. Он же. Экспериментальное изучение ледовой вибрации д/э «Обь». – Тр. 18-й САЭ, 1978, с. 140–143.
4. Хейсин Д.Е. Упругие колебания корпуса судна при действии случайных импульсных ледовых нагрузок. – Тр. ААНИИ, 1973, т. 309, с. 132–136.
5. Рыблин А.Я. Экспериментальное изучение трения льда. – Тр. ААНИИ, 1973, т. 309, с. 186–199.
6. Будневич С.С., Дерягин Б.В. О скольжении твердых тел по льду, 1952, вып. 12.
7. Вейнберг В.Б. Лед. – М. Гостехиздат, 1940.
8. Давидан И.Н., Рожков В.А., Андреев Б.М., Лопатухин Л.И., Трапезников Ю.А. Вероятностные характеристики волнения, методы их анализа и расчеты. – Тр. ЛОГОИН, 1971, вып. 97.
9. Ден-Гартог Д.Ж.П. Механические колебания. – М.: Физматгиз, 1960.
10. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – М.: Изд-во техн.-теор. лит-ры, 1957.
11. Кудишкин В.С. О распределении вероятностей числа ударов корпуса судна о лед. – Тр. ААНИИ, 1973, т. 309, с. 118–122. ■

В настоящее время требования, предъявляемые заказчиками к строительству судов и кораблей, обуславливают необходимость разрабатывать и использовать современные технические средства, методы и методики, способные обеспечивать высокий уровень качества работ на протяжении всего жизненного цикла продукции и осуществлять полный контроль качества на всех этапах производства.

Одним из мероприятий по повышению конкурентоспособности предприятия является совершенствование процессов материально-технического обеспечения (МТО) построенных на ОАО «Адмиралтейские верфи» кораблей и судов. В связи с этим требуется по-новому посмотреть на все составляющие процессов МТО на базе применения современных информационных технологий и новых подходов к организации бизнес-процессов. В частности, одним из важных направлений совершенствования процессов МТО является развитие технологий информационного взаимодействия между верфью, проектантами, предприятиями-контрагентами и заказчиком.

Поддержание в исправном состоянии продукции судостроения невозможно без налаженной системы поставок предметов МТО. Создание такой системы и ее качественное функционирование – одни из основных направлений деятельности по поддержанию технической и эксплуатационной готовности продукции судостроения.

Управление МТО имеет свои специфические особенности и недостатки. Существующая сегодня система поставок характеризуется низкой оперативностью, многократным дублированием информации и «бумажной» технологией управления.

Основными мероприятиями, связанными с поставками запасных частей, являются:

- определение потребности в запасных частях;
- рассмотрение заявки, определение и согласование с предприятиями-контрагентами возможности поставки, формирование коммерческого предложения;
- рассмотрение коммерческого предложения, заключения контракта на поставку;
- исполнение контракта на поставку;
- хранение и распределение запасных частей между эксплуатируемыми и ремонтными организациями.

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА

Анализ мирового опыта в решении задач планирования поставок требующихся материальных ресурсов для вооруженных сил зарубежных государств говорит о том, что данные процедуры реализуются с использованием новых информационных технологий в интегрированных системах, поддерживающих жизненный цикл изделия. Работы по созданию таких интегрированных систем были начаты в 80-х гг. XX в. в США (концепция CALS) и позднее поддержаны большинством развитых стран, в первую очередь странами, входящими в блок НАТО.

В основе концепции CALS лежит использование единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), в котором действуют единообразные способы информационного взаимодействия всех участников жизненного цикла изделия: заказчиков, поставщиков, эксплуатационного и ремонтного персонала. Эта концепция нашла воплощение в новом классе информационных технологий, поддерживаемых международными и отечественными стандартами (см. табл.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧАСТНИКАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПОСЛЕПРОДАЖНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОДУКЦИИ СУДОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А.А. Буторин, *вед. инженер-конструктор,*
Ю.А. Курилов, *инженер-конструктор, ОАО «Адмиралтейские верфи»,*
контакт. тел. (812) 714 8852

Таблица
Международные и отечественные стандарты в области информационных технологий

DEF STAN 00-600	Интегрированная логистическая поддержка
MIL-STD-1369	Требования к программе интегрированной логистической поддержки
AECMA 2000M	Международная спецификация по информационной поддержке процессов управления ресурсами для военной техники
AECMA S1000D	Международная спецификация требований к техническим руководствам, выполняемым с использованием общей базы данных
ISO 10303	Стандарты по обмену данными
MIL-HDBK-502	Логистика закупок
MIL-STD-1840	Автоматизированный обмен технической информацией
MIL-STD-974	CITIS – Интегрированная система «поставщик-заказчик» по обеспечению электронной технической информацией
P 50.1.027-2001	Автоматизированный обмен данными
P 50.1.028-2001	Интерактивные электронные технические руководства
P 50.1.029-2001, P 50.1.030-2001	Интерактивные электронные технические руководства
P 50.1.031-2001, P 50.1.032-2001	Термины и понятия в области CALS-технологий
ГОСТ 2.511-2011	ЕСКД. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.
ГОСТ 2.512-2011	ЕСКД. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.

СУЩЕСТВУЮЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

На ОАО «Адмиралтейские верфи» информационная поддержка послепродажного обслуживания осуществляется на базе действующей корпоративной информационной системы предприятия типа ERP – ИИС «Адмирал». Она обеспечивает выполнение основных процессов производственной деятельности предприятия.

С ИИС «Адмирал» интегрирована автоматизированная система «Электронный каталог запасных частей», в основе которой лежит PLM-система, представляющая собой совокупность аппаратных средств, баз данных, системного и прикладного программного обеспечения, методических документов (рис. 1).

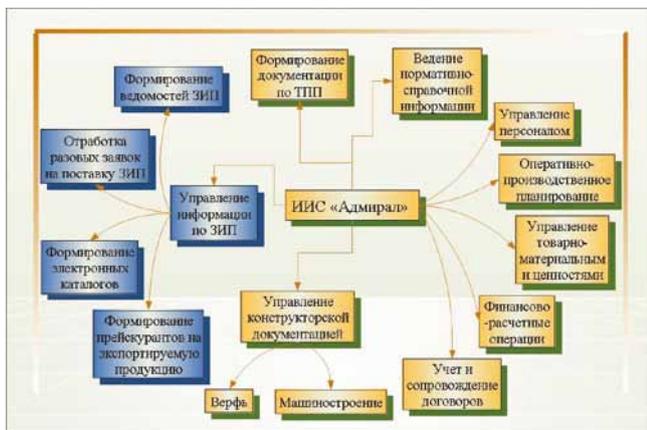


Рис. 1. Электронный каталог и ИИС «Адмирал»

Электронный каталог представляет собой структурированную базу данных, содержащую древообразную структуру (состав) корабля и комплектующего оборудования со всеми необходимыми идентифицирующими реквизитами и обеспечением интерактивных связей с графическими материалами.

Анализ процессов послепродажного обслуживания показывает, что для сокращения временных издержек МТО построенных заказов должны быть оптимизированы самые трудоемкие процессы, связанные с ручной обработкой информации, а именно:

- актуализация данных в электронном каталоге по факту корректировки эксплуатационной документации на комплектующее оборудование;
- формирование, отправка, рассмотрение и идентификация номенклатуры заявок на поставку запасных частей, инструментов и принадлежностей.

Таким образом, одними из ключевых моментов в процессе МТО являются комплекс вопросов информационного взаимодействия с предприятиями-контрагентами, проектантом и заказчиком.

ВАРИАНТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Используемый в качестве базы информационного взаимодействия при послепродажном обслуживании электронный каталог, функционирующий в PLM-системе предприятия, позволяет приступить к организации единого информационного пространства между ОАО «Адмиралтейские верфи», предприятиями-контрагентами, проектантом и заказчиком.

Существует несколько вариантов технической реализации информационного взаимодействия между ОАО «Адмиралтейские верфи» и другими участниками в зависимости от их технического оснащения, основанные на использовании:

- единого программно-аппаратного комплекса всеми участниками. Обмен информацией между участниками производится штатными средствами базы данных;
- Web-порталов, куда участники будут заносить информацию для обмена. Одна из сторон должна быть центральным узлом обмена;
- модулей интеграции к автоматизированным системам каждого участника;
- Web-сервиса, к которому подключаются автоматизированные системы участников для получения-передачи информации.

Любой из представленных базовых способов предполагает наличие одного центрального участника – ОАО «Адмиралтейские верфи» – и остальных, взаимодействующих с ним.

Использование единого программно-аппаратного комплекса. Такой способ предполагает установку у каждого предприятия-контрагента одинакового программно-аппаратного комплекса, электронного каталога, что обеспечит параллельное формирование базы данных с дальнейшим экспортом

этих баз в единую базу данных, расположенную на ОАО «Адмиралтейские верфи». Передача данных осуществляется за счет использования резервных копий данных или штатными средствами поддержки распределенных баз данных, например, выгружаемыми в XML наборами данных. Участникам предоставляются только необходимые функции (рис. 2).

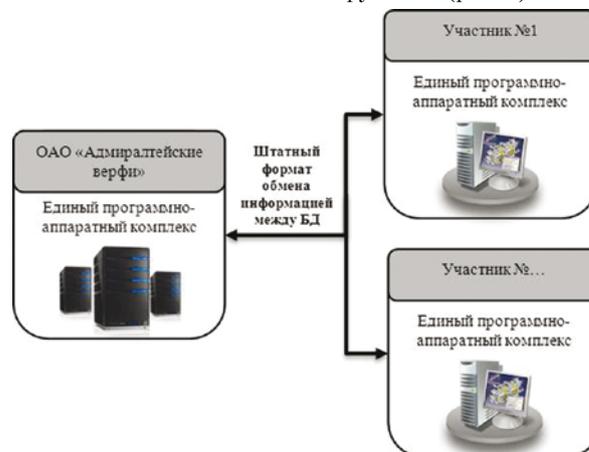


Рис. 2. Технология использования единого программно-аппаратного комплекса при информационном взаимодействии

Предприятия-контрагенты высылают обновления базы данных в ОАО «Адмиралтейские верфи» при изменении информации. ОАО «Адмиралтейские верфи» высылает участникам ограниченные обновления базы данных. Состав высылаемой информации определяется функциональными ограничениями каждого участника.

Данный способ имеет следующие достоинства:

- самый простой способ обмена информацией;
- упрощенная поддержка и сопровождение программно-аппаратного комплекса у участников;
- минимальные затраты на разработку и внедрение решения;
- широкий выбор каналов передачи информации (на носителях данных, через Интернет).

Этот способ имеет также существенный недостаток: единый программно-аппаратный комплекс должен заместить существующие автоматизированные системы, хранящие данные предприятий.

Данный способ обмена информацией предполагает, что участники не имеют автоматизированных систем, хранящих данные информационной поддержки изделий.

Использование Web-портала. Способ предполагает расположение в ОАО «Адмиралтейские верфи» программно-аппаратного комплекса – электронного каталога и Web-портала, т.е. специального сайта, доступного через Интернет и предоставляющего доступ к некоторым функциональным возможностям электронного каталога через Web-браузеры (рис. 3).

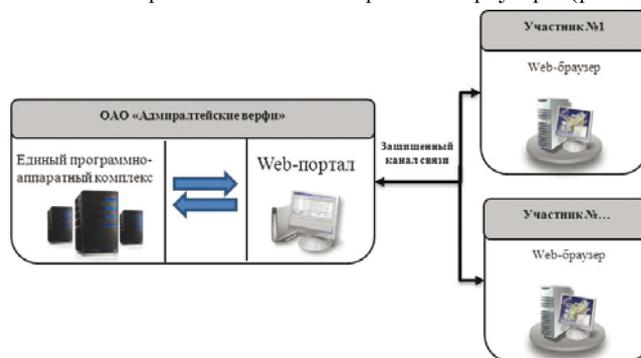


Рис. 3. Технология использования Web-портала при информационном взаимодействии

Для реализации этого способа потребуется разработать и развернуть Web-сервер, который будет получать данные из электронного каталога. Специалисты ОАО «Адмиралтейские верфи»

работают непосредственно с электронным каталогом, остальные участники, через Web-браузеры, подключенные к сети Интернет.

Преимущества использования описанного способа:

- самая высокая скорость обновления базы данных электронного каталога;
 - отсутствие структуры обменного файла;
 - наличие доступа к актуальной информации в любой момент времени для всех участников в рамках своих прав;
 - не требуются внедрение и поддержка среди участников;
- Недостатки данного способа:
- отсутствие прямого доступа к сети Интернет для многих участников;
 - необходимость защиты канала связи через сеть Интернет, так как передаваемая по нему информация может быть конфиденциальной;
 - снижение безопасности данного решения при использовании открытой сети Интернет;
 - участники могут иметь автоматизированные системы, в которые вводят ту же информацию, что и в электронный каталог. Повторное заведение этой информации в Web-браузер может быть невыгодно участникам.

Использование такого способа целесообразнее при информационном взаимодействии с предприятиями-контрагентами, которые не используют автоматизированных систем для процессов МТО, так как не требуется затрат на внедрение и поддержку у них клиентской части, реализованной в Web-портале.

Использование модулей интеграции. Данный способ предполагает функционирование электронного каталога в ОАО «Адмиралтейские верфи», а обмен информацией, хранящейся в автоматизированных системах предприятий-контрагентов, выполняется через XML-пакет.

XML-пакет представляет собой заархивированный файл XML. Структура XML-пакета определяется структурой передаваемых данных, которая, в свою очередь, основана на структуре базы данных источника и получателя. XML-пакет взаимодействует с электронным каталогом и автоматизированными системами предприятий-контрагентов через соответствующие модули интеграции. Модули выполняют подключение к данным автоматизированных систем предприятий через API-интерфейс или непосредственно через базу данных автоматизированных систем. Для каждого вида автоматизированных систем требуется разработать свой модуль интеграции (рис. 4).

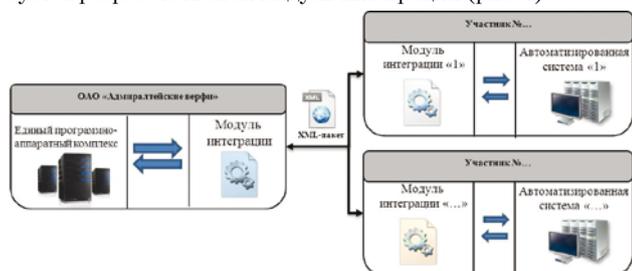


Рис. 4. Технология использования модулей интеграции при информационном взаимодействии

Основным преимуществом данного способа является удобство работы участников с электронным каталогом, так как позволяет не менять свои автоматизированные системы.

К преимуществам надо отнести и использование единой регламентированной структуры обменного файла без привязки к конкретной автоматизированной системе.

Недостатки данного способа:

- необходимость разработки модулей интеграции с каждой автоматизированной системой;
- необходимость доработки всех модулей интеграции при изменении структуры XML-пакета, что может существенно задерживать сроки обмена информацией;
- повышение вероятности ошибок, которые могут нарушить целостность данных в автоматизированных системах участников;

– необходимость разработки структуры XML-пакета для обмена данными;

– предоставление участниками спецификации API-интерфейса или структуры баз данных своих автоматизированных систем;

– медленный обмен данными;

– необходимость доработки модуля интеграции при изменении автоматизированных систем.

Этот метод подходит для предприятий, готовых предоставить информацию об API-интерфейсах или структуре баз данных своих автоматизированных систем и не имеющих возможности их дорабатывать.

Использование Web-сервисов. Web-сервисы – это программы, предоставляющие свои услуги другим программам, подключенным по оговоренному интерфейсу. Автоматизированные системы, подключающиеся к Web-сервисам, могут получать и передавать необходимые данные, которые Web-сервисы получают или передают через XML-пакеты.

Требуется разработать один Web-сервис интеграции, который будет расположен у участников и обеспечивать преобразование потока данных в XML-пакет, преобразование XML-пакета в поток данных и передавать XML-пакет как через сеть Интернет, так и на носителях данных (рис. 5).

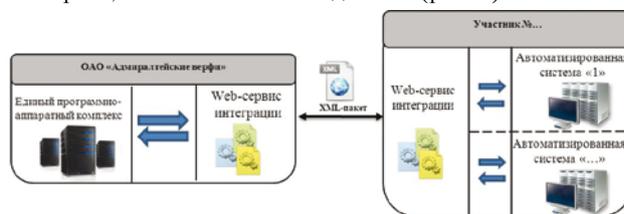


Рис. 5. Технология использования Web-сервисов при информационном взаимодействии

Достоинства данного способа:

– участники продолжают использовать свои автоматизированные системы;

– целостность данных в автоматизированных системах не может быть нарушена;

– необходимость разработки всего одного Web-сервиса для интеграции;

– Web-сервисы обеспечивают взаимодействие программных систем независимо от платформы и основаны на базе открытых стандартов и протоколов;

– участники могут не подключаться к Web-сервису, если смогут обеспечить взаимодействие своих АС с XML-пакетами напрямую.

Недостатки данного способа:

– участник должен иметь возможность разрабатывать программные модули к своим автоматизированным системам;

– участникам надо дорабатывать свои автоматизированные системы, чтобы подключиться к Web-сервису;

– более низкая производительность по сравнению с другими стандартными технологиями за счет использования текстовых XML-сообщений.

Этот способ подходит для предприятий, которые по каким-либо причинам не могут предоставить информацию об интерфейсе или структуре базы данных своей автоматизированной системы, однако имеют возможность разрабатывать для нее программные модули.

Исходя из различного технического уровня участников процесса МТО, оптимальным способом можно признать способ, представляющий собой комбинацию базовых, описанных выше.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

Примером информационного взаимодействия с использованием Web-портала является следующее решение (рис. 6):

Предприятие-контрагент имеет доступ к определенному разделу электронного каталога, возможность для постоянной

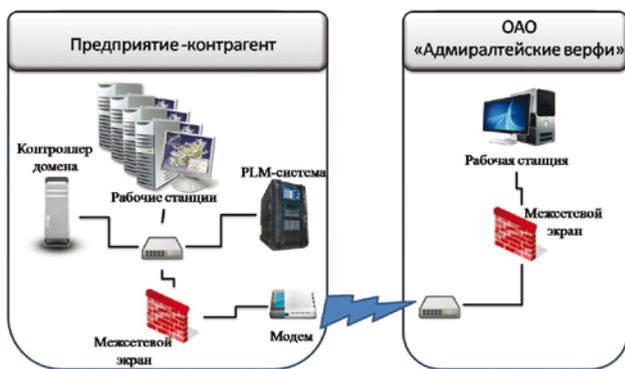


Рис. 6. Пример информационного взаимодействия с использованием Web-портала

актуализации данных в каталоге и отработки заявки на поставку запасных частей в части, касающейся своей номенклатуры. Весь документооборот, включая проекты контракта, протоколы согласования цен и т.д., поддерживается средствами PLM-системы. Стадии прохождения и согласования электронных документов определяются согласованными настройками жизненных циклов, маршрутов и оповещений.

Использование единой информационной среды позволяет оптимизировать процесс актуализации электронного каталога. В предлагаемом варианте в ОАО «Адмиралтейские верфи», получив извещения на корректировку эксплуатационной документации на комплектующее оборудование, корректируют электронный каталог, а предприятие-контрагент отвечает за актуализацию данных. Конструкторы предприятия-контрагента, корректируя эксплуатационную документацию, оценивают необходимость внесения изменений в электронный каталог. На «Адмиралтейские верфи» отправляется уведомление о произведенных изменениях. Кроме того, изменения по номенклатуре каталога вносятся в случае снятия с производства и/или замены одних комплектующих другими. Таким образом, данные в каталоге всегда актуальны, и за их достоверность отвечает поставщик изделия.

Для реализации описанного решения был разработан «Программный интерфейс с поставщиками комплектующего оборудования для решения задач МТО экспортных заказов» и апробирован совместно с ОАО «Концерн «Электроприбор».

Вариантом информационного взаимодействия с использованием модулей интеграции является разработанный «Программный интерфейс передачи и управления РКД» – рабочей конструкторской документацией (рис. 7).

В ОАО «Адмиралтейские верфи» внедрен электронный архив конструкторской документации, который функционирует на базе той же PLM-системы, что и электронный каталог запасных частей. Для организации получения РКД в электронном виде от сторонних проектантов посредством современных средств связи и автоматизации процессов внесения РКД и ее изменений в электронный архив конструкторской документации разработана и технически реализована технология, заключающаяся в следующем:

обмен данными осуществляется между основным хранилищем предприятия – PLM-системой, дублирующим хранилищем, размещенным на обменном файл-сервере вне локальной сети на территории ОАО «Адмиралтейские верфи», к которому проектанту предоставляется доступ через Интернет по защищенному выделенному каналу (VPN), и автоматизированной системой проектанта;

в дублирующем хранилище создана структура папок, идентичная структуре папок разделов PLM-системы, для размещения в них данных, хранящихся в PLM-системе, открытых для проектантов, а также структура обменных папок (каждому внешнему проектанту сопоставляется папка, содержащая подпапки «Исходящие» и «Входящие»);

организовано также буферное хранилище внутри локальной сети ОАО «Адмиралтейские верфи», структура папок ко-

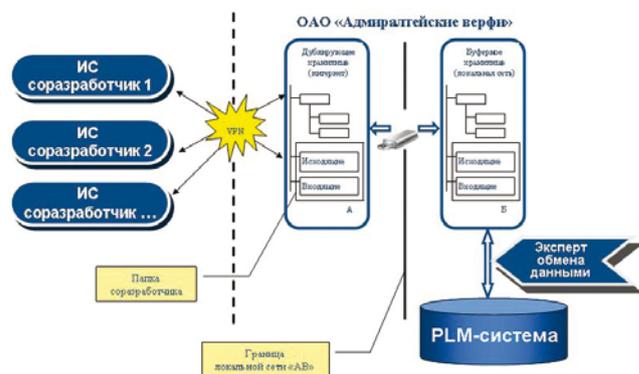


Рис. 7. Пример информационного взаимодействия с использованием модуля интеграции

торого идентична структуре папок дублирующего хранилища. Данные между буферным и дублирующим хранилищами переносятся на съемном запоминающем устройстве. Обмен данными между буферным хранилищем и PLM-системой осуществляется с помощью специального программного обеспечения «Эксперт обмена данными»;

регламентируются состав данных, которые являются предметом информационного обмена, порядок организации хранения данных и их изменения в основном хранилище РКД, порядок автоматизированного обмена данными между хранилищами РКД и правила разрешения конфликтных ситуаций, возникающих при автоматизированном обмене данными.

Технология была разработана для обмена данными с разработчиками проектной документации и может быть использована для информационного взаимодействия с поставщиками комплектующего оборудования. Разработанные программно-технические решения зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимость и эффективность внедрения в судостроительной промышленности информационных технологий как средства обеспечения конкурентоспособности продукции судостроения на внутреннем и внешнем рынках сегодня не вызывает сомнений. Целью применения таких технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников процесса эксплуатации кораблей и судов является повышение эффективности их деятельности.

В частности, организация информационного взаимодействия в процессе МТО построенных заказов позволяет сократить сроки:

- предконтрактной проработки заявок;
- предконтрактной проработки заявок за счет автоматизации процессов, связанных с рассмотрением заявок предприятиями-контрагентами;
- изготовления запасных частей предприятиями-контрагентами.

Использование единых согласованных правил описания запасных частей, обрабатываемых информационными системами предприятий-контрагентов, ускоряет процессы технической подготовки производства, запуска в производство и контроля выполнения работ и, как следствие, срок поставки запасных частей по контрактам, что увеличивает оборачиваемость оборотных средств.

Кроме того, опыт использования рассматриваемых решений при информационном взаимодействии может быть положен в основу перспективных корпоративных нормативных документов, регламентирующих порядок организации единого информационного пространства для решения задач материально-технического обеспечения, и будет способствовать повышению уровня использования современных информационных технологий, что существенно влияет на качество и конкурентоспособность продукции как предприятия, так и отрасли в целом. ■

Начиная с 2011 г. поставщикам комплектующих для судостроительной отрасли дали ясно понять, что прежняя модель взаимодействия с кораблями в рамках государственного оборонного заказа исчерпала себя. Введение тендерной системы закупок, затягивание срока заключения договоров между Министерством обороны и «ОСК» по стратегическим для страны проектам – два фактора, которые повлекли за собой кризис в отрасли, сильнее всего ударивший по поставщикам оборудования для ВМФ РФ.

По состоянию на сегодняшний день ситуация по госзаказам отчасти стабилизирована, однако в СМИ по-прежнему упоминается о том, что споры в отношении обоснования конечной стоимости кораблей и подводных лодок между «ОСК» и Министерством обороны далеки от завершения. Корабли не единожды призывали своих поставщиков пересмотреть формирование ценовой политики, а также способствовали созданию искусственной ценовой конкуренции между действующими производителями комплектующих и компаниями-посредниками. Цель данных действий ясна – вывести производителей на предельно низкий уровень рентабельности продаж для максимального снижения цен на конечную продукцию. Вот так, немного задержавшись, правила работы на рынке, принятые в мировом сообществе, приходят и в такую консервативную отрасль российской промышленности, как судостроение. В данной ситуации отечественным поставщикам комплектующих остается лишь принять новые реалии, соответствующим образом реагировать на них и попытаться изменить свою работу уже в ближайшее время.

Речь идет в первую очередь об удержании существующей доли рынка, а также об освоении новых ниш. Основными задачами маркетологов при этом являются:

- оперативное создание системы информационного мониторинга отрасли;
- исследование и формирование видения рыночной ситуации, а также места предприятия на данном рынке;
- тщательный конкурентный и ценовой анализ.

После того как появится полное понимание состояния рыночной среды, важным этапом в оздоровлении маркетинговой стратегии компании становится проведение грамотного сегментирования и выбор целевых потребителей продукции. Именно на этом этапе можно будет понять, в каком сегменте рынка можно увеличить продажи, а какой освоить впервые. Сравнивая текущие возможности компании, а также потребности сегментов рынка, можно выработать комплекс маркетинговых мер и начать продвижение продукции на рынок с помощью доступных инструментов.

В данной статье именно сегментирование рассматривается в качестве основы формирования эффективной работы на рынке. Поскольку опыт его проведения применительно к отечественной промышленности довольно скуден, видится актуальным рассмотреть описание принципов сегментирования рынка судовой трубопроводной арматуры, которые были использованы специалистами отдела маркетинга ОАО «Армалит-1».

Итак, согласно определению классика маркетинга Ф. Котлера [1,2], сегментирование – это способ разделения потенциального рынка на части (сегменты), т.е. группы потребителей, которые будут одинаковым образом реагировать на маркетинговые действия предприятия. По-другому данный термин трактуется следующим образом: сегментирование – это стратегия, дающая компании возможность определить круг клиентов и дифференцировать их по отклику на маркетинговую деятельность [3].

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМЕРНОГО МЕТОДА ПРИ СЕГМЕНТИРОВАНИИ РЫНКА СУДОВОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

В.Н. Череватенко, менеджер по маркетингу ОАО «Армалит-1»,
контакт. тел. (812) 459 4555

Пропустив говоря, основной целью сегментирования применительно к промышленным рынкам являются классификация и поиск тех групп потребителей, для которых предложение данного товара или услуги будет априори интересно и выгодно как по цене и качеству, так и технической стороне вопроса. Формируя группы потребителей на основе определенных классифицирующих признаков, можно понять, как воздействовать на них, а также как удобнее клиенту доносить информацию о себе.

Выделяя целевые сегменты рынка, компания-производитель экономит бюджет на маркетинговую деятельность и время сотрудников отдела продаж, занятых поиском новых клиентов. Именно сфокусированность на определенном круге потенциальных заказчиков, выбранных на основе классифицирующих признаков, позволяет сделать работу отдела маркетинга и продаж наиболее эффективной.

На сегодняшний день существует значительное количество подходов и методов проведения сегментирования рынка, одни являются универсальными (априорный метод, метод AID и пр.), другие применимы лишь в узких специфических отраслях. Так, к примеру, наработки финского специалиста по нейронным сетям Теуво Калеви Кохонена – самоорганизующиеся карты – нашли применение в банковской сфере и страховании, модель Хейли Рассела – на рынках товаров повседневного спроса (FMCG). Классификация подходов и методов приведены на рис. 1 и в табл. 1, наиболее полная классификация в русскоязычной литературе приведена в работе [6].

Как и в случае с рядовыми потребителями, предприятия также предъявляют требования к рынку, но факторы, их определяющие, весьма различны. Так, вместо демографических и поведенческих факторов на рынке B2B (промышленном рынке) главную роль играют:

- фирмография (штат, объем продаж, возраст предприятия и его географическая структура);
- деловая культура предприятия (сложность бизнеса, ориентация на рост, новаторство, технология, принятие решений);
- модели использования товаров (применение, количество, время покупки, частота совершения покупки, пользователи) [4].

Таблица 1

Классификация методов сегментирования рынка

Классификация	Пример
Метод группировок	Метод AID
Методы с двухступенчатым подходом	Макро- и микро-модель Уинда и Кардозы
Методы с многоступенчатым подходом	Гнездовой подход Бонома и Шапиро; модель Хейли Рассела; модель Питера Диксона
Методы, основанные на многомерном статистическом анализе	Априорный метод, кластерный метод, гибкая сегментация, покомпонентная сегментация
Методы, использующие нейросетевые алгоритмы	Самоорганизующиеся карты Кохонена

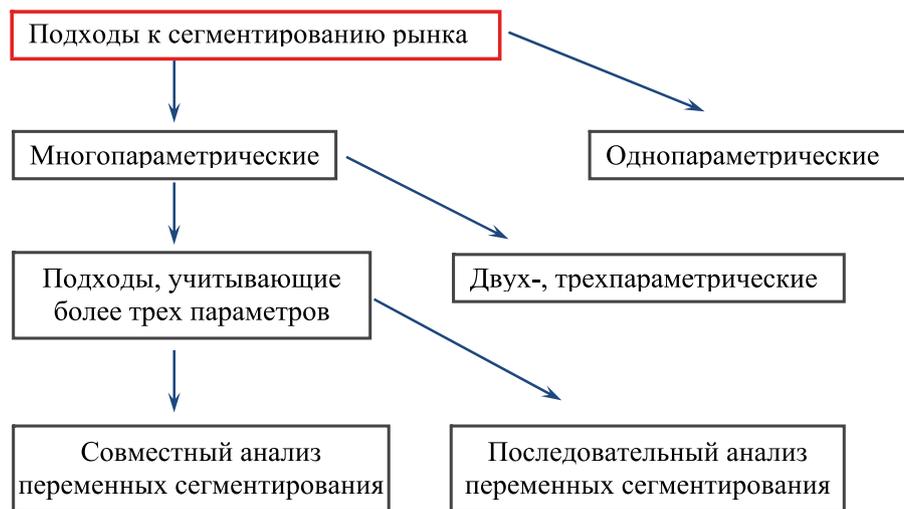


Рис. 1. Классификация подходов к сегментированию рынка

Строгой схемы или алгоритма проведения сегментирования на сегодняшний день не существует и вряд ли он когда-либо появится. Единственный способ, который может упростить первоначальную задачу сегментирования – это определение подхода на основе первичных данных о рынке (однопараметрический или многопараметрический) и далее, спускаясь по иерархии подходов (см. рис. 1), подобрать наиболее подходящий метод сегментирования (см. табл. 1).

Что могут собой представлять первичные данные о рынке? Если рассматривать рынок судовой трубопроводной арматуры (СТПА), то это будет информация о судостроительных предприятиях РФ и СНГ. При определении подхода к сегментированию рынка СТПА специалистами отдела маркетинга ОАО «Армалит-1» была создана база данных «Судостроители РФ и СНГ», которая в частном виде, на примере «Адмиралтейских верфей», представлена в табл. 2.

Важно отметить, что база данных изначально содержала в себе около 183 действующих судостроительных/судоремонтных предприятий и была создана для решения двух задач: сегментирования и формирования в ОАО «Армалит-1» системы управления взаимоотношения с клиентами (CRM, или Customer Relationship Management).

Уже на первом этапе ее создания стало ясно, что сегментирование рынка СТПА можно реализовать только с помощью многомерного подхода. Анализируя собранную информацию, удалось гипотетически выделить базис сегментирования:

- географический признак;
- специализация (судостроение/судоремонт);
- тип строящихся судов (подводные лодки, танкеры, сухогрузы, военные корабли (корветы, фрегаты и пр.), маломерные военные корабли (разъездные и сторожевые катера), суда специального назначения (научные, ледостойкие) и др.);
- проектанты;
- лица, принимающие решения (ЛПР) или тип закупочного центра (гендерная основа/стандартная процедура закупки).

Получилось так, что наиболее подходящим методом сегментирования рынка судовой трубопроводной арматуры, согласно классификации [6], является априорный. Исторически именно метод «a priori» получил наибольшее распространение при сегментировании промышленных рынков в случаях, когда количество сегментов не превышает десяти. Принято

считать, что сегментирование априорным методом проводится в соответствии с двумя возможными ситуациями:

- если общее количество потребителей заранее известно и есть возможность их отслеживания;
- если потребителей достаточно большое число, их состав часто меняется, составить их определенный список невозможно.

В первом случае выполняется списочное описание всех клиентов, такой метод называется «полной переписью верхней прослойки потребителей» и позволяет точно оценить ёмкость рынка.

Во втором случае, когда численность потребителей высока и невозможно сформировать их полный перечень, применяется сегментирование по обусловленным признакам. Как уже отмечалось выше, для промышленных предприятий это могут быть величина оборота, особенности структуры, схемы закупочного центра, кадровый состав и прочие схожие параметры. В табл. 3 представлен пример сегментирования априорным методом с использованием параметров уровня годового оборота и стратегии поведения на рынке.

Таблица 3
Возможные сегменты промышленного рынка, выделенные методом «a priori»

Переменные	Компания-инноватор	Компания-консерватор
Высокий оборот	Сегмент №1	Сегмент №4
Средний оборот	Сегмент №2	Сегмент №5
Низкий оборот	Сегмент №3	Сегмент №6

Необходимо отметить существенную разницу между сегментированием и отражением структуры рынка – понятия, которые, как хочет надеяться автор, непреднамеренно путают. На рис. 2 представлено то, что зачастую преподносится в качестве сегментирования рынка, но по сути является лишь структурой рынка в трех разрезах. На основе подобного дробления рынка невозможно сформировать комплекс маркетинга, который будет действительно эффективно работать.

Отметим, что в случае сегментирования рынка, когда удалось выделить более двух критериев в базисе сегментирования, необходимо использовать методы многомерного статистического анализа. Подобный подход позволяет сформировать правильную многомерную структуру рынка

Судостроители РФ

Предприятие	Федеральный округ	Город	Специализация	Тип судов	Основные проектанты	ЛПР, контакты
«Адмиралтейские верфи»	Северо-Западный	Санкт-Петербург	Судостроение	ПЛ, танкеры, спец. суда	«Рубин», «Малахит», «Балтсудопроект»	...
...

Таблица 2

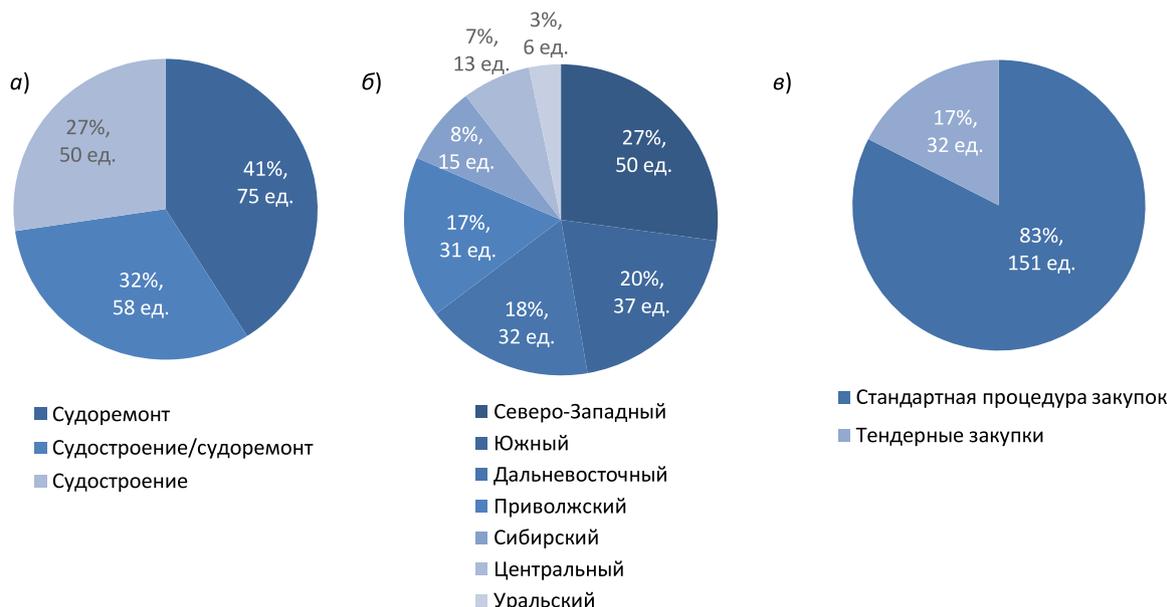


Рис. 2. Структура рынка судостроения РФ:

а – по специализации предприятий; б – по географическому положению относительно федеральных округов; в – по методам проведения закупок

Число «ед.» на рисунке означает количество предприятий судостроительной отрасли, относящихся к тому или иному направлению рынка

Полный перечень критериев сегментирования рынка СТПА

Таблица 4

Критерий	Переменная
География	Федеральный округ (ЦФО, СЗФО, ПФО, УФО, ЮФО, СФО, ДВФО)
Направление	Судостроение, судоремонт, судостроение/судоремонт
Специализация	Военные корабли и подводные лодки, суда специального назначения, суда арктического региона (ледоколы, ледостойкие суда и платформы), гражданский флот (танкеры, сухогрузы), маломерный гражданский флот, прочие суда (СВД, земснаряды, плавучие причалы)
Проектант	Проектанты, включающие в заказные ведомости по своим проектам номенклатуру ОАО «Армалит-1»; проектанты, которые не работают с номенклатурой ОАО «Армалит-1»
Приемка и сертификация	ОТК, ВП, сертификаты морского и речного регистров
Закупочный центр	Тендеры, традиционные закупки
Характеристика лица, принимающего решение о закупке	Готов к сотрудничеству с новым поставщиком или привыкший работать с проверенными поставщиками; коррумпированный или честный; лояльный в общении или агрессивно настроенный.
Тип продукции	Арматура текущего производства, новая арматура складского хранения, б/у арматура
Стоимость изделий	Высокая, средняя, низкая
Срок поставки	От 3 месяцев, до месяца, до 2 недель

и на основе этого понять, что ожидает от нас потребитель. Один из способов применения статистических методов в многомерном сегментировании потребительских рынков на примере экстраполяции функции распределения отдельных групп потребителей приведен в [7].

Возвращаясь к примеру сегментирования рынка СТПА (в рамках корректировки базы данных судостроителей РФ) специалистам ОАО «Армалит-1» удалось дополнить первоначальный базис критериями, являющимися существенными для потребителей и отражающими их особенности поведения на рынке, их полный перечень представлен в табл. 4.

В итоге получилось, что рынок СТПА можно характеризовать десятью параметрами, которые по отдельности отражают структуру рынка. Введя несложный математический аппарат, можно уйти от плоского отображения рынка и получить его многомерное представление [8].

Однако при этом была отмечена взаимосвязимость ряда переменных, которые назывались потребителями в ходе исследования (см. табл. 4). К примеру, в табл. 5 указана прямая взаимосвязь таких критериев, как тип продукции, стоимость и срок поставки. Отклонение от подобной структуры взаимосвязи продукта и условий его поставки должно показывать заказчику продукции, что он имеет дело с недобросовестным поставщиком, который может не исполнить условия договора.

Взаимосвязь ряда параметров продукции

Таблица 5

Тип продукции	Стоимость	Срок поставки
Арматура текущего производства	Высокая/средняя	От 3 месяцев
Арматура складского хранения	Средняя	До месяца
Б/у арматура	Низкая	До 2 недель

В связи с этим, остальные критерии также были проверены на предмет выявления корреляции, в качестве оценки использован коэффициент корреляции Пирсона.

Несмотря на то, что на основе парного сравнения переменных сегментирования (табл. 6) взаимосвязимых переменных больше не было выявлено, удалось исключить

Значения коэффициента корреляции Пирсона, полученные при выявлении взаимосвязи между типом продукции и направлением деятельности заказчика

Таблица 6

Тип продукции	Судостроение	Судостроение/судоремонт	Судоремонт
Арматура текущего производства	0,91	0,64	0,44
Арматура складского хранения	0,74	0,73	0,81
Б/у арматура	0,33	0,58	0,84

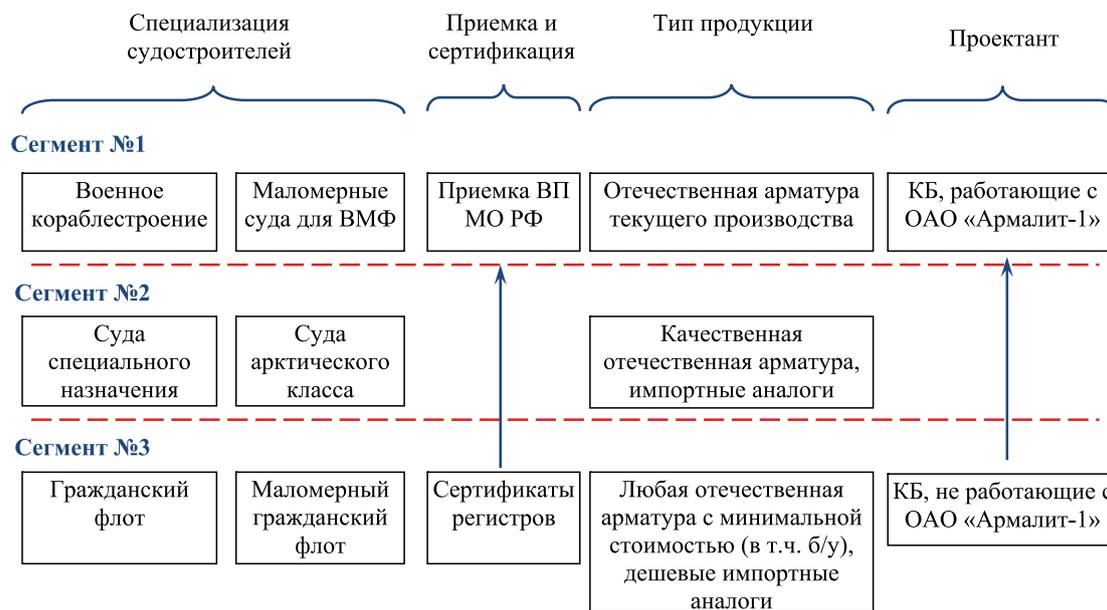


Рис. 3. Сегментирование рынка СТПА для судостроения, судостроения/судоремонта

несущественные для ОАО «Армалит-1» критерии: география (поставки арматуры осуществляются по всей стране без существенных ограничений), закупочный центр и характеристика ЛПП (компенсируется гибкой работой отдела продаж и индивидуальным подходом к потребителю), а также сформулировать характерные черты рынка (рис. 3).

Таким образом, применив корреляционный анализ, удалось сформировать три сегмента рынка СТПА:

– первый касается строительства флота для нужд ВМФ РФ; для него применяется отечественная арматура преимущественно текущего производства с достаточно серьезными процедурами приемки и сертификации, стоимость подобной арматуры в связи с предъявленными требованиями соответствующая;

– ко второму относятся суда специального назначения (научно-исследовательские, судна ледового класса и ледоколы); в данном направлении появляются новые разработки проектных бюро, прослеживается тенденция включения в заказные ведомости СТПА зарубежного производства;

– третий сегмент – это гражданское судостроение, которое из года в год в России растет и развивается; здесь имеет место применение арматуры либо складского хранения, либо относительно дешевой зарубежной с более лояльными требованиями по приемке, нежели для ВМФ.

Сравнивая производственные возможности ОАО «Армалит-1» и структуру рынка, представленную на рис. 3, можно однозначно выделить два целевых направления работы:

– удержание позиций на рынке военного кораблестроения, а также завоевание ниш маломерного кораблестроения для нужд ВМФ;

– плотное взаимодействие с проектантами, разрабатывающими суда второго и третьего сегментов, попытка восстановления своих позиций и выход на данный рынок.

Что касается рынка СТПА для судоремонта, то для него характерна минимизация затрат на комплектующие, поэтому на данный сегмент ОАО «Армалит-1» может выходить только с единичными изделиями, которые были изначально заложены проектантом и являются в своем роде уникальными (оснащенными сигнализаторами и приводами), сложными к отысканию на вторичном рынке.

Подводя итог вышеизложенному, ключевыми этапами при сегментировании рынка СТПА стали:

- 1) создание базы судостроителей РФ;
- 2) формирование первичного базиса сегментирования;
- 3) выявление и исключение из базиса взаимозависимых и малозначимых переменных;
- 4) формулировка характерных черт рынка на основе парного корреляционного анализа переменных сегментирования;
- 5) интерпретация выявленных характеристик рынка и формирование на основе этого сегментов рынка;
- 6) выбор целевых сегментов на основе анализа производственных возможностей предприятия и ключевых конкурентных преимуществ.

Таким образом, несмотря на кажущуюся простоту, сегментация промышленного рынка требует значительной предварительной подготовки, знаний методов статистического анализа, комплексного многомерного подхода и учета взаимных влияний переменных сегментирования. Использование тензорного формализма при описании структуры рынка [8] и применение корреляционного анализа – это те инструменты, которые могут помочь нарисовать многомерную картину рынка СТПА, а применение априорного метода – его сегментировать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котлер Ф., Келлер К. Л. Маркетинг менеджмент. – 12-е изд. – СПб.: Питер, 2006.
2. Котлер Ф. Основы маркетинга. Краткий курс – М.: ИД Вильямс, 2007.
3. Уэбстер Ф. Основы промышленного маркетинга – М.: ИД Гребенникова, 2005.
4. Бест Р. Маркетинг от потребителя – М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фебер», 2008.
5. Шарипов Р. А. Быстрое введение в тензорный анализ: Конспекты к лекциям. – Уфа: Изд. Башкир. гос. ун-та, 2004.
6. Анализ и классификация методов сегментации рынка / Г. С. Махмутова, И. И. Махмутов // Маркетинг в России и за рубежом. – 2005. – № 1.
7. Экстраполяция функции распределения при сегментировании рынка / В. А. Дуболазов, В. Н. Череватенко // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ. – Сер. «Экономические науки». – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2012. – № 2-1.
8. О применимости тензорного метода в сегментировании / В. А. Дуболазов, В. Н. Череватенко // XL Неделя науки СПбГПУ: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2011. ■

Условные обозначения

АЭС – атомная электростанция
АЭУ – атомная энергетическая установка
БРП – береговой резервуарный парк
ВНД – внутренняя норма доходности
ОВ – использование охлаждающей воды
ПАТЭС – плавучая атомная теплоэлектростанция
ПДЭС – плавучая дизельная электростанция
ПЭБ – плавучий энергоблок
ТЭС – теплоэлектростанция
УВГ – утилизация выхлопных газов

ВВЕДЕНИЕ

20 июня 2010 г. на Балтийском заводе был спущен на воду первый в мире плавучий энергоблок (ПЭБ) плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС) «Михаил Ломоносов» мощностью 70 МВт (рис.1), которая должна быть сдана в эксплуатацию на базе Тихоокеанского флота (г. Вилючинск) в четвертом квартале 2012 г.



Рис. 1. ПЭБ «Михаил Ломоносов» после спуска

По данным [1], стоимость ПАТЭС – 16,5 млрд. руб. (550 млн. долл.), но в перспективе, при серийном производстве, они будут дешевле (337 млн. долл.).

Согласно [2], принято следующее распределение восьми намеченных к строительству ПАТЭС: Чукотский автономный округ (Певек) и Республика Саха (Черский, Тикси, Усть-Куйга) с учетом растущих потребностей для разработки золоторудных месторождений, месторождений никеля в Дудинке, Харасавейского газоконденсатного месторождения на Ямале, нефтегазовых месторождений на Сахалине.

ПЭБ способны перемещаться по мелководным северным рекам со сложным фарватером и благодаря этому, сойдя с трассы Северного морского пути, опускаться на сотни километров в глубь материка (например, в Дудинку и Усть-Куйга).

Применение ПАТЭС должно повысить качество жизни населения, снизить объем северного завоза топлива и обеспечить разработку месторождений, т.е. переломить тенденцию деградации северных территорий, оттока населения и сокращения объемов производства путем создания привлекательных условий

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАВУЧИХ АТОМНЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

М.С. Труб, гл. конструктор,
А.Б. Карташев, ведущий инженер, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова»,
контакт. тел. (812) 723 6887

для людей, размещения новых производительных сил и модернизации энергетической инфраструктуры.

Выбор для отработки головного образца ПАТЭС во время опытно-промышленной эксплуатации г. Вилючинска Камчатского края обусловлен следующими причинами:

- необходимостью обеспечения устойчивого энергоснабжения важнейшей базы России на Дальнем Востоке, объектов инфраструктуры и населения;
- самым умеренным климатом по сравнению с другими регионами;
- наличием промышленной инфраструктуры и квалифицированных кадров;
- достаточно длительным периодом навигации, открывающим беспрепятственный доступ к объекту;
- существующей в регионе, где намечена эксплуатация ПАТЭС, энергосистемой, способной перекрыть мощность ПАТЭС, если в ходе эксплуатации понадобится отключить ее от сети.

Успешная эксплуатация ПАТЭС в Вилючинске может привести к тому, что 20–30% заказов в атомной энергетике составят станции малой мощности (10–300 МВт), которые востребованы заказчиками более 20 стран Азии, Африки и Латинской Америки, не имеющих инфраструктуры для обслуживания дизельных энергоблоков [3]. Перспективы экспорта ПАТЭС связаны с применением их для опреснения морской воды. С большим энтузиазмом встретили этот проект в Китае и Индии [4].

Строятся плавучие дизельные электростанции (ПДЭС) мощностью 30–130 МВт, работающие на тяжелом топливе, за рубежом: в Индонезии, Малайзии, на Филиппинах, в Гондурасе, Бразилии, Гватемале и Доминиканской Республике (рис. 2).

Целью настоящей работы является сравнение инвестиционных показателей ПАТЭС и ПДЭС мощностью 70 МВт при эксплуатации в г. Вилючинске.

СОСТАВ И ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ТЭС)

ПАТЭС (рис. 3) состоит из следующего:



Рис. 2. Внешний вид ПДЭС мощностью 72 МВт в Доминиканской Республике

- плавучего энергоблока (ПЭБ), представляющего собой гладкопалубное несамостоятельное судно стоечного типа с развитой многоярусной надстройкой;
- гидротехнических сооружений, защищающих ПЭБ от природных, техногенных и физических воздействий (палы для раскрепления, соединительная эстакада, подходный канал, ограничительные сооружения);
- береговых сооружений и специальных устройств, обеспечивающих передачу и распределение электрической энергии потребителям (повышающие трансформаторы, закрытые распределительные устройства, тепловой пункт, очистные сооружения, гараж, административные здания).

По эстакаде осуществляется транспортная и коммуникационная связь (трубопроводы воды и теплоснабжения, кабели выдачи электроэнергии, связи и автоматики, трубопроводы фановосточных вод).

ПАТЭС имеет следующие преимущества по сравнению с наземной атомной электростанцией (АЭС):

- строительство ПАТЭС в условиях судостроительного завода, в отличие от экспедиционного метода постройки АЭС, способствует более высокому качеству исполнения и обеспечивает конкурентоспособность по объему начальных капитальных затрат;

- выбор места установки ПАТЭС не зависит от наличия у потребителя электроэнергии, транспортной инфраструктуры и подъездных путей, необходимых для обеспечения строительства и эксплуатации АЭС;

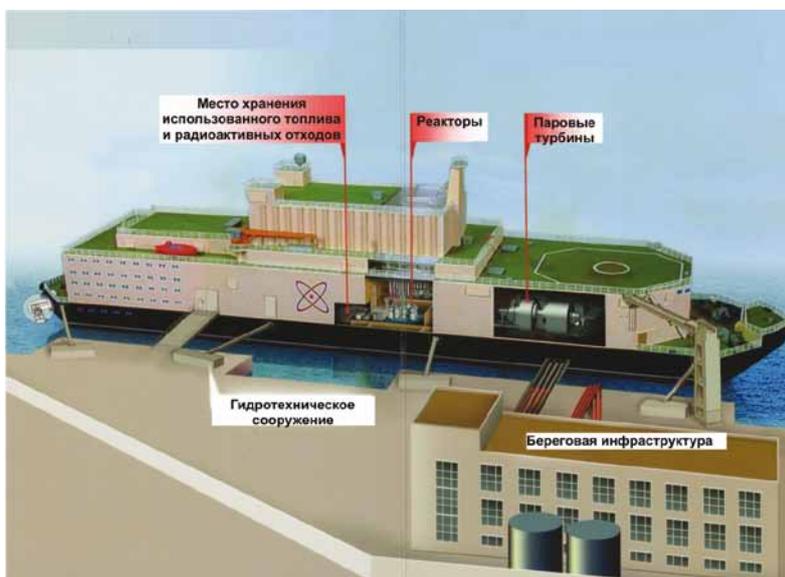


Рис. 3. Состав ПАТЭС

– не отчуждаются и безвозвратно не теряются территории для строительства сооружений АЭС, прокладки технических коммуникаций, подъездных транспортных путей и строительства водоканалов;

– ПАТЭС после окончания ее эксплуатации возвращается на завод, а на месте ее базирования не остается следов экологического воздействия.

Таковыми же преимуществами обладают плавучие дизельные электростанции (ПДЭС) по сравнению с наземными дизельными электростанциями.

Однако до сих пор не решены следующие проблемы ПАТЭС:

– нормативная база защищенности атомной энергетической установки (АЭУ) может быть только судовой, соорудить же достаточно эффективный защитный контеймент невозможно из-за условий обеспечения плавучести. Фактически реакторы, хранилища отработанного топлива, резервуары с жидкими радиоактивными отходами не могут быть защищены от современных воздушно-космических объектов и оружия, которое может быть использовано в терактах;

– для защиты корпуса плавучий энергоблок (ПЭБ) должен быть огорожен специальным бетонным молем, строительство и, главное, сохранение целостности которого в условиях Арктики и Дальнего Востока затруднено;

– при замещении ПЭБ, например, при плановом доковом ремонте, которое должно производиться в заводских условиях, на его место необходимо доставить замещающий блок, что неизбежно приводит к удорожанию проекта.

Кроме того, отмечаются следующие дополнительные риски [4]:

– возможность нападения подводных террористов на действующую установку;

– возможность повреждения АЭУ при длительном переходе в открытом море и радиоактивного заражения;

– необходимость длительного хранения радиоактивных отходов до передачи на береговое предприятие для переработки и хранения.

Основные параметры плавучих теплоэлектростанций (ТЭС) приведены в табл. 1.

Основные параметры плавучих ТЭС

Параметр и размерность	ПАТЭС	ПДЭС
Разработчик	ОАО «ЦКБ «Айсберг», Россия	«Waller Marine», США
Тип реакторной установки	КЛТ-40С	-
Количество реакторных установок	2	-
Длина судна, м	144,2	62,9
Ширина судна, м	30,0	31,8
Высота борта, м	10,0	4,8
Осадка, м	5,6	2,9
Водоизмещение, т	21500	4265**
Электрическая мощность, МВт	2x35	72
Вырабатываемая тепловая энергия, Гкал/ч	147	.
Производительность опресн. установки, м ³ /сут	240	.
Численность обслуживающего персонала	58	15
Стоимость строительства, млн.долл.	337*	75,7**
Удельные капитальные вложения, долл./кВт	4814*	1051**
Срок окупаемости капиталовложений, число лет	8–12*	.

* По данным проектанта
** Оценка авторов

ИСХОДНЫЕ ПРЕПОСЫЛКИ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЭС

1. Расчет экономических и инвестиционных показателей, а также их сопоставительная оценка выполнены в соответствии с [5]. Курс доллара в расчетах принят 30,19 руб.

2. Рассмотрены следующие варианты ТЭС:

• ПАТЭС:

1.1. Без учета реализации тепловой энергии;

1.2. С учетом реализации тепловой энергии для получения тепла или опреснения морской воды;

• ПДЭС:

2.1. Без системы утилизации выхлопных газов (УВГ) и охлаждающей воды (ОВ) дизель-генераторов с береговым резервуарным парком (БРП);

2.2. С системой УВГи ОВ дизель-генераторов с БРП;

2.3. С системой УВГи ОВ без БРП и доставкой топлива судами с резервуарной базы флота.

3. ПАТЭС строится в г. Санкт-Петербург на ОАО «Балтийский завод» в течение трех лет, ПДЭС – в г. Находка (сухой док в порту Восточный) в течение двух лет. Размер серии – 7 ед.

4. Эксплуатационный период принят равным 40 лет. Он включает:

• для ПАТЭС – 3 эксплуатационных цикла по 12 лет и 2 буксировки в Санкт-Петербург с последующим заводским ремонтом и заменой активных зон общей продолжительностью по 2 года;

• для ПДЭС – 2 эксплуатационных периода, один в 25 лет и второй в 14,5 года. В промежутке между ними выполняется капитальный заводской ремонт продолжительностью 0,5 года.

5. Затраты по береговым объектам, предназначенным для передачи электроэнергии и тепла до конечного

Таблица 1

го потребителя, не учтены, так как их строительство и эксплуатация будут финансироваться за счет тарифов на услуги по передаче электрической и тепловой энергии, действующих в регионе.

6. Производство электроэнергии принято постоянным по всем годам эксплуатационного цикла: 455 млн. кВт-ч/год для ПАТЭС и 480 млн. кВт-ч/год для ПДЭС. Дополнительно учтено производство тепловой энергии: 900 тыс. Гкал/год на ПАТЭС и 330 тыс. Гкал/год на ПДЭС. Условная энергия определена из расчета 1 Гкал = 1163 кВт-ч.

7. При оценке доходов от производства энергии использованы действующие

щие в Камчатском крае тарифы [6, 7] за вычетом тарифов на услуги по передаче энергии (на электрическую 13,67 цент./кВт-ч, на тепловую 61,42 цент./Гкал.)

8. Затраты на топливо для ПДЭС определены исходя из годового расхода 90,5 тыс.т и цены в п.Пусан около 500 долл./т.

9. В качестве основного критерия принят индекс доходности инвестиций (PI), вычисленный по формуле

$$PI = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Капитальные затраты}} + 1.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЭС

Результаты сравнительной оценки экономических и инвестиционных показателей ТЭС приведены в табл. 2 и 3 и на рис. 4 и 5.

Как видно из рис. 4, основную долю тарифа ПДЭС составляют затраты на приобретение топлива, его доставку и хранение в межнавигационный период (66,8%), а тарифа ПАТЭС – прибыль (46,4%).

Из рис. 5 видно, что эксплуатация ПДЭС станет выгоднее, чем ПАТЭС, при снижении цены топлива до уровня 465 долл./т и ниже. Это с учетом динамики цен на бункеровочном рынке представляется маловероятным, например, в январе 2011 г. тяжелое топливо в рассматриваемом регионе уже стоило 575 долл./т.

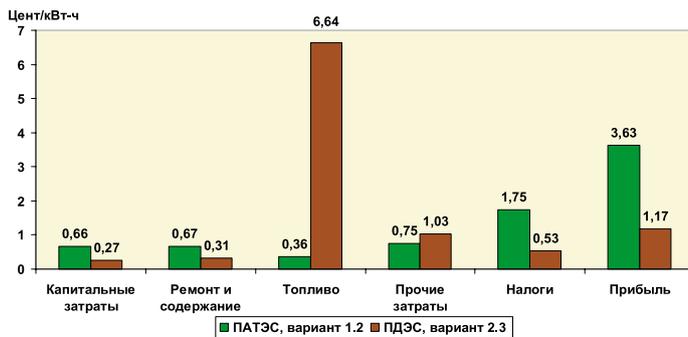


Рис. 4. Сопоставление основных статей тарифа на условную энергию, цент./кВт-ч

ВЫВОДЫ

1. Применительно к ценам и тарифам, действующим в рассмотренном регионе, плавучая атомная теплоэлектростанция (вариант 1.2) имеет неоспоримое преимущество перед всеми рассмотренными вариантами плавучей дизельной электростанции и приемлемые для отечественных и зарубежных инвесторов экономические и инвестиционные показатели.

2. Убыточность плавучей дизельной электростанции в первую очередь связана с высокой стоимостью топливной составляющей в тарифе на отпускаемую энергию.

Одним из возможных путей улучшения ее экономических показателей может

Таблица 2
Сравнительная оценка капитальных затрат на строительство ТЭС, млн. долл.

Статья затрат	ПАТЭС	Варианты ПДЭС		
		2.1	2.2	2.3
Строительная стоимость серийной ТЭС	337,0	75,7	80,1	80,1
Транспортировка ТЭС на место установки	8,9	1,3	1,3	1,3
Гидротехнические работы	13,2	9,4	9,4	9,4
Прокладка подводного кабеля	0,1	0,1	0,1	0,1
Строительство БРП на 50 тыс.м ³	-	69,8	69,8	-
Прокладка подводного трубопровода	-	0,3	0,3	-
ВСЕГО	359,2	156,4	161,0	90,9

Таблица 3
Сравнительная оценка экономических и инвестиционных показателей ТЭС

Показатель	Варианты ПАТЭС		Варианты ПДЭС		
	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3
Капитальные затраты, млн. долл.	359,2	359,2	156,4	161,0	90,9
Удельные капитальные вложения на условную энергию, долл./кВт	5186,7	1571,5	2140,7	1224,6	691,4
Эксплуатационные расходы, млн. долл.	960,3	960,3	2660,5	2649,3	2721,6
Доход государства (налоги), млн. долл.	303,8	944,6	2,8	173,1	179,5
Общие затраты, млн. долл.	1623,3	2264,1	2819,7	2983,5	2992,1
Объем производства электроэнергии, млн. кВт-ч	16380,0	16380,0	18960,0	18960,0	18960,0
Объем производства тепловой энергии, тыс. Гкал	-	32400,0	-	13035,0	13035,0
Объем производства условной энергии, млн. кВт-ч	16380,0	54061,2	18960,0	34119,7	34119,7
Тариф на условную энергию, цент/кВт-ч	13,67	7,82	13,67	9,94	9,94
Доход, млн. долл.	2238,6	4228,6	2591,2	3391,8	3391,8
Чистый доход (прибыль), млн. долл.	615,3	1964,5	-228,5	408,3	399,7
Чистый дисконтированный доход (дисконт 7,75%), млн. долл.	-59,9	287,5	-155,9	18,2	56,8
Уровень ВНД, %	6,0	15,5	-	8,9	14,1
Срок окупаемости, лет	13	5	-	9	6
Дисконтированный срок окупаемости, лет	-	7	-	22	9
Индекс доходности инвестиций	2,7	6,5	-0,5	3,5	5,4

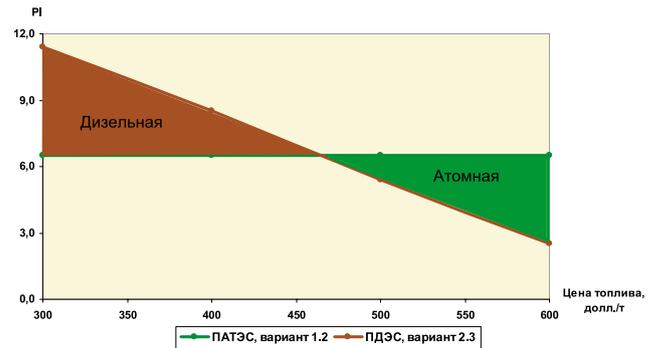


Рис. 5. Целесообразные области применения ТЭС в зависимости от уровня цен на топливо

быть использование тепловой энергии выхлопных газов и охлаждающей воды. Однако вследствие низкого уровня ВНД такое решение не обеспечит инвестиционной привлекательности ПДЭС.

Наиболее целесообразным путем улучшения экономических показателей такой станции может быть сокращение объема капитальных вложений за счет отказа от строительства собственного берегового резервуарного парка, при этом инвестиционные показатели ПДЭС приближаются к показателям ПАТЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Известия, 2010, №118 (28133).

2. Русский меценат, 2010 г., вып. 9 (сентябрь).
3. Петербургский дневник, №28 (292).
4. Offshore Marine Technology. – 3 rd. – Quarter, 2010. p. 36, 37.
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М.: Экономика, 2000.
6. Тарифы на электрическую энергию, поставляемую в Камчатские электрические сети, населению и прочим потребителям Камчатского края, действующие с 1 января 2010 г.
7. Тарифы – предельные уровни тарифов на тепловую энергию, производимую электростанциями, осуществляющими производство в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии в Камчатском крае на 2010 г. ■

Международная морская организация (ИМО) постоянно корректирует правила подготовки, компетентности и дипломирования всех членов экипажей судов. Во исполнение резолюции А.248(VII), принятой Ассамблеей Межправительственной морской консультативной организации (с 22.05.1982 г. – ИМО) 15 октября 1971 г., организация созвала Международную конференцию по подготовке и дипломированию моряков, которая была проведена в Лондоне 14 июня – 7 июля 1978 г. Конференция, созданная в сотрудничестве с Международной организацией труда, приняла Международную конвенцию о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. (ПДМНВ–78). Она вступила в силу 28 апреля 1984 г.

После этого в 1991 и в 1994 гг. к Конвенции были приняты поправки. Впоследствии в 1995 г. на конференции в Лондоне было пересмотрено Приложение к Конвенции, которое выделило детали положений о компетентности персонала судов и другие дополнения в Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДМНВ), принятый резолюцией 2-й конференции, состоящей из части А – Обязательные требования в отношении положений Приложения к Конвенции ПДМНВ и части В – Рекомендованное руководство в отношении положений Конвенции ПДМНВ и Приложения к ней. Новое Приложение к Конвенции и Кодекс ПДМНВ вступили в силу 1 февраля 1997 г.

Комитет по безопасности на море на своей 81-й сессии (10–19 мая 2006 г.) решил серьезно пересмотреть Конвенцию и Кодекс. Пересмотр этих инструментов был подтвержден Стратегическим планом организации на 2008–2013 гг.

В июне 2010 г. в г. Манила состоялась конференция сторон международной Конвенции, где было принято несколько поправок к ее Приложению [1].

В последней редакции даны определения таких специалистов, как электромеханик (лицо командного состава, имеющее квалификацию и диплом в соответствии с Положениями правила III/6 Конвенции) и электрик (лицо рядового состава, имеющее квалификацию и профессиональные навыки в соответствии с Положениями правила III/7 Конвенции).

В связи с ростом мощности электроэнергетических установок, которые на современных судах становятся единственными и высоковольтными, появилась настоятельная необходимость определить международные требования к квалификации и дипломированию членов судовой электрогруппы. Подготовка специалистов в отечественных морских высших учебных заведениях ведется в соответствии с современными образовательными стандартами, которые отве-

ТРЕБОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ ПДМНВ (STCW) К СУДОВЫМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАМ

В.В. Романовский, *д-р техн. наук, проф.*,
О.А. Зубин, *доцент, ГМА им. адм. С.О. Макарова*,
контакт. тел. +7 911 7711 041

чают требованиям Конвенции, однако, как и при подготовке судовых механиков, необходимо более четко учитывать международные требования к их практической, тренажерной и морской (общей) подготовке.

Правило III/6 указывает на то, что каждый электромеханик морского судна с главной двигательной установкой мощностью 750 кВт и более должен иметь профессиональный диплом, закончить одобренное образование и подготовку и отвечать требованиям к компетентности, предусмотренным в разделе А-III/6 Кодекса ПДМНВ. Таким образом, остаются требования о наличии диплома о профессиональном электромеханическом образовании и практических навыках (рабочий диплом).

Оценка компетентности электромехаников на соответствие требованиям ПДМНВ будет проводиться до 1 января 2012 г., после чего действующие дипломы подлежат замене. Вместе с тем указано, что если электромеханик работал в своей должности на морском судне с главной двигательной установкой мощностью более 750 кВт в течение не менее 12 месяцев за последние 60 месяцев, предшествующих вступлению в силу данного правила, он может быть признан отвечающим вышеуказанным требованиям. Поэтому эти вопросы находятся в ведении отечественных морских администраций.

Особенностью Правила III/6 является то, что судовой электромеханик должен отвечать требованиям к компетентности, обозначенным в п. 2 разд. А-VI/1, пп. 1–4 разд. А-VI/2, пп. 1–4 А-VI/3 и пп. 1–3 разд. А-VI/4 Кодекса ПДМНВ гл. VI, касающихся функций, связанных с чрезвычайными ситуациями, охраной труда, охраной судна, медицинским уходом и борьбой за живучесть, т.е. теми же, что и для судовых механиков.

Раздел А-III/6 посвящен обязательным требованиям к дипломированию электромехаников. Таблица А-III/6 «Спецификация минимальных требований к компетентности электромехаников» в функции: «электрические, электронные установки и системы управления на уровне эксплуатации» содержит четыре раздела.

Раздел «Компетентность» включает в себя следующие позиции: контроль работы электрических, электронных установок и систем управления; контроль работы автоматических систем управления главной двигательной установкой и вспомогательных механизмов; эксплуатация электрогенераторов и систем распределения (сетей); эксплуатация и техническое обслуживание систем напряжением свыше 1000 В; работа с компьютером и компьютерными сетями на судах; использование английского языка в устной и письменной форме; использование внутрисудовой связи.

Итак, законодательно включена в функции электромеханика работа с оборудованием напряжением свыше 1000 В. Такое требование создает необходимость формирования во всех морских учебных заведениях дисциплины и лабораторной базы с элементами высоковольтной техники.

В функции «техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации» говорится о техническом обслуживании и ремонте электрического и электронного оборудования, систем автоматизации и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами, навигационного оборудования мостика и судовых систем связи, электрических и электронных устройств и систем управления палубных механизмов и оборудования обращения с грузом, систем управления и безопасности оборудования жизнеобеспечения.

Раздел «Знание, понимание и профессионализм» включает в себя перечень учебных вопросов, входящих в учебные программы большинства морских учебных заведений страны. Однако подчеркнута необходимость знания не только традиционных вопросов устройства и эксплуатации электрооборудования, но и технологии высоких напряжений. Здесь же говорится о необходимости этих знаний при работе с судовыми электрическими системами, при этом подчеркивается невозможность эксплуатации электрооборудования до того, как персонал получит разрешение на работу с ним. Наряду с традиционными требованиями к знанию и пониманию принципов действия судового электрооборудования, особо отме-

чена необходимость знания функций и проверки характеристик следующего оборудования: системы мониторинга, измерений, устройств автоматического контроля, устройств защиты. Это связано с целенаправленным введением в эксплуатацию независимых регистраторов или других схожих по назначению систем. Новым является требование знания принципов и процедур технического обслуживания навигационного оборудования, внутрисудовой и внешней радиосвязи, хотя внутрисудовая связь всегда была в ведении электромехаников. Подчеркнута необходимость знания электрических и электронных устройств, находящихся во взрыво- и пожароопасных средах.

В разделе «Методы демонстрации компетентности» указано, что экзамен и оценка доказательств (компетентности) получены на основе одобрений одного или более показателей: стаж работы на судах; стаж подготовки на учебном судне; подготовка на тренажере, если это применимо; подготовка на лабораторном оборудовании. Необходимо отметить, что появление понятия «одобренная подготовка на тренажере» требует наличия в учебном заведении одного или нескольких тренажеров для подготовки электромехаников.

Раздел «Критерии для оценки компетентности» свидетельствует о необходимости опираться на обеспечение рабо-

ты оборудования и систем по эксплуатационной документации.

Если колонка «Методы демонстрации компетентности» повторяет в целом содержание этой же колонки в предыдущей функции, то, говоря о «критериях для оценки компетентности», особое внимание надо уделять обеспечению безопасности как установленного на судне оборудования, так и ручного инструмента, измерительного и проверочного оборудования. Отмечена необходимость выполнения всех прописанных в технической документации процедур и правильность их понимания.

При рассмотрении функции «Эксплуатация судна и забота о людях на уровне эксплуатации» исходят из следующих требований к достижению требуемой компетентности: выполнение требований по предотвращению загрязнения окружающей среды; предотвращение, контроль и борьба с пожаром на судне; эксплуатация спасательных средств; оказание первой медицинской помощи на судне, применение навыков лидерства, способствующих безопасности персонала и судна (ранее – «Борьбой за живучесть судна»). Эти требования несколько отличаются от требований к вахтенным механикам [2], прежде всего отсутствием обязанностей по поддержанию судна в мореходном состоянии и наблюдению за выполнением нормативных требований.

Однако в компетентность электромеханика введена обязанность контроля за пожаробезопасностью, очевидно в связи с его ответственностью за работу аварийно-пожарной сигнализации. Отсутствие обязанности наблюдения за выполнением нормативных требований несколько снижает ответственность электромеханика за состояние судового оборудования в целом.

Таким образом, по сравнению с предыдущим набором дисциплин при проверках знаний и составлении учебных планов целесообразно обращать внимание на вопросы, связанные с эксплуатацией высоковольтного (свыше 1000 В) оборудования, навигационного оборудования, электрооборудования, работающего во взрыво- и пожароопасных средах, и технику безопасности во всем спектре эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики, включая плавучие атомные электростанции и плавучие буровые установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДМНВ-78) с поправками (консолидированный текст). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 424 с.
2. Пурда А.С., Романовский В.В. Дополнительная подготовка судовых инженеров // Морской журнал. – 1999. – №4. – С.42–43. ■

После продолжительной болезни на 71-м году жизни скончался доктор технических наук, профессор кафедры теоретической механики Виктор Исаакович Поляков (05.10.1941–19.07.2012).

Свою трудовую деятельность Виктор Исаакович начал в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова в 1964 г. после окончания Ленинградского кораблестроительного института. Там сформировался как ведущий специалист в области вибрации судов, успешно защитив диссертацию кандидата технических наук в 1977 г.

С 1991 г. он работал в должности доцента кафедры теоретической механики Ленинградского кораблестроительного института. Виктор Исаакович успешно совмещал педагогическую деятельность с научно-исследовательской работой, являясь главным инженером Научно-производственного объединения «Полярная звезда». Широкая эрудиция и высокий уровень профессиональной подготовки позволили Виктору Исааковичу в 2004 г. с успехом защитить докторскую диссертацию. В 2005 г. Виктора Исааковича Полякова избирают на должность

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

НПО «Полярная звезда»,
контакт. тел. (812) 757 1222



профессора кафедры теоретической механики.

Многие студенты получили свои первые знания в области механики и теории колебаний благодаря педагогическому таланту и энтузиазму Виктора Исааковича. Его лекции пользовались большой популярностью в среде студентов, увлекая их в мир интересных научных исследований.

Доброта и отзывчивость Виктора Исааковича всегда привлекали к нему окружающих его людей, среди которых он пользовался заслуженным уважением. Продолжительная болезнь не заставила его отказаться от активной работы в стенах нашего университета. Он с удивительным мужеством преодолевал все трудности, оставаясь в рядах преподавателей до последних дней.

Плодотворная деятельность Виктора Исааковича как преподавателя и ученого оставила глубокий след в истории Санкт-Петербургского морского технического университета.

**Мы всегда будем помнить
о нашем замечательном коллеге
Викторе Исааковиче Полякове**

Настоящей статьёй «Северная верфь» завершает цикл публикаций, посвященных столетию предприятия, празднование которого намечено на 14 ноября 2012 г.

ОАО «СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»: НА ПУТИ К СТОЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ

ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (812) 324 2914

Переход России к рыночным формам хозяйствования, начатый в 90-х гг. прошлого века, привел к глубокому кризису экономики страны в целом и судостроительной отрасли в частности. Начатый в июне 1992 г. процесс приватизации верфи должен стать темой отдельного исследования. Но общий развал промышленности, лавина неплатежей и практически полное прекращение военного кораблестроения вели к задержкам с выплатой заработной платы, сокращению численности и уходу с верфи наиболее активной части специалистов. Критическая ситуация сложилась на отечественном морском и речном флоте. Действующие налоговое и таможенное законодательства ухудшили инвестиционные возможности судостроителей и судовладельцев и сделали неконкурентоспособными предприятия, вынуждая судоходные компании размещать заказы за рубежом.

Однако, несмотря на эти события, работа не прекращалась, «Северная верфь» передала флоту 17-й серийный эсминец пр. 956 «Бесстрашный» (1994 г.), совместно с руководством ВМФ была составлена программа ремонтов. Существенно возросли объемы гражданского судостроения – в 1993 г. было сдано судно с горизонтальным способом погрузки (ро-ро) «Павловск» пр.16071; в 1994 г. сдан головной балкер пр. 15760 «Донбасс», а в 1995 г. – еще три серийных судна «Вальзергаль» и «Питцаль», «Оетсталь». Кроме того, заказчику было передано три насыщенных корпуса того же проекта. Учитывая, что заказчиком являлась австрийская фирма, имена кораблям были даны по названиям деревушек и курортов Австрии.

В 2000 г. на заводе была сформирована программа сотрудничества ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» с Министерством транспорта России. Задачу пополнения российского торгового флота было решено начать со строительства среднетоннажных судов. В 2002 г. был сдан головной сухогруз класса «река-море» пр. 01010 «Св. Апостол Андрей», а в 2003 г. – «Св. князь Владимир», «Святитель Алексей», «Св. Георгий Победоносец» (рис. 1) для Северо-Западного речного пароходства. Научно-технический потенциал российского судостроения был еще достаточно высок, но в это время, причем не только в судостроении, начали проявляться тенденции сокращения числа собственных разработок технологий и приобретения лицензий за рубежом. Верфью были предприняты определенные шаги по поиску перспективного вектора в гражданском судостроении. На основе анализа специализации других отечественных верфей, с учетом особенностей собственной производственной базы и высокой потребности рынка с 2004 г. на «Северной верфи» началась подготовка производства под строительство судов снабжения морских буровых платформ на экспорт (по норвежским проектам компании «Vik-Sandvik», в настоящее время – «Wärtsilä Ship Design»).



Рис. 1. Сухогруз пр. 01010

Как известно, доля стоимости корпуса не превышает 35% стоимости судна, а квалифицированная достройка – остальное. В 2005 г. норвежская компания «Eidesvik Drift ASB» заключила контракт с верфью на строительство двух насыщенных корпусов судов снабжения пр. VS470PSV MkII. Корпуса были поставлены заказчику в 2006 г. Работа, выполненная с высоким качеством, основанном на почти 100-летнем опыте кораблестроения, принесла свои плоды, и в 2008 г. «Северная верфь» заключила контракт еще с одной норвежской компанией «Siddis Skipper AS» на строительство также насыщенного корпуса пр. VS470PSV MkII. В ходе строительства заказчик решил строить это судно «под ключ». Оно успешно прошло весь комплекс испытаний и было передано заказчику в согласованные сроки – в сентябре 2010 г. В 2008 г. был заключен контракт с норвежскими компаниями «Solvik Hull Supplies AS» и «Solvik Hull Supplies 11 AS» на строительство двух насыщенных корпусов судов нового, более совершенного пр. VS485PSV. Один корпус этого проекта передан заказчику в ноябре 2009 г., а контракт на второй был также перезаключен на строительство судна «под ключ». Крещение построенного верфью «Solvik Supplies» и идентичного «Troms Artemis», корпус которого строили в Турции, а достраивали в Норвегии, на верфи «Холлсей», происходило в ноябре 2011 г. (рис. 3). Норвежские специалисты констатировали высокое качество российской постройки и хорошие перспективы дальнейшего сотрудничества.



Рис. 2. Крещение судов в Норвегии



Рис. 3. Судно снабжения буровых платформ VS485PSV

ФГУП «Рособоронэкспорт» подписал контракт на поставку эскадренных миноносцев пр. 956 в КНР. Дело в том, что после принятия решения о прекращении строительства серии из 32 эсминцев пр. 956 на стапелях остались недостроенными три корпуса, заложенных в 1988–1993 гг. Два из них – «Важный» и «Вдумчивый» – были достроены для ВМС КНР по пр. 956Э в 1999–2000 гг. Третий – «Буйный» – разобрали. Высокие боевые качества этих кораблей способствовали помещению заказа еще на два эсминца пр. 956ЭМ (рис. 4), которые были построены менее чем за четыре года.



Рис. 4. Эсминец пр. 956

Одними из традиционных направлений работы верфи всегда были проведение ремонтов и модернизация кораблей и судов, причем не только собственной постройки, но и постройки других верфей. Среди отремонтированных особое место занимают легендарный крейсер «Аврора» (1984–1987 гг.), построенная на верфи по заказу Управления делами Президента



Рис. 5. Теплоход «Россия»

РФ яхта «Россия» (рис. 5) (2002 г.). В 2010 г. был завершен ремонт большого противолодочного корабля «Вице-адмирал Кулаков» Северного флота. С 2008 г. по линии ФГУП «Рособоронэкспорт» на верфи проходили ремонт и модернизацию кораблей пр. 1159Т и 1234 МЭ ВМС Алжирской Народной Демократической Республики. В 2011 г. завершен ремонт двух этих кораблей, а два других будут переданы заказчику в 2012 г. и на ремонт прибывает третья пара. В канун 65-летия Победы, в период «перезагрузки», российским правительством было принято решение поручить «Северной верфи» изготовить новые мачты для флагмана «полярных конвоев» крейсера «Белфаст» (рис. 6), который сегодня является кораблем-музеем и стоит на



Рис. 6. Монтаж мачт на крейсере «Белфаст»

Темзе, в центре Лондона. Такое решение было принято не случайно, дело в том, что начиная с 1942 г. в конвоях принимали участие эсминцы, построенные на нашей верфи: это «Грозный» (пр. 7, 1938 г.), «Гремящий» (пр. 7, 1939 г.) и «Валериан Куйбышев» (типа «Новик», 1927 г.). Поставленная задача при всей кажущейся простоте оказалась достаточно сложной. Полного комплекта чертежей ажурных конструкций мачт не нашлось, а имевшиеся были выполнены в дюймовой системе – тем не менее работы были выполнены блестяще, что стало возможным благодаря многолетнему планомерному внедрению на верфи интеллектуальных технологий и широкому применению 3D-моделирования.

К 300-летию Санкт-Петербурга был построен головной (серия из 4 ед., 2002–2009 гг.) служебно-разъездной катер связи «Буревестник» пр. 21270, с борта которого принимался торжественный парад кораблей на Неве.

Новая страница в истории «Северной верфи» началась только в первой половине 2000 г., когда было выработано

и утверждено ТТЗ на проектирование корвета, а победителем конкурса среди проектных бюро было объявлено ФГУП ЦМКБ «Алмаз». Корабли пр. 20380 способны решать различные задачи, от поиска и уничтожения подводных лодок до нанесения ракетных ударов по боевым кораблям противника и огневой поддержки десанта морской зоны. Закладка головного корвета, которому было присвоено название «Стерегущий» (рис. 7) состоялась 21 декабря 2001 г. При строительстве корвета основой для разработки рабочей документации стала его трехмерная электронная модель, которую предприятие начало самостоятельно создавать по бумажным документам проектанта.



Рис. 7. Корвет пр. 20380 «Стерегущий»

16 мая 2006 г. «Стерегущий» был спущен на воду. В нем были воплощены все достижения современной кораблестроительной науки. При его реализации были использованы идеи 21 патента, выдано 14 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. Архитектура корабля (надстройки созданы из негорючего радиопоглощающего стеклопластика) по технологии Stels делает его малозаметным для радиолокаторов противника и визуального наблюдения.

28 февраля 2008 г. на корабле состоялась церемония подъема Андреевского флага. В продолжение строительства серии на заводе в марте 2010 г. спущен на воду первый серийный корвет того же проекта «Сообразительный», который существенно превосходит головной корабль по составу оружия и вооружения. Поднятие на нем флага ВМФ состоялось 14 октября 2011 г. В апреле этого же года на воду был спущен второй серийный корвет «Бойкий», его сдача намечена на 2012 г. Продолжается строительство третьего корабля «Стойкий» (он спущен 30 мая 2012 г.), и будет сдан ВМФ в 2013 г. Дальнейшее развитие корветов по модернизированному пр. 20385 начато с закладки первого корабля «Гремящий» в 2011 г. Суммарно верфь построит восемь кораблей этих проектов.

Государственным оборонным заказом на 2002 г. было предусмотрено создание перспективного боевого многоцелевого корабля пр. 22350 разработки Северного проектного бюро. По результатам конкурса в октябре 2005 г. предложение завода на право строительства было признано лучшим.

Головной фрегат пр. 22350 был заложен 1 февраля 2006 г. Приказом Главкома ВМФ фрегату было присвоено имя «Адмирал Флота Советского Союза Горшков» (рис. 8). Это первый крупный надводный корабль, заложенный на верфях России за последние 15 лет. Фрегаты пр. 22350 – типичные корабли длиннополубачной конструкции со сплошной надстройкой. Физические поля фрегата минимизированы. Его полное водоизмещение составляет 4500 т, скорость полного хода – до 29 уз. Головной фрегат спущен на воду 29 октября 2010 г. По плану он должен вступить в строй в 2013 г.

В ноябре 2009 г. на стапеле был заложен первый серийный фрегат пр. 22350 «Адмирал флота Касатонов» со сроком сдачи 2014 г., второй – «Адмирал Головкин» – заложен 1 фев-



Рис. 8. Фрегат пр. 22350 «Адмирал флота Советского Союза Горшков» в плавучем доке перед спуском на воду

раля 2011 г. Особо следует отметить, что закладка фрегата «Адмирал Головкин» и корвета «Гремящий» состоялась в один день. Всего до 2018 г. планируется построить еще три фрегата этого проекта.

Строится и будет передано флоту в 2013 г. головное судно связи пр. 18280 для ВМФ РФ, разработанное ОАО ЦКБ «Айсберг». Учитывая тенденцию сближения требований к кораблям специального назначения и обеспечения ВМФ РФ и судам, поднадзорным Российскому Морскому Регистру судоходства, а также опыт строительства судов снабжения, в июне 2012 г. была одержана победа в аукционе, проведенном «Рособоронпоставка» и заключен государственный контракт на поставку трех судов тылового обеспечения пр. 23120.

Основные размеры судов: длина – ок. 90 м, ширина – ок. 22 м, осадка – ок. 9 м, водоизмещение – 10 000 т. Они должны соответствовать классу KM Arc 4 [1] AUT 1 DYNPOS-2 BMW Supple vessel (судно обеспечения) RMPS.

Таким образом, к своему столетию верфь вышла на режим серийного строительства корветов, фрегатов и судов снабжения различного применения, а также прошла сертификацию на право строительства кораблей с ядерной энергетической установкой, работу над обликом которых ведут ЦКБ-проектанты. Стоимость портфеля заказов до 2020 г. превышает 200 млрд. руб. Загрузка производственных мощностей по заключенным к настоящему времени контрактам составляет 75%, и есть резерв для строительства кораблей рассмотренных классов. Общая численность работающих на заводе – свыше 3500 чел.; 49% рабочих имеют высшие 4–5-е квалификационные разряды. В настоящее время более 20% сотрудников верфи – молодые люди в возрасте до 30 лет, 50% – в возрасте от 30 до 50 лет. Более 30% работающих трудятся на верфи свыше 10 лет.

В районе расположения верфи имеются две станции метрополитена, что снимает целый ряд транспортных и социальных проблем. Лицензия на право ведения образовательной деятельности позволяет верфи самой готовить рабочих судостроительных специальностей, а также повышать их квалификацию, а финансовое положение верфи – планомерно внедрять прогрессивные технологии, модернизировать имеющееся и закупать новое оборудование. На настоящий момент ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» располагает подъемно-спусковым комплексом из восьми стапельных мест (четыре – в крытом эллинге), объединенных между собой и с плавучим доком судовозными путями с трансбордерным устройством, позволяющим вести строительство кораблей и судов крупноблочным и поточно-позиционным методами. Механизованное корпусное производство плоских и криволинейных секций ведется на коксовых постелях, настраиваемых по математической модели поверхности наружной обшивки. Производственные цеха оснащены технологическими линиями и оборудованием с ЧПУ, управляемыми непосредственно с рабочего места конструктора по электронным данным 3D-моделей кораблей в процессе изготовления систем судовых трубопроводов, систем вентиляции, кондиционирования и др. Контроль геометрии корпусных деталей и конструкций ведется

ся в режиме online трехкоординатными высокоточными электронно-оптическими системами измерений. Верфь является лидером во внедрении информационных CALS-технологий, сквозной поддержки наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла, т.е. так называемой ИПИ-технологии.

Действующие мощности позволяют верфи реализовать планы, обозначенные в «Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу», а также «Комплексной целевой программой создания морских сил общего назначения ВМФ до 2025 г.».



Рис. 9. Завод с высоты птичьего полета

Несмотря на достаточно высокий производственный потенциал, на верфи есть полное понимание необходимости кардинального повышения технико-экономической эффективности производства с доведением его технического уровня до мировых стандартов – без этого невозможно обеспечить конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках судостроения.

Стратегический план развития мощностей «Северной верфи» предусматривает ее трансформацию в современное предприятие мирового уровня и может быть принят к незамедлительной реализации при наличии политического решения и определения источников финансирования. План базируется на следующих основополагающих принципах:

- реконструкция должна быть проведена поэтапно путем модернизации и технического перевооружения действующих производств без их остановки, а также строительства новых судостроительных объектов и сухих доков на свободной, не задействованной в производстве, территории, плотность застройки которой сейчас не превышает 55%;

- наращивание объемов производства и расширение судостроительной программы в процессе всего периода реконструкции, с выходом на новую проектную мощность к моменту завершения реконструкции;

- разделение строительства продуктового ряда кораблей и судов производственной программы в зависимости от их назначения и водоизмещения на два основных технологических потока, организованных по принципу «компакт-верфи» каждый.

В настоящее время в федеральную целевую программу «Развитие ОПК до 2020 г. и на дальнейшую перспективу» включен инновационный проект создания «производственного комплекса специального судостроения» для организации серийного строительства надводных кораблей классов «корвет», «фрегат», «эсминец».

Территориальное расположение СЗ «Северная верфь» (рис. 9) в непосредственной близости от Морского канала позволяет модернизировать производство, гармонично увязав эти работы с планами развития инфраструктуры и на основе минимальных финансовых затрат, что делает «Северную верфь» привлекательной для инвестиций и позволяет на ее базе создать современный судостроительный комплекс в морской столице России – Санкт-Петербурге. ■

Анем образования НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ – структурного подразделения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» – головного института ВМФ в области военного кораблестроения считается 3 сентября 1932 г. Накануне нарком по военным и морским делам утвердил штат Научно-исследовательского института военного кораблестроения (НИИВК). Одновременно были утверждены штаты созданных решением РВС СССР еще четырех научно-исследовательских институтов ВМФ, в том числе Артиллерийского научно-исследовательского морского института (АНИМИ) и Научно-исследовательского минно-торпедного института (НИМТИ).

Решая общую задачу по научно-обоснованию перспектив развития флота и внедрению новейших научно-технических достижений в военное кораблестроение, а также созданию новых кораблей, институты кораблестроения и вооружения в течение нескольких десятилетий развивались самостоятельно.

К середине 30-х гг. XX в. НИИВК стал авторитетным научным учреждением, занял лидирующее положение в области теории корабля (ходкости), строительной механики и корабельной энергетики. Большой вклад в их развитие внесли Ю.А. Шиманский, Г.И. Зотиков и др. При создании кораблей НИИВК координировал деятельность всех научных учреждений флота и в то же время непосредственно участвовал в разработке десятков проектов подводных лодок и надводных кораблей.

В 1938 г. в связи с передачей НИИВК Наркомату оборонной, а затем судостроительной промышленности был образован Научно-технический комитет (НТК) ВМФ, на который были возложены функции института. С августа 1938 г. по январь 1941 г. по обоснованным НТК заданиям, при непосредственном участии и под наблюдением его специалистов выполнено более ста проектов кораблей, многие из которых были утверждены правительством к постройке.

В предвоенные годы сотрудники АНИМИ активно участвовали в создании более двух десятков артиллерийских систем для строящихся кораблей и береговой обороны. Важным направлением деятельности этого института была разработка правил и методик стрельбы, боевого применения корабельной и береговой артиллерии, а также подготовка флотских специалистов. Большой вклад в создание морской артиллерии внесли Н.А. Сулимковский, С.М. Юрченко, А.С. Сухарев, С.Н. Юрышев.

80 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ВОЕННО-МОРСКОМУ ФЛОТУ

*В.П. Щеголихин, д-р техн. наук, проф., капитан 1 ранга в отставке,
контакт. тел. (812) 405 0781*

За восемь довоенных лет специалистами НИМТИ были развернуты работы по модернизации устаревших и созданию новых образцов торпедного, минного, трального и противолодочного оружия. При активном участии Г.И. Сохагина, С.И. Литвинова, А.И. Шевело были созданы торпеды, широко применявшиеся в годы войны. Под руководством А.Б. Гейро разработана первая отечественная авиационная беспарашютная якорная мина.

С началом Великой Отечественной войны деятельность научных учреждений ВМФ была направлена на обеспечение боевых действий флота. Ученые и специалисты институтов оперативно решали технические вопросы, связанные с устранением боевых повреждений и доработкой надводных кораблей и подводных лодок, с размещением на них средств гидроакустики, радиолокации и систем размагничивания, с усилением зенитного вооружения надводных кораблей.

За выдающиеся успехи в деле создания артиллерийского вооружения ВМФ, показавшего высокие боевые качества на фронте, АНИМИ в 1945 г. был награжден орденом Ленина.

После окончания Великой Отечественной войны начинается укрупненное развитие флота. Качественное решение многочисленных сложных научно-технических проблем, возникающих при интенсивном строительстве кораблей, было главной задачей воссозданного 22 декабря 1945 г. Центрального научно-исследовательского института военного кораблестроения, который с 1948 г. получил название 1 Институт ВМФ. Главной лабораторно-экспериментальной базой института стали корабли флота и полигоны для проведения испытаний в морских условиях. По опыту войны на море перед институтом была поставлена задача повысить мореходность надводных кораблей. Под научным руководством и при активном участии В.П. Белкина, Ф.С. Шлемова и Н.С. Соломенко были выполнены теоретические исследования и проведены комплексные мореходные испытания кораблей различных классов. Результаты этих работ сыграли решающую роль в повышении прочности и мореходности надводных кораблей всех последующих проектов. В 1946–1949 гг. под руководством

Н.Н. Лесникова и при активном участии Б.В. Замышляева проводился комплекс теоретических и экспериментальных исследований по конструктивной защите надводных кораблей.

Главной задачей институтов вооружения в эти годы стало обобщение опыта войны с целью создания новых образцов артиллерийского, минно-торпедного, противолодочного и противоминного оружия и определение наиболее перспективных направлений их развития. Ответственной задачей НИМТИ являлось обеспечение послевоенного траления. В результате активной работы институтов все построенные в 50-е гг. корабли оснащались вооружением и техникой только отечественного производства.

К середине XX в. развитие науки и техники приняло характер научно-технической революции, достижения которой – атомная энергетика, ракетно-ядерное оружие, радиоэлектронное вооружение – начали стремительно внедряться на флоте. Для решения научно-технических проблем, возникающих при создании баллистических, крылатых и зенитных ракет морского базирования, в 1948 г. был сформирован Научно-исследовательский институт реактивного вооружения – НИИ-4 ВМФ. Теоретические и экспериментальные исследования, которые проводились в институте под руководством и при непосредственном участии А.Т. Мельникова, П.Н. Маруты, А.С. Авдонина, А.Г. Вызолымского, В.Н. Шереметьева и А.А. Глухова позволили с 1954 г. начать широкомасштабные работы по созданию баллистических ракет для вооружения подводных лодок. 16 сентября 1955 г. впервые в мире с борта большой дизельной подводной лодки «Б-67» был осуществлен запуск баллистической ракеты.

В июле 1954 г. в Молотовске (ныне Северодвинск) началось строительство первой атомной подводной лодки. К этому времени в 1 Институте ВМФ была сформирована во главе с И.Д. Дорофеевым специальная группа, занимавшаяся корабельной атомной энергетикой.

В начале 60-х гг. были сданы флоту атомные подводные лодки, вооруженные баллистическими и крылатыми ракетами. Большой вклад в разработку и создание атомных подвод-

ных ракетноносцев первого поколения внесли сотрудники институтов кораблестроения и вооружения И.И. Чуфрин, М.С. Фаддеев, Ю.С. Вольфсон, К.К. Франтц, Н.П. Прокопенко, В.М. Чернышов. В процессе освоения атомной энергетики выросла целая плеяда крупных ученых: Я.Д. Арефьев, А.В.Кожевников, Ю.А. Убранцев, Е.Т. Янушковский.

В начале 60-х гг. XX в. перед институтами ВМФ была поставлена задача по созданию сбалансированного флота, включающего не только подводные лодки, но и крупные надводные корабли, способные в мирное время нести боевую службу и защищать интересы нашей Родины в любой точке Мирового океана.

С целью формирования общей системы вооружения флота институты оружия были объединены в Научно-исследовательский институт вооружения ВМФ, который с 1965 г. стал именоваться 28 НИИ ВМФ. По обоснованным институтом заданиям были созданы и приняты на вооружение комплексы баллистических и крылатых ракет повышенной дальности и точности стрельбы, многоканальные зенитные ракетные комплексы, уникальные, не имеющие аналогов за рубежом, комплексы торпедного и противолодочного оружия. Активное участие в их разработке и создании принимали М.П. Прохоров, Н.Ф. Дворядкин, А.А. Блудов, Г.И. Берлин, М.Н. Бухарцев, Г.В. Лонгвинович, Ю.Л. Коршунов, Б.К. Лямин, Е.Б. Свечников.

В 60–80-е гг. совершенствование атомных подводных лодок шло в направлении увеличения боекомплекта стартующего из-под воды ударного оружия, размещения более эффективных образцов радиоэлектронного вооружения, снижения уровней их физических полей, прежде всего шумности, увеличения глубины погружения, скорости хода и автономности плавания. Большой вклад в разработку и создание атомных подводных лодок второго и третьего поколений внесли ученые и специалисты 1 Института ВМФ Л.Ю. Худяков, В.Н. Китаев, В.И. Новиков, В.Р. Мاستушкин, К.И. Мартыненко, В.Н. Иванов, В.Н. Левашов, Ю.Ф. Плигин, И.Д. Пивен, К.Г. Абрамян.

Под руководством В.З. Аксель-Рубинштейна, А.Н. Бухарина, В.П. Молчанова, Л.А. Тиунова, В.Г. Чвырева проводились теоретические и лабораторные исследования, натурные испытания на кораблях и береговых стендах, результатом которых стало существенное улучшение обитаемости подводных лодок и надводных кораблей.

По мере расширения районов действия флота, выхода его в Мировой океан все очевиднее становилась необходимость создания отечественных авианесущих кораблей. Ведущая роль в решении многих сложных научно-технических проблем при создании этих принципиально новых для отечественного флота кораблей в 1 Институте ВМФ принадлежала Б.А. Колызаеву, О.Т. Сафронову, А.А. Борисову, Ю.П. Бобарыкину, Г.Ф. Соколину.

В 70–80-е гг. по научным работкам 1 Института ВМФ велось строительство атомных и газотурбинных ракетных крейсеров, эсминцев, больших противолодочных кораблей, сторожевых и малых кораблей различных проектов. Активное участие в создании и испытаниях этих кораблей принимали А.А. Савин, А.Н. Блинов, И.М. Стецюра.

Значительный вклад в повышение скрытности и защищенности подводных лодок и надводных кораблей по физическим полям внесли доктор технических наук профессор Я.Ф. Шаров, А.В. Авринский, В.Н. Пархоменко, Б.М. Кондратенко и др.

Главный итог деятельности институтов кораблестроения и вооружения ВМФ во второй половине XX в., которая осуществлялась в тесном сотрудничестве с научными, проектными, производственными и административными организациями и учреждениями флота, Академией наук, судостроительной и другими отраслями промышленности, заключался в создании одного из самых мощных в мире океанского ракетно-ядерного флота. Развертывание в океане группировок отечественных атомных подводных лодок с баллистическими ракетами на борту обеспечило достижение паритета с США в области стратегических ядерных вооружений.

В последние десятилетия во главе институтов стояли видные ученые и организаторы науки. 1 Институт ВМФ (НИИ ВК РФ) возглавляли: инженер-вице-адмирал, заслуженный деятель науки и техники, доктор технических наук, профессор Л.А. Коршунов (1950–1969 гг.); вице-адмирал, Герой Социалистического Труда, заслуженный деятель науки и техники, доктор технических наук, профессор В.Н. Буров (1969–1983 гг.); вице-адмирал, доктор технических наук, профессор М.М. Будаев (1983–1992 гг.); контр-адмирал, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ И.Г. Захаров (1992–2006 гг.); капитан 1 ранга, доктор технических наук, профессор, лауреат Правитель-

ственной премии РФ Л.Н. Яшенькин (2006–2007 гг.). С 2007 г. по настоящее время институт возглавляет капитан 1 ранга, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ А.В. Архипов.

28 Институт ВМФ возглавляли: вице-адмирал, Герой Социалистического Труда, доктор военно-морских наук, профессор Н.И. Боравенков (1962–1984 гг.); контр-адмирал, кандидат военно-морских наук А.М. Петров (1984–1991 гг.); контр-адмирал, доктор военных наук, профессор В.Т. Мартыненко (1991–1996 гг.); вице-адмирал В.А. Корнюшко (1995–1996 гг.); вице-адмирал Ю.А. Сухачев (1998–1999 гг.).

За успешное выполнение заданий по разработке, созданию и освоению новой техники институт кораблестроения награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, а институт вооружения – орденом Октябрьской Революции.

Заслуги 1 Института ВМФ полно и по достоинству охарактеризовал при вручении институту ордена Ленина Главнокомандующий ВМФ СССР Адмирал Флота Советского Союза С.Г. Горшков: «Без всякого преувеличения можно сказать, что 1 Институт ВМФ является ведущим научно-исследовательским учреждением, ибо он синтезирует в своих работах техническую мысль многих отраслей науки, работу всех наших военных НИУ и многих гражданских научных учреждений в целях получения того сложнейшего боевого комплекса, который называется боевым кораблем и составляет основу и сущность военного флота страны, поэтому мы вправе сказать, что история 1 Института ВМФ – это история отечественного флота, что в тематике его научных работ отражена вся эволюция взглядов на военно-морское искусство и превращение этих взглядов в материальную форму создания кораблей».

В 1992 г. 1 Институт ВМФ был переименован в 1 ЦНИИ МО РФ. В 1999 г. в связи с началом реорганизации системы научно-исследовательских институтов 28 Институт ВМФ вошел в состав 1 ЦНИИ МО РФ. В 2002 г. при переходе на новую организационно-правовую форму объединенный институт стал называться ФГУП «1 ЦНИИ МО РФ», а с 2007 г. – ФГУ «1 ЦНИИ МО РФ».

В декабре 2008 г., в рамках очередного реформирования Вооруженных Сил РФ, постановлением Правительства РФ было принято решение о создании федерального государственного казенного военно-образовательного учреждения высше-

го профессионального образования «Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова». В состав ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» вошли одиннадцать высших военно-морских учебных заведений и научно-исследовательских институтов ВМФ. В настоящее время институт функционирует на правах НИИ кораблестроения и вооружения – структурного подразделения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», успешно интегрируя образовательные и научные учреждения ВМФ.

В новейшей истории России институт не только сохранил, но и применительно к новым реалиям расширил направления своей научной и производственной деятельности. Объектами исследований института являются подводные лодки, надводные корабли и суда всех классов, комплексы их вооружения, корабельная энергетика и системы автоматического управления. В числе разрабатываемых тем – улучшение обитаемости кораблей и медицинского обеспечения личного состава, перспективы развития

корабельного состава флота и программы кораблестроения, международный рынок морских вооружений и военно-техническое сотрудничество.

В институте трудятся высококвалифицированные научные кадры, среди которых – 4 заслуженных деятеля науки России, 45 докторов и 134 кандидата наук, 30 профессоров, 124 доцента и 33 лауреата Государственной и Правительственной премий РФ.

В институте создано семь научных школ по специальностям военного кораблестроения и вооружения, которыми руководят ведущие ученые, доктора наук, профессора А.В. Архипов, М.Н. Бухарцев, В.И. Дорофеев, А.Б. Землянов, С.А. Петров, Чумаков В.В., В.П. Щеголихин. С целью подготовки научных кадров в институте функционируют два докторских диссертационных совета, а также очная и заочная адъюнктуры.

В последние годы специалисты института принимали самое активное участие в проектировании и строительстве подводных лодок нового поколения РПКСН «Борей», МЦАПЛ «Ясень», НАПЛ «Лада», а также бо-

евых надводных кораблей СКР «Дагистан», корвет «Сообразительный», МАК «Махачкала», ДК «Атаман Платов» и других. Непосредственное участие в этих работах принимали сотрудники института В.А. Власов, А.Н. Ваучский, В.Н. Силов, О.В. Третьяков, А.Г. Ильин, С.Н. Соловьев, О.П. Пушкарев, С.А. Томилин, А.Б. Суров, С.А. Нестеров, С.А. Богатырев, А.В. Смуров и др.

Сегодня НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» имеет деловые связи со многими научными, конструкторскими, производственными и административными организациями, а также с высшими учебными заведениями и открыт для установления творческих контактов с целью решения генеральной задачи укрепления и развития Военно-Морского Флота России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коришнов Ю.Л.* Люди, корабли, оружие (к 70-летию 1-го ЦНИИ МО РФ). – СПб.: ООО «НИЦ «Моринтех», 2002, 176 с. ■



Шестнадцатый морской министр, член Государственного Совета и Адмиралтейств-совета, генерал-адъютант, адмирал Иван Михайлович Диков родился 29(17) июля 1833 г. Происходил из дворян Херсонской губернии.

В 21-летнем возрасте поступил в школу флотских юнкеров Черноморского флота в Николаеве. С 6 июня (25 мая) по 21 (9) сентября 1854 г. юнкер находился на корабле «Двенадцать Апостолов» под командой капитана 2 ранга А.Х. Винеса. В это время уже шла Крымская (Восточная) война 1853–1856 гг. С 21 (9) сентября по 18 (6) октября юноша в составе Севастопольского гарнизона участвовал в обороне Севастополя, сражался на Малаховом кургане, а затем защищал 3-й бастион. 17 (5) октября 1854 г. за храбрость и мужество, проявленные при этом, был награжден знаком отличия военного ордена Св. Георгия.

15 (3) сентября 1855 г. юнкер был переведен в Черноморскую гардемариновую роту, а 7 декабря (25 ноября) того же года награжден серебряной медалью на Георгиевской ленте за защиту Севастополя.

26 (14) мая 1856 г. гардемарин И. Диков был произведен в мичманы (первое офицерское звание) с назначением в 30-й флотский экипаж, в это время он находился на шхуне «Опыт» под командой капитан-лейтенанта Н.Л. Добровольского. Это была его первая кампания.

7 сентября (26 августа) 1856 г. И.М. Дикова награждают бронзовой медалью на Андреевской ленте в память войны 1853–1856 гг.

С 19 (7) июня по 6 сентября (25 августа) на шхуне «Абин» под командой лейтенанта Христофора и с 15 (3) сентября по 21 (9) октября 1859 г. на шхуне «Псезуапсе» под командой капитан-лейтенанта В.П. Шмидта (впоследствии вице-адмирал) И.М. Диков по приказанию контр-адмирала Г.И. Бутакова (впоследствии адмирал) был в плавании по Черному морю, вел магнитные наблюдения у берегов Крыма и Кавказа.

Эти наблюдения он продолжил по предписанию главного командира Николаевского порта генерал-адъютанта Б.А. Глазенапа (впоследствии адмирал) у турецких берегов Черного моря с 13 (1) мая по 15 (3) октября 1860 г. на шхуне «Сак-Су» под командой тогда еще лейтенанта Бутакова. (13 (1) мая 1860 г. Иван Михайлович был переведен в 1-й сводный Черноморский флотский экипаж, а 21 (9) июня того же года – в 3-й сводный Черноморский экипаж).

Через год, 21 (9) июня 1861 г., турецкий султан наградил И.М. Дикова ор-

ШЕСТНАДЦАТЫЙ МОРСКОЙ МИНИСТР ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ АДМИРАЛ И.М. ДИКОВ

*С.П. Сирый, проф., капитан 1 ранга запаса,
председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН,
председатель секции истории Российского флота и историограф СПб МС,
заслуженный работник высшей школы России,
контакт. тел. (812) 4319423*



деном Меджидие 5-й степени, который всемилоштивейшее ему было разрешено принять и носить. Магнитные наблюдения были продолжены Иваном Михайловичем в период с 7 июля (25 июня) по 10 сентября (29 августа) 1861 г. на пароходе «Турок» под командой капитан-лейтенанта Артюхова. С 10 сентября (29 августа) 1861 г. по 16 (4) июля 1862 г. на корвете «Кречет» под командой капитана 2 ранга Кутрова и Л.Д. Добровольского он находился в рейсерстве у кавказских берегов. Результаты его исследований были опубликованы в журнале «Морской сборник» №3 за 1860, №8 за 1863 и №6 за 1876 гг. Тогда же на страницах журнала развернулась полемика между мичманом И. Диковым и лейтенантом Д. Ульским.

29 (17) апреля 1862 г. мичман И. Диков был произведен в лейтенанты.

С 28 (16) апреля по 18 (6) мая 1863 г. и с 31 (19) марта по 21 (7) ноября 1864 г. лейтенант И. Диков на том же корвете «Кречет» в составе эскадры контр-адмирала М.И. Дюгамеля (впоследствии адмирал) находился в плавании между портами Черного моря и у абхазских берегов.

13 (1) марта 1864 г. лейтенант И. Диков был переведен в 1-й Черноморский флотский экипаж. 4 ноября (21 октября) 1863 г. за усердную службу он был

награжден орденом Св. Станислава 3-й степени; 13 (1) августа 1865 – орденом Св. Анны 3-й степени, а 2 ноября (21 октября) 1866 г. – серебряной медалью на Георгиевской Анненской ленте за покорение Кавказа и крестом за службу на Кавказе.

13 (1) января 1867 г. Ивана Михайловича переводят во 2-й Черноморский флотский экипаж, 19 (7) июня того же года назначают в состав этого экипажа.

По распоряжению главного командира Николаевского порта вице-адмирала Б.А. Глазенапа от 21 (9) мая 1868 г. лейтенанта И. Дикова назначают производителем промерных работ для прокладки на Черном море электрического телеграфного кабеля. Промеры велись с 22 (10) мая по 14 (2) августа с корвета «Львица» под командой капитана 2 ранга Дефарба.

С 13 (1) июня по 14 (2) июля 1869 г. Иван Михайлович находился на пароходе «Казбек» под командой капитан-лейтенанта Гора в плавании по Черному морю с целью указания пути при укладке этого кабеля.

13 (1) января 1871 г. он был назначен помощником директора Черноморских и Азовских маяков, а ровно через год, 13 (1) января 1872 г., произведен в капитан-лейтенанты.

За усердную службу капитан-лейтенанта И. Дикова 20 (8) апреля 1873 г. награждают орденом Св. Станислава 2-й степени с императорской короной, 28 (16) августа 1876 г. он был назначен заведующим минной частью.

С 3 октября (21 сентября) по 29 (17) апреля 1877 г. капитан-лейтенант И. Диков находился в плавании по Черному морю на разных судах с целью организации обороны портов Очакова, Одессы, Севастополя и Керчи. 8 апреля (27 марта) 1877 г. за усердную службу он награжден орденом Св. Анны 2-й степени.

По предписанию главного командира Черноморского флота и портов Черного моря от 10 ноября (29) октября 1876 г. в ожидании войны с Турцией И.М. Дикову поручают наблюдение за правильностью расстановки мин во всех Черноморских портах; постановку

брандвахт около минных заграждений по соглашению с комендантами портов; наблюдение за точным исполнением правил по проводке судов; устройство и содержание в порядке сигнальной части на маяках и обсервационных пунктах, а также устройство электрического освещения в портах с помощью аппаратов, принадлежащих Морскому Ведомству и наблюдение за их содержанием.

По условиям Парижского мирного трактата, которым закончилась Крымская война, Россия была лишена права иметь военный флот на Черном море. Хотя в 70-х гг. император Александр II и объявил, что не считает важным выполнять это обязательство, но воссоздать флот на Черном море к началу войны 1877–1878 гг. просто не хватало времени. Приходилось переделывать торговые и пассажирские суда в военные и паровые катера.

Между тем турки имели военный флот на Черном море, включавший Дунайскую флотилию, состоящую из 3 броненосных мониторов, 5 броненосных лодок, 4 деревянных и 2 маленьких железных канонерок, 8 канонерских лодок и 1 парохода. Кроме этого, у турок было еще несколько броненосных кораблей, стоявших у Сулины.

Война с Турцией была объявлена высочайшим манифестом от 6 мая (24 апреля) 1877 г. Основанием послужил отказ Турции выполнить требования Лондонского протокола по заключению мира с Сербией и Черногорией и устройству судьбы восставших христианских провинций Боснии, Герцеговины и Болгарии. При очевидном неравенстве сил от русских моряков требовалось проявлять героизм. На Дунае нашим морякам противостояла турецкая Дунайская флотилия, которая могла сделать невозможной переправу русской армии через эту реку. Для борьбы с турецкой флотилией пришлось использовать мины и торпеды.

2 августа (21 июля) 1877 г. капитан-лейтенант И. Диков был назначен начальником отряда Нижне-Дунайской флотилии, которой было поручено открыть наступательные действия. Флотилия, включавшая пароход «Опыт», две шхуны, две плавучие батареи (баржи) и четыре минных катера, прошла 9 августа (28 июля) из Одессы в Килийский рукав. Ниже расположения отряда был наведен бон, а соседние гирла, Георгиевское и Сулинское, заграждены минами после рекогносцировки, проведенной самим И. Диковым на рыбацкой лодке. Вскоре отряд был усилен еще пароходом, шхуной и тремя катерами.

Турецкая оборона Сулины состояла из трех сухопутных батарей и двух броненосцев. План Ивана Михайловича заключался в том, чтобы, пользуясь беспечностью турок, провести флотилию

через минное заграждение к Сулину, поставив ближе к нему второе минное заграждение, лишив турок возможности подойти к нашим судам, и открыть по ним мортирный огонь.

В ночь с 9 на 10 октября (с 27 на 28 сентября) под командой Ивана Михайловича были подняты старые минные заграждения (при этом катер лейтенанта Л.П. Пушина попал на мину и затонул) и выставлено новое минное заграждение, несмотря на картечный и ружейный огонь. Навстречу отряду вышли два турецких парохода «Карталь» и «Серна». Когда шхуна «Ворон», на которой был И. Диков, завязала с ними перестрелку, один турецкий пароход наскочил на подводную мину и затонул, а другой ушел. Турецкие броненосцы остались за бонем. В ночь на 10 октября (28 сентября) был выставлен второй ряд мин, а 10 октября (28 сентября) по турецким броненосцам открыт огонь, и один из них, «Хивзи Рахман», был поврежден выстрелом со шхуны «Ворон». Дальнейшие действия у Сулины были остановлены приказанием об отступлении.

Отряд вернулся обратно, поставив новое минное заграждение на 42-й миле Сулинского гирла. Так удалось парализовать деятельность турецкой Дунайской флотилии на длительный срок.



И.К. Айвазовский. Взрыв турецкого броненосца

12 декабря (30 ноября) 1877 г. Иван Михайлович был произведен в капитаны 2 ранга и за выказанную храбрость и распорядительность при устройстве минных заграждений и при двухдневном бомбардировании турецкой броненосной эскадры под Сулиной награжден орденом Св. Георгия 4-й степени.

24 (12) мая 1878 г. капитана 2 ранга И. Дикова назначают флаг-капитаном при главнокомандующем действующей армии, и по 31 (19) марта 1879 г. он находится в плавании за границей на разных судах Черноморского флота, вооруженных для активной обороны.

3 июня (22 мая) 1879 г. Ивану Михайловичу был вручен знак Красного Креста, а 11 сентября (30 августа) этого

же года его назначают флигель-адъютантом при императоре Николае II.

28 (16) января 1881 г. И.М. Дикова назначают начальником Черноморского учебного минного отряда, и с 18 (6) мая 13 (1) сентября на шхуне «Гонец» под своим брейд-вымпелом он находится в плавании по Черному морю.

13 (1) января 1882 г. приказом по Морскому Ведомству И.М. Диков произведен в капитаны 1 ранга с оставлением в звании флигель-адъютанта. С 27 (15) мая по 27 (15) сентября на шхуне «Гонец» он крейсирует по Черному морю. По приказанию управляющего Морским министерством за №107 от 15 (3) мая 1883 г. Иван Михайлович был командирован с особым поручением за границу, где находился с 18 (6) мая по 22 (10) июля.

4 октября (22 сентября) 1883 г. за 25-летнюю службу Ивану Михайловичу пожалован орден Св. Владимира 4-й степени с бантом.

30 (18) марта 1885 г. приказом по флоту за №221 капитан 1 ранга И.М. Диков был назначен командиром фрегата «Дмитрий Донской» с оставлением в звании флигель-адъютанта, с 21 (9) июня того же года по 19 (7) декабря 1886 г. он в отряде судов под начальством контр-адмирала Н.И. Казнакова находится в плавании в греческих водах.

6 декабря (24 ноября) он приказом по флоту за №286 был назначен исполняющим должность главного инспектора минного дела с оставлением в звании флигель-адъютанта.

13 (1) января 1886 г. приказом по флоту за №1 И. Диков за отличие по службе произведен в контр-адмиралы. 24 (12) июля 1888 г. он был командирован в Англию для знакомства и подробного осмотра подводной лодки Норденфельда. 3 сентября (22 августа) по приказу главного начальника флота и Морского Ведомства генерал-адмирала Алексея Александровича Иван Михайлович был назначен председателем Комиссии для производства экзаменов чинам минного отряда. С 16 (4) по 18 (6) сентября на

клипере «Азия» И. Диков находился в плавании по Балтийскому морю, а 20 (8) сентября был командирован для осмотра на месте минных частей как в портах, так и на судах Черноморского флота, откуда возвратился 31 (19) октября.

В июне 1889 г. по приказанию управляющего Морским министерством Иван Михайлович вновь был командирован для инспектирования минных частей в портах и на судах Черноморского флота, где на пароходе «Эриклик» плавал по Черному морю по 17 (5) июля. В 1890 г. на крейсере «Память Меркурия» в составе практической эскадры Черного моря И. Диков, будучи младшим флагманом с 15 (3) июня по 14 (2) октября также находился в плавании.

13 (1) января 1891 г. ему пожалован орденом Св. Станислава 1-й степени, а 3 сентября (22 августа) по приказанию управляющего Морским министерством временно исполняет обязанности помощника начальника Главного Морского штаба.

В 1893 г. практическая эскадра Черного моря в составе эскадренных броненосцев «Чесма», «Синоп», «Двенадцать Апостолов» и «Георгий Победоносец» И.М. Диков уже в качестве старшего флагмана находится в плавании по Черному морю.

22 (10) мая 1893 г. император Николай II, произведя 21 (9) мая 1893 г. на Севастопольском рейде смотр судам Черноморского флота и найдя все в отличном порядке, изъявил И.М. Дикову высочайшее благоволение.

23 (11) ноября 1893 г. контр-адмирал И. Диков приказом главного командира за №662 был назначен председателем Комиссии для обсуждения вопроса об организации госпитальных команд морских госпиталей в Севастополе.

13 (1) января 1894 г. приказом по Морскому Ведомству за №1 он был произведен в вице-адмиралы с утверждением в должности старшего флагмана, а 27 февраля (по стар. ст.) того же года приказом за №20 назначен командующим практической эскадрой Черного моря на кампанию 1894 г., а затем на кампанию 1895 и 1896 гг. 31 (19) января 1896 г. циркуляром Главного Морского штаба за №20 Ивану Михайловичу было поручено производство инспекторского смотра всем экипажам и командам Черноморской дивизии, расположенной в Севастополе.

Приказом главного командира Черноморского флота и портов за №422 от 12 мая (30 апреля) 1896 г. вице-адмирал И. Диков назначен исполняющим должность главного командира Черноморского флота и военным губернатором Николаева, а 25 (13) апреля 1897 года ему пожалован орден Св. Владимира 2-й степени.

1 февраля (20 января) 1897 г. Иван Михайлович был приказом по Морскому Ведомству за №119 назначен председателем Морского Технического комитета (МТК), а 27 (15) июля 1898 г. – членом Адмиралтейств-совета.

24 (12) августа 1898 г. вице-адмирал И. Диков был командирован в Москву для присутствия на торжественном открытии памятника императору Александру II, 24 (12) октября того же года – в Севастополь на открытие памятника адмиралу П.С. Нахимову, которое состоялось 30 (18) ноября в присутствии императора.

3 сентября (22 августа) 1898 г. И.М. Диков получил знак отличия за 40 лет беспорочной службы.

14 (1) января 1901 г. Иван Михайлович уволен от должности председателя МТК, 14 (1) апреля того же года ему пожалован орден Белого Орла, через год – еще орден Св. Александра Невского.

19 (6) декабря 1905 г. Иван Михайлович был произведен в адмиралы.

27 (14) января 1906 г. он был назначен генерал-адъютантом к его императорскому величеству Николаю II с оставлением в занимаемой должности.

11 января 1907 г. (29 декабря 1906 г.) адмирала И. Дикова назначают постоянным членом Совета Государственной обороны на 1907 г. с оставлением в занимаемой должности, а 24 (11) января он занимает пост морского министра с оставлением в звании генерал-адъютанта. Ему было 79 лет. Одновременно ему были предоставлены права главного начальника флота и Морского Ведомства (высочайший именной указ за №13 от 24 (11) января 1907 г.), поручено непосредственное заведование личным составом, боевыми силами и строевой частью, а также Главным морским и Генеральными штабами.

Морским министром И.М. Диков проработал всего два года, но деятельность его на этом посту была отмечена рядом важных мероприятий: значительно расширен доступ в Морской корпус, куда до 1907 г. принимали только детей военных моряков и потомственных дворян (Изменение и дополнение узаконений об условиях приема воспитанников в морской кадетский корпус и морское инженерное училище императора Николая I от 2 февраля (20 января) 1907 г.).

В соответствии с этими узаконениями в Морской кадетский корпус стали принимать «сыновей: а) офицеров Военно-морского ведомства из лиц, окончивших одно из средних учебных заведений, как состоящих на службе, так и отставных; б) лиц всех сословий христианского вероисповедания, окончивших курс в одном из высших учебных заведений; в) потомственных дво-

рян; г) священнослужителей христианских вероисповеданий не ниже сана иерея; д) гражданских чинов не ниже VIII класса».

В Морское инженерное училище императора Николая I отныне принимали лиц всех сословий христианского вероисповедания, лиц магометанского вероисповедания – с высочайшего в каждом отдельном случае разрешения.

Были изданы: Временное положение о судах вооруженного резерва, правила об аттестационных комиссиях в портах; Новое положение о прохождении службы офицерами флота, которые были разделены на строевые и береговые составы; была установлена классификация судов военного флота с разделением его на «действующий», 1-й и 2-й резервы; определены сроки службы судов в действующем флоте: для линейных кораблей и броненосных крейсеров – 10 лет, для крейсеров и минных судов – пока их элементы удовлетворяют требованиям. Введено положение об управлении заводами Морского Ведомства, причем были выделены из состава Санкт-Петербургского порта судостроительные верфи, а в основу их управления были положены коммерческие начала. Наконец, в 1906 г. издано Положение о начальниках морских сил и опубликован приказ об управлении морскими командами.

В период управления И.М. Диковым морским министерством корабельные инженеры были переименованы в офицерские чины (Собрание узаконений и распоряжений правительства №41 15 (2) марта 1907 г.) и образованы два военно-морских кружка – в Санкт-Петербурге и Севастополе. И.М. Диков неизменно благожелательно относился к действующему флоту и нуждам личного состава, откровенно признавал непригодность старой системы управления Морским Ведомством, приведшей флот к поражениям 1904–1905 гг., во всем чувствовалась его решимостью провести в жизнь необходимые для флота реформы. К сожалению, не все начатое им могло быть закончено за двухлетний период.

21 (8) января 1909 г. И.М. Диков по прошению в связи с болезнью был уволен от должности морского министра с оставлением в качестве члена Государственного Совета и в звании генерал-адъютанта. В пожалованном ему высочайшем рескрипте перечислялись заслуги его на последнем посту, за которые Иван Михайлович был награжден бриллиантовыми знаками ордена Св. Александра Невского.

Иван Михайлович Диков скончался 13 октября (30) сентября 1914 г. в Петрограде на 81-м году жизни. Похоронен в Севастополе во Владимирском соборе. ■

31 мая 2012 г. в Доме ученых РАН состоялось представление новой работы издательства «Наука», содержащей богатейший фактический материал, полученный из архивов, исторических трудов, справочной литературы, периодических изданий.

Председатель редакционного совета трехтомного издания «Летопись Российского флота» – академик Ж.И. Алферов, заместитель председателя – академик вице-адмирал А. А. Саркисов.

Члены совета:

академик В. Г. Пешехонов,
академик В.М. Пашин,
д-р физ.-матем. наук Э.А. Тропп,
д-р техн. наук В.Л. Александров,
д-р философ. наук Э.И. Колчинский,
д-р истор. В.Н. Плешков,
д-р педагог. наук В.П. Леонов,
д-р техн. наук Ю.Н. Кормилицин,
д-р техн. наук капитан 1 ранга А.А. Родионов,
контр-адмирал И.А. Семенов,
капитан 1 ранга Р.Н. Беркутов.

Авторами-составителями труда являются военные моряки, капитаны 1 ранга, прослужившие в военно-морском флоте более 30 лет. Работа над трехтомником продолжалась более 15 лет.

В нем в хронологическом порядке описаны и первые походы русов в 860 г. на Византию, и морские сражения, и географические открытия русских моряков, их героические подвиги, строительство кораблей и основание военно-морских учебных заведений, приведены даты жизни флотоводцев и ученых.

На представлении книги присутствовал представитель Администрации Санкт-Петербурга – председатель Комитета по науке и высшей школе А.С. Максимов. Вел презентацию руководитель секции научных исследований Дома ученых академик А.Д. Ноздрачев. Открывая собрание, он сказал, что появление «Летописи» чрезвычайно своевременно и полезно, так как показывает огромную роль российской науки в укреплении обороны страны, ее флота.

Вице-президент РАН академик Ж.И. Алферов, высоко оценив новую книгу, подчеркнул, что достижения

ИСТОРИЧЕСКАЯ ХРОНИКА РОССИЙСКОГО ВМФ

Летопись Российского флота: От зарождения мореходства в древнерусском государстве до начала XXI в. / Авторы-составители В.И. Корякин и С.В. Вальчук. – В 3 т. – СПб.: Наука, 2012.



ВМФ были бы немыслимы без тесной связи флота с наукой.

Академик вице-адмирал А.А. Саркисов в своем выступлении отметил,



что «Летопись» правильно зафиксировала развитие прикладной направленности атомной физики для нужд флота, как для создания корабельных двигателей, так и атомного оружия различного назначения.

Директор Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники РАН доктор философских наук профессор Э.И. Колчинский оценил громадную работу по

поиску и анализу иногда противоречивых первоисточников.

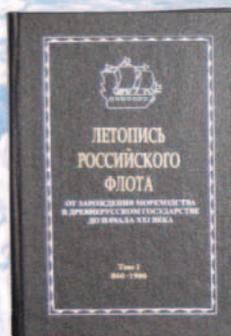
Адмирал В.П. Иванов, заместитель председателя Санкт-Петербургского Морского Собрания высоко оценил содержание «Летописи» и одновременно высказал свою точку зрения на некоторые события на флоте, участником которых он был, возглавляя Оперативное управление ГШ ВМФ.

Президент Гидрографического общества РФ капитан 1 ранга, доктор технических наук профессор Н.Н. Неронов выразил удовлетворение, что в трехтомнике значительное внимание уделено роли навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения Российского флота, начиная с основания древнерусского государства и до нынешних дней.

Директор Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН доктор технических наук профессор, капитан 1 ранга А.А. Родионов остановился на освещении в «Летописи» исследований гидрофизических параметров Мирового океана, учет которых в значительной мере обеспечивает скрытность и живучесть кораблей. Отметил он и важную инициативу издательства «Наука» по выпуску этой работы.

В заключение академик Ж.И. Алферов и адмирал В. П. Иванов вручили благодарственные грамоты Санкт-Петербургского научного центра РАН и награды Санкт-Петербургского Морского Собрания участникам издания «Летопись Российского флота».

Награды Морского Собрания получили: золотой крест «За заслуги в морской деятельности» – капитан 1 ранга С.В. Вальчук, серебряный крест «За заслуги в морской деятельности» – капитан 1 ранга В.И. Корякин, капитан 2 ранга А.Г. Бабуров, капитан 1 ранга Р.Н. Беркутов. ■



Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков с распечаткой (1 экз.). Текст набирается в редакторе MS Word под Windows. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутонные), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутонных, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безвозмездной 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 623.827 (091) **Ключевые слова:** ВМС, кораблестроение, НИОКР, стратегия развития

В.М. Пашин. О военно-морских силах и военном кораблестроении XXI века // Морской вестник. 2012. №3. С. 8

Представляет собой сокращенный вариант доклада на Всемирной морской технологической конференции 2012 г. (WMTC-2012). В нем проанализированы основные тенденции развития надводных кораблей и подводных лодок, роста их боевых возможностей в связи с происходящими и будущими изменениями в геополитике. Обозначены основные стратегические тенденции развития ВМС и военного кораблестроения. Т. 7. Ил. 2.

УДК 629.57 **Ключевые слова:** суда на подводных крыльях, воздушной подушке, ЦМКБ «Алмаз», скорость хода

А.В. Шляхтенко. Достижения в области создания скоростных судов // Морской вестник. 2012. №3. С. 15

Проанализированы пути развития скоростных судов и катеров на подводных крыльях, воздушной подушке, как пассажирских, так и боевых. Особое внимание уделено проведению НИОКР по этой тематике ЦМКБ «Алмаз» и разработанным его специалистами КВП. Приведены их основные характеристики и обозначены преимущества. Ил. 45.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** пограничный катер, сторожевой корабль, судно ледового класса, постройка

«Алмаз» – только вперед! // Морской вестник. 2012. №3. С. 21

Сообщение о последних достижениях ОАО «СФ «Алмаз»: постройке первых серийных кораблей нового поколения «Бриллиант» и «Жемчуг» для Пограничной службы ФСБ РФ, а также пограничных катеров пр. 12200. Ил. 3.

УДК 629.5 Е30 **Ключевые слова:** суда внутреннего плавания, пассажирские суда, речные круизы, проектирование

Г.В. Егоров. Анализ опыта европейских речных круизов и его влияние на проектирование отечественных пассажирских судов нового поколения // Морской вестник. 2012. №3. С. 23

Выполнено исследование речных круизов по европейским рекам, определены особенности пассажирского флота, предназначенного для этих целей, и даны рекомендации для проектирования аналогичных российских судов нового поколения. Т. 6. Ил. 4. Библиогр. 6 назв.

УДК 672.81.02 **Ключевые слова:** организация, реконструкция и модернизация судостроительного производства, виды подготовки производства, перспективные технологии судостроительного производства

В.Н. Половинкин, А.Б. Фомичев. Подготовка строительства кораблей ограниченной серии на «Северной верфи» и пути ее совершенствования // Морской вестник. 2012. №3. С. 29

Посвящена важнейшему процессу в судостроении и военном кораблестроении – организации подготовки производства. Рассмотрены основные проблемы и недостатки этого процесса, влияющие на себестоимость продукции и сроки строительства судов и кораб-

лей. Предложены стратегия и перспективные направления модернизации и реконструкции судостроительной верфи, в первую очередь подходы ко всем видам подготовки производства. Отражены тенденции совершенствования и развития судостроительных технологий, а также предложения по их внедрению.

УДК 629.12.001 **Ключевые слова:** комплексная оценка, этап проектного анализа, безопасность

С.В. Преснов. Обоснование требований к документации классификационного проекта с целью повышения уровня безопасности судна // Морской вестник. 2012. №3. С. 37

Комплексная оценка классификационного проекта судна учитывает информацию, которая имеется на этапе проектного анализа, и позволяет рассматривать вопрос об изменении класса судна. Реализация предлагаемых подходов позволит повысить уровень безопасности судов и будет способствовать гармонизации российского и европейского направлений установления нормативов безопасности эксплуатации судов. Ил. 4. Библиогр. 13 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** «Финкантьери», судостроение, стратегия

Л.М. Клячко. Судостроение Италии: некоторые выводы после краткого знакомства // Морской вестник. 2012. №3. С. 43

В июне 2012 г. в Палермо прошла очередная конференция «Международное научно-техническое сотрудничество – 2012», в которой приняла участие делегация российских специалистов. Они также познакомились с работой судоремонтной верфи в Палермо и холдинга «Финкантьери». Охарактеризованы структура судостроительной отрасли Италии, стратегия ее развития, отличающаяся от российской. Ил. 7.

УДК 629.5.06 **Ключевые слова:** надежность, готовность систем и оборудования, корабельные и судовые системы, информационные технологии

А.В. Рудницкий, В.С. Виноградов. Обеспечение надежности судовых систем и оборудования на этапах проектирования и эксплуатации с применением информационных технологий // Морской вестник. 2012. №3. С. 45

Предложена система информационного обеспечения надежности и показаны перспективы интеграции ее показателей в электронный проект при использовании CALS-технологий. Представлена разработанная модель процесса восстановления эксплуатационной готовности систем и оборудования, заключающегося в чередовании состояния нормальной эксплуатации и ремонта, и процесса потребления (производства) сменно-запасных частей и обменного фонда оборудования. Т. 1. Ил. 4. Библиогр. 7 назв.

УДК 658.512 **Ключевые слова:** параметрический синтез, область работоспособности, запас работоспособности, R-функции

А.В. Саушев. Построение целевой функции при поиске оптимального решения // Морской вестник. 2012. №3. С. 49

Предложен метод определения оптимальных значений внутренних параметров технических систем, основанный на аналитическом описании области работоспособности системы, заданной в виде совокупности линейных ограничений. Сформулировано выражение для целевой функции, которая позволяет использовать любой известный поисковый метод

оптимизации системы по критерию запаса работоспособности. Ил. 1. Библиогр. 8 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** компрессор поршневой, винтовой, блоки осушки и очистки воздуха, военные корабли, подводные лодки, гражданские суда, ледостойкая стационарная платформа «Приразломная», плавучая АЭС, атомные электростанции, космодромы «Байконур», «Плесецк»

Л.Г. Кузнецов, Ю.Л. Кузнецов. ОАО «Компрессор» – 135 лет на передовых рубежах // Морской вестник. 2012. №3. С. 55

Знакомит с историей и организацией завода, его развитием в течение почти полутора веков, с видами уникального оборудования, выпускаемого предприятием, особенностями его применения. Особое внимание уделено перспективам этого ведущего в РФ производства компрессорного оборудования. Ил. 12.

УДК 658.61:621.12 **Ключевые слова:** интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР), достоинства, функции, программное обеспечение

П.И. Иванов. «Новая ЭРА»: на волне прогресса // Морской вестник. 2012. №3. С. 61

Знакомит со структурой интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР) и задачами, которые можно решать с его помощью. Приведена классификация ИЭТР, выполненная в соответствии с их функциональными возможностями и рекомендациями стандарта Р50.1.030–2001. Ил. 3.

УДК 629.735.07 **Ключевые слова:** интегрированные комплексы управления, методы наземной обработки, беспилотные летательные аппараты, морское базирование

Ю.Ф. Подоплекин, И.В. Симановский, В.В. Каманин, А.Г. Юрескул. Основные тенденции развития методов наземной обработки современных комплексов управления беспилотными летательными аппаратами морского базирования // Морской вестник. 2012. №3. С. 65

Проанализированы основные проблемы и тенденции развития сложных комплексов наземной обработки систем управления. Освещены цели, задачи, а также укрупненная структура «электронного полигона». Ил. 2. Библиогр. 2 назв.

УДК 629.01.451 **Ключевые слова:** автоматическое движение судна, управление, путевой угол, структура управления

Л.М. Клячко, Г.Э. Острецов. Управление движением судна с использованием заданных координат // Морской вестник. 2012. №3. С. 69

Рассмотрена система автоматического управления движением судна по заданной траектории, при котором в качестве информации используются сигналы путевого угла (ПУ) и скорости хода V с применением режима точного управления на основе текущих и заданных значений широты Φ , Φ и долготы γ , $\gamma_{за}$ судна. Разработаны соответствующие алгоритмы и структура управления, их реализующая. Ил. 1. Библиогр. 2 назв.

УДК 629.5.051:523/827 **Ключевые слова:** НАПЛ, интегрированная система боевого управления, создание

К.Ю. Шилов, В.Н. Волобуев, А.Ф. Гаврилов, А.Б. Дымент. Основные аспекты создания интегрированных систем боевого управления

перспективных НАПЛ для зарубежного заказчика // Морской вестник. 2012. №3. С. 71

Изложены основные аспекты создания интегрированных систем боевого управления (ИСБУ) перспективных НАПЛ для зарубежного заказчика. Рассмотрена роль системы поддержки принятия решений в составе ИСБУ. Приведена схема «мягкой» интеграции АИУС «Лама-636» и ГАК «МГК-400В.1». Предложен вариант построения структурно-функциональной схемы ИСБУ НАПЛ. Ил. 4. Библ. 7 назв.

УДК 629.533 **Ключевые слова:** внутренние водные пути, безопасность, мониторинг

А.О. Попко. Система мониторинга внутренних водных путей: комплексный подход к безопасности // Морской вестник. 2012. №3. С. 78

Проанализированы назначение и принципы построения Единой системы мониторинга внутренних водных путей (ВВП), обеспечивающей безопасное плавание по внутренним водам. Обозначены функционал перспективной системы и необходимая для ее работы техника. Особое внимание уделено системе управления движением по ВВП. Ил. 3

УДК 614.843 **Ключевые слова:** многомерный временной ряд, прогнозирующие алгоритмы, робастность, прогнозирующие фильтры, экстраполяционный процесс

В.А. Солонько, В.А. Колесник, А.В. Третьяков. Аппаратурная реализация прогноза изменения состояния контролируемой системы на основе статистически устойчивых методов обработки информации, поступающей от контрольно-измерительного комплекса // Морской вестник. 2012. №3. С. 81

Предложены подходы к построению статистически устойчивых (робастных) алгоритмов прогнозирования состояния технической системы на основе экстраполяционного восстановления многомерных временных рядов, а также схемы устройств, реализующих эти алгоритмы. Приведены результаты моделирования процессов изменения контролируемых параметров с помощью предлагаемых устройств. Ил. 5. Библиогр. 1 назв.

УДК 621.396.946 **Ключевые слова:** спутниковые навигационные системы, помехоустойчивость, точность, частотное разделение, кодовое разделение, альтернатива, реплика сигнала, гармонические помехи

А.С. Селиверстов. Помехоустойчивость приемников спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS // Морской вестник. 2012. №3. С. 86

Проведен сравнительный анализ помехоустойчивости спутниковых навигационных систем США и России. Поскольку ни один из способов повышения помехоустойчивости GPS не приводит к эффективному решению поставленной задачи, США вынуждены увеличивать мощность передатчиков космических аппаратов в 100 раз. Показаны преимущества частотного разделения сигналов перед кодовым в вопросах обеспечения помехоустойчивости приемников спутниковых навигационных систем. Ил. 2. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.5.018.714 **Ключевые слова:** катер, моторная яхта, испытания на сопротивление и пропульсивные испытания

А.В. Сверчков. Модельные испытания катеров и моторных яхт // Морской вестник. 2012. №3. С. 88

Обобщен опыт проведения буксировочных и самоходных испытаний моделей катеров и моторных яхт, выполненных в глубоководном опытовом бассейне ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова. Сформулированы цели и задачи, которые ставят проектанты, заказывая проведение модельных испытаний. Кратко описаны экспериментальная база и модельное производство. Определены перечень исследований, которые можно проводить при экспериментальной обработке обводов корпуса и выборе движительно-рулевого комплекса. Ил. 6.

УДК 681.5.015 **Ключевые слова:** моделирование динамики, нелинейная модель судна

А.В. Садков. Моделирование динамики водоизмещающего речного судна, неустойчивого на курсе // Морской вестник. 2012. №3. С. 94

Исследовано поведение водоизмещающего речного судна на курсе по его модели с учетом нелинейной характеристики управляемости. Показано, что с помощью разработанных файлов можно практически определять параметры настройки авторулевого для стабилизации судна на курсе при изменении условий плавания. Ил. 8. Библиогр. 1 назв.

УДК 656.6.08 **Ключевые слова:** пакет пиломатериалов, поперечное сечение штабеля, физическая модель, дерево графа, демпфер, матрица фундаментальных контуров

Т.Е. Маликова, Н.М. Аносов. Математическая модель исследования динамики системы «судно – укрупненная грузовая единица – штабель пиломатериала» // Морской вестник. 2012. №3. С. 97

Разработана на основе теории графов математическая модель системы «судно – укрупненная грузовая единица – штабель пиломатериалов», используемая для исследования динамических воздействий на лесной груз, закрепленный на борту судна по новой технологии. Проанализирована работа спецустройства для крепления штабеля пакетов пиломатериалов. Ил. 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.12.539.4 **Ключевые слова:** корпус судна, упругие колебания, трение, спектральный метод

В.С. Кудишкин. Спектральный метод исследования упругих колебаний корпуса судна во льдах с учетом внешнего трения // Морской вестник. 2012. №3. С. 99

Работа касается малоизученных явлений по ледовой вибрации судов. Предлагается применить спектральный метод при решении нелинейной задачи об упругих колебаниях корпуса судна, вызванных действием ледовых импульсных нагрузок, с учетом внешнего, кулонова трения. В качестве примера приведен эмпирический спектр упругих колебаний, рассчитанный по данным натуральных испытаний д/э «Обь» в антарктических льдах. Ил. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 678.026.2-405.8 **Ключевые слова:** материально-техническое обеспечение (МТО), электронный каталог, Web-сервис, ОАО «Адмиралтейские верфи»

А.А. Буторин, Ю.А. Курилов. Использование участниками строительства и послепродажного обслуживания продукции судостроения технологий информационного взаимодействия // Морской вестник. 2012. №3. С. 104

Показана необходимость и эффективность внедрения в судостроительную промышленность информационных технологий как средства обеспечения конкурентоспособности продукции судостроения на внутреннем и внешнем рынках. Описано примененные информационных технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников процесса эксплуатации кораблей и судов, что способствует повышению эффективности их деятельности. Т. 1. Ил. 7.

УДК 338.1:684.332 **Ключевые слова:** сегментирование, многомерный подход к сегментированию, априорный метод сегментирования промышленного рынка, промышленный маркетинг

В.Н. Череватенко. Опыт применения многомерного метода при сегментировании рынка судовой трубопроводной арматуры // Морской вестник. 2012. №3. С. 109

Представлен опыт сегментирования рынка судовой трубопроводной арматуры. Процесс сегментирования разделен на этапы: формирование базиса сегментирования, выявление взаимосвязанных переменных, формулировка характерных черт рынка на основе корреляционного анализа, интерпретация результатов анализа и формирование сегментов рынка. Основной результат, полученный в ходе работы – это формирование перечня целевых сегментов рынка ОАО «Армалит-1». Т. 6. Ил. 8. Библиогр. 8 назв.

УДК 629.563.2 **Ключевые слова:** инвестиционный показатель, плавучая теплоэлектростанция, атомная, дизельная электростанция, Арктика, Дальний Восток

М.С. Труб, А.Б. Карташев. Сравнительные инвестиционные показатели плавучих атомных и дизельных теплоэлектростанций // Морской вестник. 2012. №3. С. 113

Приведены основные характеристики и сравнительные инвестиционные показатели плавучих атомных и дизельных теплоэлектростанций мощностью по 70 МВт для района Арктики и Дальнего Востока, а также для поставок на экспорт. Показано, что плавучая электростанция имеет неоспоримое преимущество перед плавучими дизельными электростанциями. Убыточность последних связана с высокой стоимостью топливной составляющей в тарифе на отпускаемую электроэнергию. Ил. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 629.5.03.83 **Ключевые слова:** Международная конвенция ПДМНВ, судовой электромеханик, правила дипломирования, новые требования

В.В. Романовский, О.А. Зубин. Требования к Международной конвенции ПДМНВ (STCW) к судовым электромеханикам // Морской вестник. 2012. №3. С. 116

Приведены итоги работы конференции по обсуждению Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков 1978 г. (ПДМНВ), состоявшейся в г. Манила в 2010 г. До этой конференции требования к судовым электромеханикам отсутствовали в ПДМНВ, что позволяло судовладельцам по-разному трактовать их заведование на судне. На конференции 2010 г. приняты решения о включении в состав машинной команды судовых электромехаников и необходимости их дипломирования в соответствии с требованиями Конвенции и с учетом последних поправок. Библиогр. 2 назв.

УДК 623.8 **Ключевые слова:** СЗ «Северная верфь», рыночные формы хозяйствования, финансовое положение, катер, фрегат, постройка, стратегический план развития верфи

ОАО «СЗ «Северная верфь»: на пути к столетнему юбилею // Морской вестник. 2012. №3. С. 119

Статья, завершающая цикл публикаций, посвященных истории «Северной верфи», ее работе на протяжении ста лет. Проанализированы итоги работы в последнее десятилетие. Обозначены планы и перспективы развития. Ил. 9.

УДК 623.8 **Ключевые слова:** Военно-морская академия, становление, развитие

В.П. Щеголихин. 80 лет на службе военно-морскому флоту // Морской вестник. 2012. №3. С. 122

Статья посвящена 80-летию образования НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ – структурного подразделения ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия». Содержит краткий очерк об истории создания и развития института – головной научно-исследовательской организации ВМФ в области военного кораблестроения. Ил. 1. Библиогр. 1 назв.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** И.М. Диков, биография

С.П.Сирий. Шестнадцатый морской министр императорского флота России адмирал И.М. Диков // Морской вестник. 2012. №3. С. 125

О службе и деятельности адмирала И.М. Дикова. Особое внимание уделено его участию в Турецкой войне 1877–1879 гг. и преобразованиях флота, которые он предпринял, будучи на посту морского министра. Ил. 2.

Pashin V.M. About the Naval Establishment and naval shipbuilding of the XXI century

An abridged version of the report represented at the World Maritime Technology Conference of 2012 (WMTC-2012). It analyzes the main trends in the development of surface ships and submarines, as well as the increase in their combat capabilities due to the current and future changes in geopolitics. The report outlines the key strategic development trends of the Naval Establishment and naval shipbuilding.

Shlyakhtenko A.V. Advances in the field of high-speed vessels

The article analyzes the development of high-speed ships and motor boats with hydrofoils and hovercraft, both passenger and combat. Special attention is paid to conduct of research and development activities on this topic by the Central Marine Design Bureau «Almaz» and the hovering crafts developed by its professionals. Moreover their main features and benefits are identified in the article.

«Almaz» – never look back!

The report on the latest developments of OJSC «SF «Almaz»: building of the first series of ships of new generation «Brilliant» and «Zhemchug» for the Border Service of the Federal Security Service of the Russian Federation, as well as border cutters series 12200

Egorov G.V. Analysis of the experience of European river cruises and its impact on the design of domestic passenger ships of new generation

The research of river cruises along European rivers identifies characteristics of passenger fleet designed for these purposes and gives recommendations for the design of similar Russian vessels of new generation.

Polovinkin V.N., Fomichev A.B. Preparation for construction of ships within the limited series of «Northern shipyard» and ways of its improvement

The article is dedicated to the most important process in shipbuilding and naval shipbuilding – organization of production preparation. The main problems and limitations of this process are considered, affecting the cost of production and timing of construction of ships and vessels. The article proposes strategy and future trends in modernization and reconstruction of the shipyard, especially approaches to all kinds of pre-production. The trends of improvement and development of shipbuilding technologies are represented in the article, as well as proposals for their implementation.

Presnov S.V. Justification of the requirements to classification project documentation to improve ship's safety

Comprehensive assessment of the ship classification project takes into account information available at the stage of project analysis and allows us to consider the question of changing the ship's class. Implementation of the proposed approach will improve the safety of vessels and contribute to the harmonization of Russian and European destinations in setting of standards of ships' safe operation.

Klyachko L.M. Italic shipbuilding: some conclusions after a brief acquaintance

In June 2012 a regular conference «International Scientific and Technical Cooperation-2012» was held in Palermo, which was attended by a delegation of Russian experts. They also learned about the work of shipyard in Palermo and «Fincantieri» holding. The article characterizes the structure of shipbuilding industry in Italy, as well as its development strategy, which differs from the Russian one.

Rudnitskiy A.V., Vinogradov V.S. Ensuring the reliability of ship systems and equipment during the stages of design and operation using the informational technologies

The article provides the system of information reliability and the prospects for integration of its indicators into electronic project using CALS-technologies. The developed model for recovery of availability of systems and equipment consists in the alternation of the state of normal operation and maintenance and the process of consumption (production) of spare parts and equipment stock exchange.

Saushev A.V. Construction of the target function for finding the optimal solution

The article presents the method for determining the optimal values of the internal parameters of technical systems based on the analytical description of the system's working capacity defined as a set of linear constraints. Moreover, the expression for the objective function is formed, which allows to use any of known methods for optimizing the search system by the stock performance criterion.

Kuznetsov L.G., Kuznetsov Y.L. JSC «Compressor» – 135 years at the forefront

The article introduces the history and organization of the plant, its development for nearly a century and a half, with views of the unique equipment manufactured by the company and special features of its application. Special attention is paid to the prospects of this output of compressor equipment leading in the Russian Federation.

Ivanov P.I. «New ERA»: in the wave of progress

The article introduces the structure of interactive electronic technical manuals (IETM) and tasks that can be solved with it. The classification of IETM made according to their functionality and standard recommendations P50.1.030–2001 is also presented here.

Podoplekin Y.F., Simanovskiy I.V., Kamanin V.V., Yureskul A.G. Major development trends of ground tests methods modern systems of control of sea-based remotely piloted vehicles

The article analyzes the main problems and development trends of complex systems of ground tests of control systems. The article also highlights the goals, objectives and bigger structure of «electronic training area».

Klyachko L.M., Ostretsov G.E. Control of the vessel using the specified coordinates

The article analyzes the system of automatic control of the vessel within the desired path, which uses signals of track angle and speed of the vessel V as information using precise control mode based on the current and specified values of the latitude Φ , $\Phi_{\text{зад}}$ and longitude γ , $\gamma_{\text{зад}}$ of the vessel. Appropriate algorithms and management structure for their implementation were developed.

Shilov K.Y., Volobuev V.N., Gavrilov A.F., Dyment A.B. The main aspects of the creation of integrated combat control systems perspective for non-nuclear submarines for foreign clients

The article represents the basic aspects of integrated combat control systems perspective for non-nuclear submarines for foreign clients. The role of decision support system within the integrated combat control system was examined. The scheme of the «soft» integration of the automated information management system «Lama-636» and the sonar system «MGK-400V.1» was presented. The variant of the structural and functional circuit construction for integrated combat control systems perspective for non-nuclear submarines was presented.

Popko A.O. The monitoring system of inland waterways: comprehensive approach to security

The article analyzes the purpose and principles of the Single monitoring system of inland waterways ensuring safe navigation within inland waters. The functional of perspective system and machinery necessary for its performance were specified. Particular attention is given to traffic management system within the frames of inland waterways.

Solon'ko V.A., Kolesnik V.A., Tretyakov A.V. Instrumental realization of the forecasted change in the state of controlled system based on statistically stable methods for handling information provided by control and measurement system

The article provides approaches to the construction of a statistically stable (robust) algorithms predicting the state of a technical system on the basis of extrapolation reconstruction of multivariate time series, as well as diagrams of the devices implementing these algorithms. The results of simulation of the monitored parameters changes through the proposed devices were presented.

Seliverstov A.S. Noise immunity of receivers of GLONASS and GPS satellite navigation systems

A comparative analysis of the immunity of satellite navigation systems was held in Russia and the USA. As no one way to increase the noise immunity of GPS does lead to an effective solution of the problem, the U.S. is forced to increase the transmitting power of spacecraft hundredfold. The article shows the benefits of frequency division of signals within the frames of noise receivers of satellite navigation systems.

Svertchkov A.V. Model tests of boats and motor yachts

The article summed up the experience of towing and automotive testing of boats and motor yachts models made in deep water towing tank of Shipbuilding Research Institute of Academic Krylov A.N. Goals and objectives set by the designers ordering model tests are specified in this article. It also describes briefly the experimental base and pattern-making, as well as the list of studies that can be performed by means of experimental testing of hull lines and the choice of the propulsion system.

Sadkov A.V. Modeling the dynamics of displacement river boat which is course-unstable

The behavior of displacement river vessel on course for its model was performed including nonlinear handling characteristics. It is shown that with the help of developed files it is possible to determine the autopilot settings to

stabilize the ship on course in case of the sailing conditions changes.

Malikova T.E., Anosov N.M. Mathematical model of study of the dynamics of the system: «ship–unit load device–pile of lumber»

Developed on the basis of graph theory this mathematical model of the system «ship–unit load device–pile of lumber» used for the study of dynamic effects on the timber attached to the board of vessel in accordance with the new technology. The work of the special device for mounting piles of lumber packages was analyzed.

Kudishkin V.S. Spectral method for the study of elastic vibrations of the hull on the ice with the external friction

The work includes little-known phenomena of vessels' ice vibration. It is proposed to apply the spectral method for solving the nonlinear problem of elastic vibrations of the hull caused by the action of ice pulse loads taking into account the external Coulomb friction. The article provides the example, namely, the empirical range of elastic waves generated in accordance with field tests data of m/v «Ob» in Antarctic ice.

Butorin A.A., Kurilov Y.A. Usage of technologies of information exchange by the participants of the building and after-sales service of shipbuilding products

The article shows the necessity and effectiveness of information technology implementation in the shipbuilding industry as means of ensuring the competitiveness of shipbuilding products in domestic and international markets. The article describes the use of information technology as a tool for organization and information support of all the participants of ships and vessels operating process, thereby increasing their effectiveness.

Cherevatenko V.N. Experience of using multivariate method in segmenting the marine pipe-line accessories market

The article represents the experience of marine pipe-line accessories market segmentation. The process of segmentation is divided into the following stages: formation of the basis of segmentation, identification of interdependent variables and formulation of the characteristics of the market based on the correlation analysis, interpretation of the results of the analysis and formation of market segments. The main result obtained in the course of work is the formation of the list of target market segments – OJSC «Armatit-1».

Trub M.S., Kartashev A.B. Comparative investment performance of floating nuclear and diesel power stations

The main characteristics and comparative investment performance of floating nuclear and diesel power stations with capacity of 70 MW for the Arctic and the Far East, as well as for export, were presented. The article shows that the floating power station has advantages over floating diesel power stations. Unprofitability of the latter is connected to the high cost of fuel component in the tariff for the electricity produced.

Romanovskiy V.V., Zubin O.A. Requirements of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for ship electrical officers

The article presents the results of the conference connected with the discussion of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping of Navy men, 1978 held in Manila in 2010. Before this conference the requirements for ship electrical officers were absent allowing ship owners have different interpretations on their superintendence vessels. The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping of 2010 decided to include electrical officers into the ship's engine room staff as well as to introduce their certification under the Convention requirements and recent amendments.

OJSC «North-West «Northern shipyard» («SZ «Severnaya Verf»): on the way to the centennial

The article completing a series of articles dedicated to the history of «Northern shipyard» and its work for a hundred of years. It analyzes the results of the last decade and indicates development plans and prospects.

Schegolikhin V.P. 80 years in the service of the Navy

The article is dedicated to the 80th anniversary of the Institute for Scientific Research (NI) in the sphere of Shipbuilding and Navy armament – the structural department of Navy Military Science and Education Centre «Naval Academy». It contains a brief outline of the history and development of the institution – the parent research organization in the field of military naval shipbuilding.

Siryj S.P. The sixteenth Marine Minister of the Imperial Russian Navy Admiral Dickov I.M.

On the work and activity of Admiral Dikov I.M. Special attention was paid to his participation in the Turkish War of 1877–1879 years and transformation of the fleet which he launched being in the post of the Secretary of the Navy.